

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

ADRIANA MARIA REIMBERG DA SILVA

**AS NEGOCIAÇÕES DE FUTUROS DE *COMMODITIES* AFETAM A VOLATILIDADE
DOS PREÇOS FÍSICOS?**

Um estudo empírico para o mercado brasileiro de açúcar e etanol.

SÃO PAULO

2013

ADRIANA MARIA REIMBERG DA SILVA

**AS NEGOCIAÇÕES DE FUTUROS DE *COMMODITIES* AFETAM A VOLATILIDADE
DOS PREÇOS FÍSICOS?**

Um estudo empírico para o mercado brasileiro de açúcar e etanol.

Dissertação apresentada à Escola de
Economia de São Paulo da Fundação
Getulio Vargas, como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Economia e Finanças.

Área de concentração: Finanças

Orientador: Prof. Dr. Rogério Mori

São Paulo

2013

Silva, Adriana Maria Reimberg da.

As negociações de futuros de *commodities* afetam a volatilidade dos preços físicos? – Um estudo empírico para o mercado brasileiro de açúcar e etanol. / Adriana Maria Reimberg da Silva. - 2013.
67 f.

Orientador: Rogério Mori.

Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Açúcar – Comércio - Brasil. 2. Álcool – Comércio - Brasil. 3. Causalidade (Economia). 4. Mercado futuro de mercadorias. I. Mori, Rogério. II. Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 339.172

ADRIANA MARIA REIMBERG DA SILVA

**AS NEGOCIAÇÕES DE FUTUROS DE *COMMODITIES* AFETAM A VOLATILIDADE
DOS PREÇOS FÍSICOS?**

Um estudo empírico para o mercado brasileiro de açúcar e etanol.

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia e Finanças.

Área de concentração: Finanças

Data de aprovação:

05/02/2013

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rogério Mori (Orientador)

FGV-EESP

Prof. Dr. Clemens Nunes

FGV-EESP

Prof. Dr. Wilson Nakamura

Universidade Presbiteriana Mackenzie

À minha família, que me apoiou em todos os momentos.

Agradecimentos

Aos meus pais, que são o meu alicerce e porto seguro, sempre me incentivando a lutar por meus objetivos e ir atrás dos meus sonhos. Sem o seu apoio jamais teria conseguido ir tão longe. Obrigada por tudo o que me ensinaram e pela paciência que sempre tiveram comigo.

À minha irmã, Ellen, que apesar das diferenças, sempre me apoiou e incentivou e que hoje é para mim um exemplo de dedicação. Tenho muito orgulho de você.

Aos meus grandes amigos, por entenderem o meu momento e não se afastarem de mim, mesmo eu não conseguindo dar a atenção que vocês mereciam. Obrigada por fazer esta fase menos complicada com a companhia de vocês.

Aos meus colegas do MPFE, pelos momentos de risadas durante o curso. Em especial, à minha grande amiga Luciana de Souza, que esteve ao meu lado durante as madrugadas de estudos e os momentos de comemorações. Sem dúvida você é uma amiga que levo deste mestrado para a vida. Obrigada pela paciência e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Mori, que me auxiliou com a estruturação das ideias para a realização do presente trabalho, contribuindo para a minha formação acadêmica.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Wilson Nakamura e Prof. Dr. Clemens Nunes, por terem aceitado avaliar o meu trabalho e por suas críticas para melhorá-lo.

Ao coordenador do curso Prof. Dr. Ricardo Rochman, por sua orientação e auxílio durante todo o período do mestrado.

Aos professores do MPFE que contribuíram de forma valiosa para a minha formação, tanto acadêmica quanto profissional, em especial ao Prof. Dr. Lucas Ferraz e ao Prof. Dr. Paulo Tenani.

Aos funcionários da EESP/FGV pela colaboração em todas às vezes que precisei de ajuda.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, direta ou indireta, na realização deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho analisa a existência de possíveis impactos da atividade de negociação nos mercados futuros de *commodities* sobre a volatilidade dos preços físicos dos mercados de açúcar cristal e etanol hidratado comercializados no Brasil. Para isso, são utilizadas as análises de Causalidade de Granger e da Decomposição da Variância do Erro de Previsão. Os resultados obtidos mostraram que realmente existem relações de causalidade entre volumes negociados e volatilidade dos preços no mercado físico, com exceção do volume negociado de futuros na bolsa de Londres. Não foram encontradas relações causais entre a quantidade de contratos em aberto e a volatilidade dos preços no mercado físico para nenhuma *commodity* estudada.

Palavras-Chave: Causalidade de Granger, volatilidade de preços físicos, mercado de derivativos, volume negociado, contratos em aberto.

Abstract

This study examines whether there are impacts of trading activity in commodity futures markets on the volatility of spot prices for crystal sugar and hydrous ethanol traded in Brazil. For this analysis are used Granger Causality and Forecast Error Variance Decomposition. The results show a causal relationship between trading volumes and volatility of spot prices, except for the volume of futures traded in the London exchange. There were no causal relationship between the amount of open interest and price volatility in the spot market for any of the commodities studied.

Keywords: Granger causality, spot prices volatility, derivatives market, traded volume, open interest.

Lista de Tabelas

Tabela 3.1. Estatísticas descritivas das séries de preços físicos.....	20
Tabela 3.2. Características dos contratos derivativos futuros.....	23
Tabela 3.3. Estatísticas descritivas das séries de atividade futura.....	23
Tabela 4.1. Modelos escolhidos para a série de retornos.....	26
Tabela 4.2. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Contratos em aberto..	27
Tabela 4.3. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Volume.....	28
Tabela 4.4. Causalidade de Granger.....	28
Tabela 4.5. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Contratos em aberto..	30
Tabela 4.6. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Volume.....	31
Tabela 4.7. Causalidade de Granger.....	31
Tabela 4.8. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Contratos em aberto..	34
Tabela 4.9. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Volume.....	34
Tabela 4.10. Causalidade de Granger.....	35

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Preços físicos de açúcar cristal.....	21
Gráfico 2. Preços físicos de etanol hidratado.....	21
Gráfico 3. Série de retornos dos preços físicos de etanol hidratado.....	22
Gráfico 4. Série de retornos dos preços físicos de açúcar cristal.....	22
Gráfico 5. Volume e contratos em aberto – Futuro de açúcar branco LIFFE.....	24
Gráfico 6. Volume e contratos em aberto – Futuro de açúcar bruto ICE.....	24
Gráfico 7. Volume e contratos em aberto – Futuro de etanol hidratado BM&F.....	25

Sumário

1. Introdução.....	12
2. Revisão Bibliográfica	15
3. Base de dados.....	19
4. Resultados.....	26
4.1. Açúcar Branco vs. Açúcar Cristal à vista.....	26
4.2. Açúcar Bruto vs. Açúcar Cristal à vista	30
4.3. Etanol hidratado vs. Etanol hidratado à vista	32
5. Considerações Finais	36
6. Referências.....	38
Anexos	42
Anexo A – Açúcar branco vs. Açúcar Cristal à vista	42
Anexo B – Açúcar bruto vs. Açúcar Cristal à vista	49
Anexo C – Etanol hidratado vs. Etanol hidratado à vista	58
Anexo D – Nota Explicativa à Demonstração Financeira.....	67

1. Introdução

A atividade agrícola é cercada por fatores que a tornam uma atividade de alto risco, pois é afetada por fatores climáticos nem sempre previsíveis, além de estar exposta a variações de preços que muitas vezes fogem das expectativas dos produtores e dos tomadores de decisões (FREITAS; NICOLA; PAZ, 2008). Uma das formas encontradas pelas empresas e demais participantes do setor para reduzir as incertezas às quais estão expostos foi através do uso de derivativos, como futuros e opções.

Muitos participantes do mercado adotam o uso de futuros para tentar mitigar parte do risco ao qual estão expostos, pois por meios destes ativos, eles conseguem fixar preços dos produtos que irão futuramente comprar ou vender, reduzindo a incerteza sobre os valores a serem pagos ou recebidos e assegurando boas margens aos seus negócios. A utilização desses instrumentos derivativos é muito importante porque permite transferir os riscos a um grande número de investidores a preços relativamente baixos. A estes participantes damos o nome de *hedgers*. Ao efetuar o hedge, os administradores são liberados para concentrarem-se em gerenciar o *core business* da empresa. Existem também outros tipos de participantes, com propósitos diferentes, que igualmente ajudam a dar liquidez ao mercado, os chamados especuladores e arbitradores. Os especuladores tentam obter ganhos apostando em que direção o mercado irá se mover e tomando posições que os favoreçam e os arbitradores tentam ganhar dinheiro de uma forma livre de risco arbitrando preços entre diferentes mercados quando encontram anomalias nestes.

A adoção de derivativos nos mercados traz tanto benefícios como também pode trazer algumas desvantagens para seus usuários. De acordo com os estudos de Stulz (2004), as vantagens trazidas pela negociação de derivativos são permitir que os participantes do mercado pudessem obter lucros não relacionados diretamente à atividade produtiva e que não seriam possíveis sem a existência destes instrumentos;

tornar os mercados mais eficientes e permitir que se negocie com base em informações que, de outra forma, não estariam disponíveis para todos os participantes do mercado. Figlewski (1981) cita em seu artigo que a introdução de derivativos nos mercados melhora o nível de eficiência informacional nos mercados físicos, possibilitando uma melhor precificação nestes mercados, considerando que os mercados são eficientes e que os preços conterão as informações correntes disponíveis nos mercados. Contudo, as desvantagens citadas na adoção destes são a falta de transparência, uma vez que nem todos os participantes negociam com base nas mesmas informações (embora muitas delas já estejam precificadas e, por isso, disponíveis para todos os negociadores), a falta de padronização na sua contabilização (o que começa a ser mudado com a adoção das normas contábeis IFRS, que traz todo um capítulo voltado aos derivativos e sua contabilização, o IAS 9), risco sistemático escondido, risco de contraparte (que é minimizado pelas bolsas, com suas exigências de margem de garantia, no caso de derivativos futuros), fracos requerimentos de capital (em especial nas negociações no mercado de balcão) e instrumentos de soma-zero (FRATZSCHER, 2006). Os instrumentos derivativos podem também aumentar a volatilidade nos mercados físicos por meio de distorções ou manipulações de mercado, o que pode ser evitado por meio de regulação. Também pode haver este aumento de volatilidade quando não há especuladores suficientes em relação ao número de *hedgers* participantes, não permitindo uma eficiente transferência de riscos, e quando os participantes dos mercados futuros não têm a mesma qualidade das informações que os participantes dos mercados físicos (FIGLEWSKI, 1981).

O propósito deste trabalho é contribuir com o debate sobre os impactos que os derivativos futuros apresentam sobre as negociações nos mercados físicos e expandir a literatura para englobar dados referentes ao mercado brasileiro. O escopo será analisar se as atividades de negociação dos contratos futuros de etanol, efetuados na BM&FBOVESPA de São Paulo (BM&F), e dos contratos futuros de açúcar negociados na *Intercontinental Exchange* (ICE) de Nova Iorque e na *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) de Londres afetam as volatilidades dos preços do mercado à vista de etanol hidratado e de açúcar cristal, respectivamente, negociados no mercado interno brasileiro. Como variáveis que

refletem as negociações de futuros serão usados os volumes negociados diariamente e a quantidade de contratos da posição em aberto (*open interest*) a cada dia de pregão. Estas variáveis serão decompostas em duas parcelas: a parcela esperada e a não esperada, esta última sendo causada por choques nas atividades de negociação. A inclusão da variável de contratos em aberto visa representar a atividade dos *hedgers*, tendo a variável volume como representação da parcela dos especuladores no mercado. A expectativa é de que os especuladores afetem mais as volatilidades, pois suas atividades requerem maior nível informacional do que a atividade dos *hedgers*, que apenas buscam travar uma margem usando o preço corrente do mercado, não apostando em subidas ou quedas de preços para auferir lucros.

As variáveis serão modeladas com a utilização de Testes de Causalidade de Granger e também Decomposição da Variância do Erro de Previsão, seguindo o que é comumente utilizado nas pesquisas sobre o assunto.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção II apresenta a revisão da literatura com os principais artigos produzidos sobre o tema, a seção III traz uma análise descritiva da base de dados utilizada, a seção IV mostra os resultados obtidos a partir da modelagem econométrica dos dados e a seção V apresenta as conclusões e indicações para futuras pesquisas sobre o tema.

2. Revisão Bibliográfica

A literatura sobre o efeito da atividade no mercado futuro sobre os preços do mercado físico se divide em alguns ramos distintos de estudo. O primeiro versa sobre os impactos da adoção dos derivativos em um determinado mercado, estudando os efeitos na volatilidade dos mercados físicos antes e depois da introdução dos instrumentos derivativos. O segundo ramo procura estudar os impactos dos derivativos nos mercados físicos por meio da associação de variáveis que reflitam os volumes negociados nos mercados futuros e como isto representa o fluxo informacional entre os diferentes participantes do mercado. Há ainda um terceiro ramo, que analisa se os derivativos futuros são bons previsores dos preços que os ativos físicos terão no futuro.

Esta última linha de trabalho segue em grande medida os estudos realizados por Fama (1984), onde se busca testar a eficiência do mercado cambial por meio da análise da existência de um prêmio pelo risco cambial. Outros trabalhos que também versam sobre este assunto são os artigos de Frankel (1982), que ao testar a existência de prêmio pelo risco cambial para seis moedas não encontrou evidências conclusivas da existência deste prêmio; e o artigo de Frankel e Poonawala (2006), que replica os testes de existência do prêmio pelo risco para catorze moedas de países emergentes, encontrando viés na previsão dos preços físicos com base nos preços futuros, porém para eles este viés não pode ser explicado inteiramente com base em um prêmio pelo risco e sim pelo fato de que os países emergentes são mais arriscados que os países avançados. Entretanto o presente trabalho aproxima-se mais dos dois primeiros ramos citados, analisando se existe relação entre variáveis informacionais com a volatilidade dos preços físicos.

Em relação à temática sobre os impactos nos mercados *à vista* após a introdução dos derivativos, o artigo de Edwards (1988) encontra um pequeno declínio na volatilidade das ações após a introdução das negociações de futuros de índices de ações. Ray e Panda (2011) por sua vez mostram que algumas das ações estudadas apresentaram aumento de volatilidade após a introdução de negociações de futuros

dessas ações na bolsa da Índia. Gulen e Mayhew (1999) estudaram a volatilidade no mercado de ações antes e após a introdução dos derivativos futuros para vinte e cinco países e encontraram aumento da volatilidade condicional apenas nos Estados Unidos e Japão; para os demais países não foram encontrados efeitos significantes. Os resultados encontrados por Bologna e Cavallo (2012) mostraram que a introdução de índices futuros de ações na bolsa da Itália (*Italian Stock Exchange*) levou a redução da volatilidade nos mercados de ações. Ahmad, Shah e Shah (2010) ao desenvolverem estudo para o mercado do Paquistão encontraram que a introdução dos futuros aumentou a volatilidade do mercado *à vista* do ativo-objeto desses futuros. Os resultados da análise do aumento da volatilidade dos mercados físicos após a inclusão da negociação de futuros para os ativos não são conclusivos, pois os estudos realizados não apontam para uma resposta única à pergunta.

Analisando a relação entre a volatilidade do mercado *à vista* e os negócios realizados nos mercados futuros, os resultados novamente variam de estudo para estudo, sendo inconclusivos. Bessembinder e Seguin (1992) mostraram que a profundidade do mercado aumentou após a introdução do mercado futuro causando uma redução dos coeficientes relacionados à volatilidade das ações e os volumes negociados nos mercados *à vista* e futuro. Ao analisar as relações entre as atividades nos mercados *à vista* e futuros e a volatilidade no mercado de ações, mostraram que as parcelas não esperadas das variáveis associadas ao volume causam maiores impactos na volatilidade dos que as parcelas esperadas, evidenciando que enquanto a volatilidade é positivamente correlacionada à parcela não esperada, a parcela esperada é negativamente correlacionada. Entretanto, Smit e Nienaber (1997), ao estudar a relação entre as atividades de negociação futuras e a volatilidade das ações para o mercado da África do Sul encontraram que existe correlação positiva entre a volatilidade das ações e as parcelas tanto esperadas quanto não esperadas das atividades de negociação futuras. Figlewski (1981), ao estudar os efeitos do mercado futuro sobre o mercado de GNMA (*Government National Mortgage Association*), evidenciou que o mercado futuro aumentou a volatilidade do mercado físico e apontou como possível explicação que os participantes do mercado futuro podem não ter informações tão boas quanto os participantes do mercado físico. Bessembinder e

Seguin (1993), expandindo a análise para um grupo de oito commodities, distribuídas entre metais, agricultura, moeda e ativos financeiros evidenciaram que a volatilidade dos preços futuros estava positivamente correlacionada tanto com a parcela não esperada como quanto com a parcela esperada que compusesse o volume negociado. O estudo mostrou também que maiores números de contratos em aberto ajudam a mitigar a volatilidade. Kim e Min (2008), ao analisarem a relação entre as atividades dos contratos futuros e a volatilidade do ativo-objeto dos contratos de Euro, libra esterlina, franco suíço, iene japonês e dólar canadense negociados na bolsa CME (*Chicago Mercantile Exchange*) encontraram uma relação contemporânea positiva entre a volatilidade da moeda e o volume futuro enquanto que a relação entre volatilidade da moeda e o contratos em aberto mostrou-se negativa, evidenciando que as atividades dos especuladores, que usaram como *proxy* o volume futuro negociado, tendem a aumentar a volatilidade dos mercados à vista e as atividades dos *hedgers*, que usam como *proxy* o total de contratos em aberto, tendem a reduzir esta volatilidade. O artigo de Chatrath, Ramchander e Song (1995) encontrou que as negociações em futuros de moeda tem uma causalidade fraca sobre a volatilidade dos preços da moeda no mercado à vista. Adrangi e Chatrath (1998), no estudo em que relacionavam atividades nos mercados futuros com volatilidade dos preços físicos, não encontraram relação de causalidade entre estas duas variáveis. Kumar e Pandey (2010) investigaram a relação entre volatilidade e atividades de negociação para as *commodities* de metais, metais preciosos e energia no mercado indiano, incluindo variáveis de volume e contratos em aberto, encontrando correlação positiva e significativa entre volatilidade e volume negociado, porém não encontrou a mesma relação entre volatilidade e contratos em aberto, uma vez que os resultados para esta última relação foram insignificantes. Yang, Balyeat e Leatham (2005) escreveram um artigo onde analisaram a relação “*lead-lag*” entre a atividade futura de negociação (usando os dados de volume e contratos em aberto) e a volatilidade dos preços físicos para alguns grupos de *commodities* trazendo como resultado que aumentos da parcela não esperada do volume negociado aumentam a volatilidade dos preços físicos, e que a relação entre a volatilidade dos preços físicos e os contratos em aberto é de causalidade fraca, sendo consistentes com as teorias de que os mercados futuros desestabilizam os mercados físicos.

Análises realizadas para o mercado brasileiro mostram que, assim como nas pesquisas internacionais, os resultados no país também são inconclusivos. Silveira, Maciel e Ballini (2011), em estudo sobre mercado de boi gordo e café arábica, analisaram a influência das negociações (volume e contratos em aberto) e volatilidade dos preços futuros em relação à volatilidade dos preços do mercado à vista para a década de 2000, mostrando que as variações das parcelas não esperadas do volume negociado e a variabilidade dos preços futuros alteraram a volatilidade dos mercados à vista das *commodities* estudadas. Ainda no mercado brasileiro de café, a análise para avaliar o comportamento da volatilidade no mercado à vista com relação às variáveis de atividade de negociação especulativa, representada neste trabalho pelos contratos em aberto por tipo de participante, feita por Frick e Silveira (2011), mostra que existem evidências de relação causal, indicando que a atividade especulativa influencia a oscilação dos preços à vista. Nascimento (2005) analisa a relação de causalidade entre a volatilidade do mercado à vista de ações da Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) e as atividades de negociação dos contratos futuros de índice de ações (Ibovespa), resultando em que não há causalidade entre as duas variáveis.

É importante enfatizar que os resultados obtidos para variáveis financeiras não podem ser diretamente aplicados e comparados aos resultados que se obtêm quando se estudam *commodities*, pois mercados financeiros costumam ser mais desenvolvidos e integrados e a lógica de negociação de commodities possui algumas especificidades que não existem nos instrumentos financeiros, como por exemplo, o *convenience yield*, que reflete a questão de armazenagem que se faz presente no universo agrícola.

Outro ponto a ressaltar é a falta de literatura que contenha explicação teórica sobre as negociações nos mercados futuros, com foco no objetivo deste trabalho. Conforme expresso por Carter (1999):

"It is ironic that perhaps the most successful literature is that which has focused on purely technical questions such as the distribution of futures prices or statistical analysis of futures price behavior. These studies use highly advanced statistical techniques but quite often there is little economic content. The current state of the literature is still quite primitive in terms of understanding fundamental broad-based economic issues".

3. Base de dados

As variáveis analisadas neste artigo são os preços físicos de etanol hidratado e açúcar cristal, ambos negociados no mercado interno brasileiro, o volume negociado de contratos e o número de contratos em aberto de derivativos futuros de etanol hidratado da BM&F e os derivativos futuros de açúcar das bolsas ICE e LIFFE.

Embora o açúcar negociado na ICE seja o do tipo bruto, e o da LIFFE, branco, o açúcar cristal negociado no Brasil toma como premissa os preços efetuados no mercado futuro americano, o que justifica a utilização destes como base de comparação.

Esta relação é possível, uma vez que a composição dos preços futuros segue a seguinte lógica:

$$\text{preço futuro} = \text{preço físico} - \text{basis risk} \quad (1.1)$$

Pois como o hedge realizado com a negociação de futuros geralmente não é um hedge perfeito (muitas vezes as especificações do contrato futuro diferem das especificidades da mercadoria física cujo preço se quer proteger, o que é o caso aqui) há um risco que não é “*hedgado*” e que é conhecido como *basis risk* (ou risco de base) (PINDYCK, 2001). Este risco não será modelado separadamente nesta análise, uma vez que estará contido no preço físico do açúcar.

Para realizar a análise, os volumes de negociação e os contratos em aberto serão decompostos em suas parcelas não esperada e esperada, seguindo a metodologia proposta por Bessenbinder e Seguin (1992), usando especificações ARIMA. Sendo o componente esperado a representação da atividade que é previsível, porém com variabilidade ao longo dos dias; e o componente não esperado corresponde a choques na atividade diária de negociação.

Os contratos em aberto funcionarão como *proxy* para a atividade dos *hedgers* e o volume negociado funcionará como sendo a *proxy* para a atividade dos especuladores. De acordo com Bessembinder e Seguin (1993):

“Open interest measures are pertinent for at least two reasons. First, since many speculators are “day traders” who do not hold open positions overnight, open interest as of the close of the trading likely reflects primarily hedging activity and, thus, proxies for the amount of uninformed trading. Using open interest in conjunction with volume data may provide insights into the price effects of market activity generated by informed versus uninformed traders or hedgers versus speculators”.

As séries de dados futuros foram extraídas da base de dados do software *Bloomberg*[®] e as séries de preços físicos foram extraídas da base de dados da web *site* do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Esalq/USP (CEPEA).

Os preços físicos de açúcar cristal utilizados na análise estão em US\$/ sacas de 50kg, base Posto Veículo em Usina (PVU), preço para entrega na unidade produtora, com o Estado de São Paulo como região de referência, incluindo impostos e refere-se a negócios realizados entre usinas e compradores. Os dados utilizados são diários, tendo início em janeiro de 2005 e estendem-se até junho de 2012, compreendendo 1,828 observações.

Os preços físicos de etanol estão representados em R\$/m³, base PVU, com produto produzido dentro do Estado de São Paulo, independentemente da região onde será comercializado, e sem impostos. Estes dados estendem-se de maio de 2010 a setembro de 2012, somando 589 observações diárias.

A análise descritiva dos dados de preços do mercado físico é apresentada na tabela 3.1 e gráficos 1 e 2.

Tabela 3.1 - Estatísticas descritivas das séries de preços físicos

	SUGAR_SPOT_PRICE (cts/lb)	THE_SPOT_PRICE (R\$/m ³)
Média	24	1,144
Mediana	21	1,160
Máximo	46	1,694
Mínimo	10	733
Desvio Padrão	10	173
Assimetria	1	0
Curtose	2	4

Fonte: Cepea.

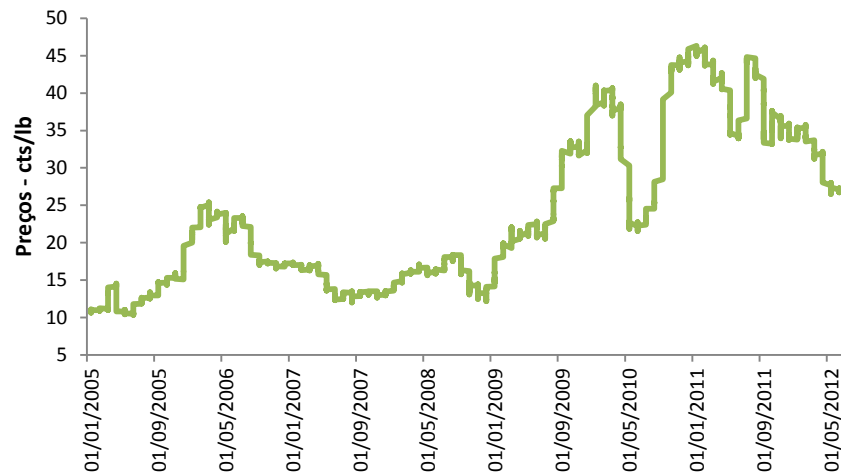


Gráfico 1. Preços físicos de açúcar cristal

Fonte: Cepea, elaboração própria.



Gráfico 2. Preços físicos de etanol hidratado

Fonte: Cepea, elaboração própria.

A partir dos preços físicos foi calculada a série de retornos diários, por meio de logaritmo natural, conforme fórmula abaixo:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1.2)$$

Onde: R_t representa o retorno na data t ; P_t representa o preço na data t e P_{t-1} representa o preço na data $t-1$. Os gráficos 3 e 4 ilustram as séries de retornos dos preços físicos de etanol hidratado e de açúcar cristal.

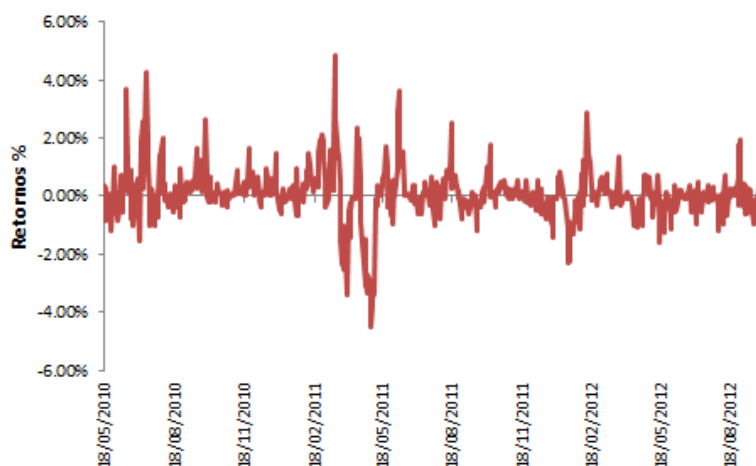


Gráfico 3. Séries de retornos dos preços físicos de etanol hidratado

Fonte: Cepea, elaboração própria.

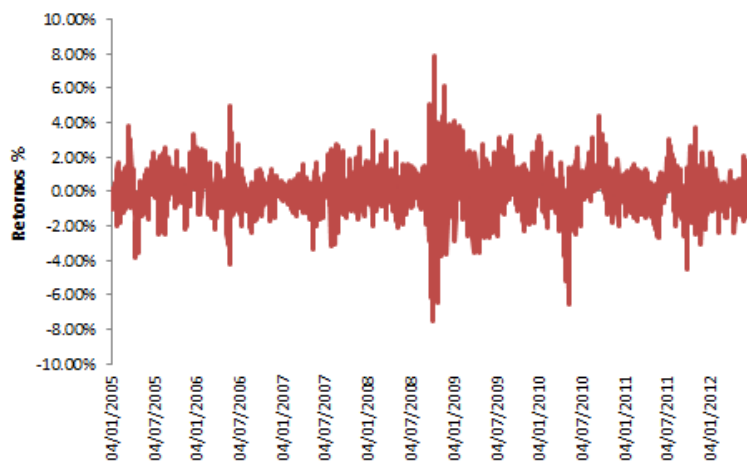


Gráfico 4. Série de retornos dos preços físicos de açúcar cristal

Fonte: Cepea, elaboração própria.

Os volumes de contratos referem-se à quantidade de contratos comprados e vendidos durante um dia de negociação, independente se esses contratos estão se liquidando ou se serão mantidos em aberto, sendo representados com a sigla VOL ao longo do estudo. Os contratos em aberto, ou *open interest*, são o número total de

contratos que não foram encerrados ou liquidados em um dia de negociação específico e serão representados pela sigla OI. Embora as definições sejam similares, não se tratam do mesmo valor, embora sejam comumente confundidas. Assim como os preços de açúcar cristal à vista, as séries de volumes e contratos em abertos de açúcar branco da LIFFE e açúcar bruto da ICE começam em janeiro de 2005 e estendem-se até junho de 2012. As séries para os futuros de etanol começam em maio de 2010 e estendem-se até setembro de 2012. Todas as informações de futuros estão em base diária.

Tabela 3.2. Características dos contratos derivativos futuros

Mercadoria	Bolsa de negociação	Tamanho do contrato	Moeda de negociação	Sigla
Açúcar #11	ICE - US	50.8 mt por contrato	USD	SB
Açúcar Branco	LIFFE - Londres	50 mt por contrato	USD	QW
Etanol Hidratado	BM&F - Bovespa	30 m ³ por contrato	BRL	THE

Fonte: Bloomberg.

As estatísticas descritivas das séries de atividade futura são apresentadas na tabela 3.3, em que se utilizam as siglas representativas destes ativos no software *Bloomberg*, seguidas das abreviações VOL e OI, explicadas no parágrafo anterior.

Tabela 3.3. Estatísticas descritivas das séries de atividade futura

	QW_OI	QW_VOL	SB_OI	SB_VOL	THE_VOL	THE_OI
	# contratos	# contratos	# contratos	# contratos	# contratos	# contratos
Média	61,444	6,739	613,579	84,936	263	5,819
Mediana	61,120	6,043	637,304	79,089	180	6,133
Máximo	107,903	28,203	1,051,483	399,744	1,809	10,680
Mínimo	-	-	-	-	-	77
Desvio Padrão	14,388	3,803	163,824	47,172	253	2,642
Assimetria	0	1	-1	1	2	0
Curtose	5	5	5	5	8	2

Fonte: Bloomberg.

Para cada dia de negociação, os volumes e números de contratos em aberto das três séries de futuros analisadas foram somados entre os diferentes vencimentos para a obtenção de dados agregados de atividade, conforme estudo de Bessembinder e Seguin (1993). Os resultados da agregação por dia de negociação são apresentados nos gráficos 5, 6 e 7, que representam as séries de volumes e contratos em abertos

para os três contratos futuros em análise neste trabalho: açúcar branco na LIFFE, açúcar bruto na ICE e etanol hidratado na BM&F.

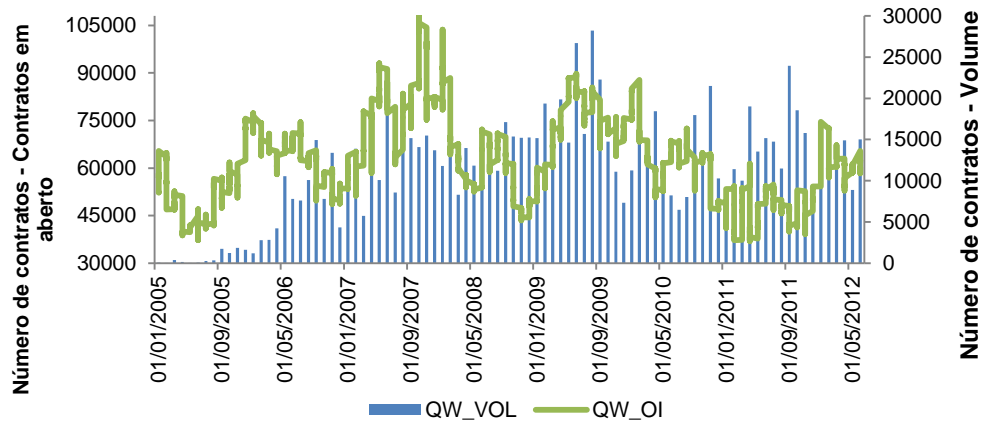


Gráfico 5. Volume e contratos em aberto - Futuro de açúcar branco LIFFE

Fonte: Bloomberg, 2012, elaboração própria.

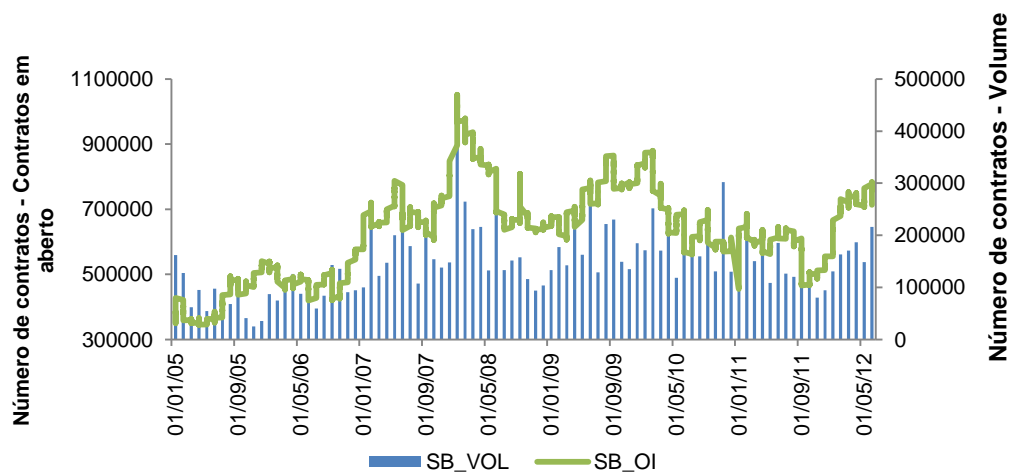


Gráfico 6. Volume e contratos em aberto - Futuro de açúcar bruto ICE

Fonte: Bloomberg, 2012, elaboração própria.

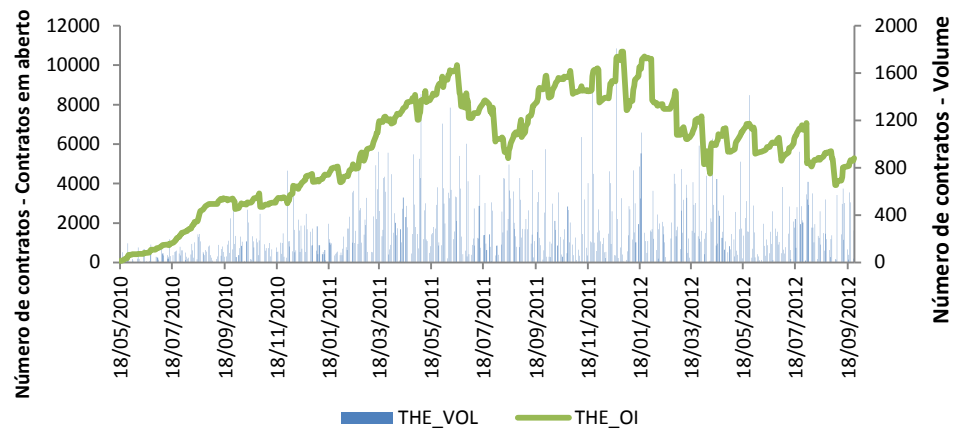


Gráfico 7. Volume e contratos em aberto - Futuro de etanol hidratado

Fontes: Bloomberg, 2012, elaboração própria.

4. Resultados

4.1. Açúcar Branco vs. Açúcar Cristal à vista

Ao analisar se o volume negociado de futuros de açúcar branco teria influência na volatilidade dos preços físicos, começou-se com a análise da presença de mais de uma raiz unitária nas séries de interesse.

Os valores encontrados por meio dos testes de Dickey-Pantula foram de que não existem raízes unitárias nas séries de contratos em aberto e de volume dos futuros de açúcar branco, nem para a série de retornos dos preços de açúcar cristal à vista, resultados que foram confirmados pelos testes de Dickey-Fuller Aumentado.

Após a realização dos testes de raiz unitária, a volatilidade dos retornos dos preços foi modelada com a utilização de modelos da família Garch. Para encontrar o modelo que melhor se adequaria foi encontrado o modelo ARMA que tivesse os melhores valores nos critérios de informação AIC e BIC e, posteriormente, foram feitos os testes de normalidade para detectar a presença de elementos Garch na série, vide Anexo A. Os modelos escolhidos estão descritos na tabela 4.1.

Tabela 4.1. Modelos escolhidos para a série de retornos

Séries	ARIMA(X,Y)	Garch/Egarch(X,Y)
Açúcar_Spot_Returnos	ARMA(2,1)	Egarch(1,1)

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Com a série sendo modelada por um Egarch(1,1), avança-se para a análise da série de contratos em aberto e volume dos contratos futuros de açúcar branco.

Seguindo o proposto no artigo escrito por Bessembinder e Seguin (1992), modelos da família ARIMA (10,1,0) são utilizados para separar as séries em seus

componentes esperado e não esperado. O componente esperado é formado pelos resultados estimados pelo modelo e o componente não esperado, pela diferença entre o resultado real e o estimado. Como as duas séries não apresentam raiz unitária, foram modeladas usando AR (10). A escolha arbitrária do modelo não deve ser trazer impactos negativos relevantes neste estudo, pois o objetivo não é a realização de previsões, e sim apenas separar as séries nos seus dois componentes para então estudar a relação entre as atividades de negociação de futuros e a volatilidade dos preços dos contratos físicos de açúcar cristal.

Após a separação, estimou-se um modelo de Vetores Autoregressivos (VAR) para que fosse possível a análise das respostas da volatilidade dos preços físicos aos choques nas demais variáveis. Na escolha do melhor modelo VAR, mais uma vez os critérios de informação foram empregados, conforme as tabelas 4.2 e 4.3, para contratos em aberto e volume, respectivamente.

Tabela 4.2. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Contratos em aberto

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-28330,4	NA	1.34e+11	34.13658	34.14636	34.14020
1	-21743	13143.04	48504666	26.21080	26.24994	26.22531
2	-21566,7	350.9693	39653566	26.00932	26.07782	26.03471
3	-21499,8	133.0072	36981364	25.93956	26.03741	25.97582
4	-21384,9	228.0905	32549746	25.81191	25.93912*	25.85906
5	-21361,8	45.82212	32000177	25.79488	25.95145	25.85291*
6	-21355,7	11.90351	32115289	25.79847	25.98439	25.86738
7	-21340,8	29.54206*	31885195 *	25.79128*	26.00656	25.87107
8	-21333,8	13.79973	31961982	25.79368	26.03832	25.88436
9	-21332	3.549168	32240343	25.80235	26.07634	25.90390
10	-21327,1	9.599272	32400460	25.80730	26.11065	25.91974

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Tabela 4.3. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR - Volume

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-24176,8	NA	9.01e+08	29.13225	29.14204	29.13588
1	-19534,4	9262.360	3389704.	23.54988	23.58903	23.56439
2	-19320,8	425.3729	2649185.	23.30339	23.37189	23.32878
3	-19062,4	513.7086	1961594.	23.00290	23.10075	23.03917
4	-18802,3	516.0985	1449537.	22.70039	22.82760	22.74754
5	-18610,2	380.5731	1162528.	22.47974	22.63630	22.53777
6	-18542,9	132.9707	1083732.	22.40955	22.59547	22.47846
7	-18497,3	90.04023	1036953.	22.36542	22.58070	22.44522
8	-18485	24.33946	1032771.	22.36138	22.60601	22.45205
9	-18452,9	63.00771	1004494.	22.33362	22.60761	22.43517
10	-18390,6	122.2523*	942031.2*	22.26941*	22.57276*	22.38185*

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Os números ótimos de defasagens escolhidas foram iguais a sete defasagens para as séries de contratos em aberto e de dez defasagens para as séries de volume. Para as séries de volume, não foi possível testar para mais de dez defasagens, pois o *software* trouxe a mensagem de “Near singular matrix”, e não conseguiu estimar mais defasagens.

Uma vez escolhida a melhor defasagem e estimado o modelo, o teste de Causalidade de Granger foi aplicado, conforme ilustrado na tabela 4.4.

Tabela 4.4. Causalidade de Granger

Crystal_Volatility			Crystal_Volatility		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
QW_OI_Expected	7	0.3279	QW_VOL_Expected	10	0.4211
QW_OI_Unexpected	7	0.2271	QW_VOL_Unexpected	10	0.4327
QW_OI_Expected			QW_VOL_Expected		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
Crystal_Volatility	7	0.7739	Crystal_Volatility	10	0.3417
QW_OI_Unexpected	7	0.0000***	QW_VOL_Unexpected	10	0.0000***
QW_OI_Unexpected			QW_VOL_Unexpected		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
Crystal_Volatility	7	0.5787	Crystal_Volatility	10	0.5750
QW_OI_Expected	7	0.7619	QW_VOL_Expected	10	0.1098*

Obs: (*) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 90% de intervalo de confiança

(**) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 95% de intervalo de confiança

(***) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 99% de intervalo de confiança

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Os resultados para estas séries estudadas mostram pouca evidência de que a atividade no mercado futuro de açúcar da bolsa LIFFE afete a volatilidade dos preços praticados no mercado físico de açúcar cristal no Brasil. Foi encontrada uma relação de bicausalidade entre a quantidade de contratos em aberto esperada e a não esperada de futuros de açúcar branco com nível de significância de 1% e também foi verificado que o volume não esperado Granger-Causa o volume esperado, com nível de significância de 1%.

Este resultado da não existência de relação entre volatilidade dos preços físicos e as atividades nos mercados futuros de açúcar da LIFFE é esperado, uma vez que seja mais usual aos *traders* de mesas comerciais de açúcar fazerem *hedge* utilizando os futuros da bolsa de NY, entretanto a comprovação desta afirmação seja difícil de ser feita dada a impossibilidade de recolher dados deste tipo no mercado, pois informações sobre como as empresas/produtores fazem seus *hedges* são consideradas estratégicas e, por esta razão, não são divulgadas. Entretanto, uma análise da nota explicativa à Demonstração Financeira de uma das três maiores empresas produtoras de açúcar e etanol do mundo, vide Anexo D, demonstra que a proporção de derivativos contratados de açúcar na LIFFE é muito menor do que a parcela contrata de derivativos na bolsa de Nova Iorque. O nome da empresa não pode ser divulgado, uma vez que não foi solicitada autorização para o mesmo, entretanto, o dado divulgado foi publicado na *web site* do MZ Group, sendo por isso um dado público.

Corroborando os resultados obtidos no teste de causalidade, a análise da decomposição da variância do erro de previsão mostra que a volatilidade responde muito pouco às demais variáveis do modelo, sendo que 99% das suas variações são explicadas por choques em si mesma, sendo o contrário verdadeiro também para as demais variáveis. Os mesmos resultados são obtidos por meio da análise dos gráficos da função de resposta ao impulso. Aqui se faz exceção para os resultados da função de resposta ao impulso da variável contratos em aberto esperados com resposta a choques na variável não esperada. Estes resultados, tabelas e gráficos podem ser encontrados no Anexo A.

4.2. Açúcar Bruto vs. Açúcar Cristal à vista

Replicando os mesmos testes aos números de atividade de futuros de açúcar bruto da bolsa de Nova Iorque, os testes de raiz unitária mostraram que as séries são estacionárias. O teste de Dickey-Pantula resultou em que a série não apresenta raízes unitárias, o que foi corroborado pelos testes de Dickey-Fuller Aumentado.

Após esta etapa, utilizou-se o resultado da modelagem dos retornos dos preços de açúcar cristal negociados no mercado físico no Brasil, conforme descrito na seção anterior, por se tratar da mesma variável de preços físicos. Com a volatilidade já estimada, passou-se a adoção do modelo AR (10) para segregar as séries de atividade em seus componentes esperado e não esperado.

Com a segregação, passou-se a estimativa do modelo VAR, sendo a defasagem igual a dez a escolhida conforme os critérios de informação. Foram testadas defasagens maiores, porém o *software* apresentou a mensagem de “*Near singular matrix*”, não sendo possível a aplicação de defasagens superiores a dez. Os resultados encontram-se nas tabelas 4.5 e 4.6.

Tabela 4.5. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR – Contratos em aberto

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-39953	NA	3.15e+15	44.19913	44.20826	44.20250
1	-32824,8	14224.90	1.20e+12	36.32389	36.36039	36.33736
2	-32504,8	637.4970	8.48e+11	35.97988	36.04376	36.00345
3	-32320,9	365.7582	6.99e+11	35.78641	35.87767	35.82009
4	-32250,4	140.0447	6.53e+11	35.71834	35.83698	35.76213
5	-32183,6	132.4289	6.12e+11	35.65440	35.80042	35.70829
6	-32097,2	170.9238	5.62e+11	35.56881	35.74221	35.63281
7	-32060,1	73.40012	5.45e+11	35.53767	35.73845	35.61177
8	-31761,1	589.6684	3.95e+11	35.21691	35.44506	35.30111
9	-31312,6	883.1783	2.43e+11	34.73070	34.98623	34.82500
10	10616.13	82419.55*	1.77e-09*	-11.64063*	-11.35773*	-11.53622*

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Tabela 4.6. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR - Volume

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-35535,3	NA	2.38e+13	39.31229	39.32142	39.31566
1	-29845,2	11355.00	4.43e+10	33.02790	33.06441	33.04137
2	-29464,3	758.9076	2.94e+10	32.61648	32.68036	32.64005
3	-28987,5	948.2957	1.75e+10	32.09901	32.19028	32.13269
4	-28868,4	236.5557	1.55e+10	31.97718	32.09582	32.02097
5	-28476,4	776.9450	1.01e+10	31.55358	31.69959	31.60747
6	-28171,2	604.1100	7.31e+09	31.22585	31.39925	31.28985
7	-27395,7	1532.050	3.13e+09	30.37800	30.57877	30.45209
8	-27139,6	505.0712	2.38e+09	30.10468	30.33283	30.18888
9	-25290,9	3640.288	3.11e+08	28.06953	28.32506	28.16384
10	17943.97	84987.04*	5.33e-13*	-19.74664*	-19.46374*	-19.64223*

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Com o modelo VAR escolhido, usando dez defasagens para contratos em aberto e para volume, testou-se a Causalidade de Granger, a decomposição da variância do erro de previsão e a função de resposta ao impulso, e os resultados da Causalidade de Granger podem ser vistos na tabela 4.7.

Tabela 4.7. Causalidade de Granger

Crystal_Volatility			Crystal_Volatility		
Defasagens			Defasagens		
Prob.			Prob.		
SB_OI_Expected	10	0.7637	SB_VOL_Expected	10	0.0357**
SB_OI_Unexpected	10	0.4962	SB_VOL_Unexpected	10	0.0642*
SB_OI_Expected			SB_VOL_Expected		
Defasagens			Defasagens		
Prob.			Prob.		
Crystal_Volatility	10	0.4961	Crystal_Volatility	10	0.6364
SB_OI_Unexpected	10	0.0000***	SB_VOL_Unexpected	10	0.0000***
SB_OI_Unexpected			SB_VOL_Unexpected		
Defasagens			Defasagens		
Prob.			Prob.		
Crystal_Volatility	10	0.0640*	Crystal_Volatility	10	0.2274
SB_OI_Expected	10	0.2267	SB_VOL_Expected	10	0.2429

Obs: (*) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 90% de intervalo de confiança

(**) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 95% de intervalo de confiança

(***) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 99% de intervalo de confiança

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

De acordo com os resultados da tabela, tem-se que com 5% de nível de significância a variável de volume esperado Granger-causa a volatilidade no mercado físico de açúcar cristal e com 10% de nível de confiança a variável volume não esperado Granger-causa a volatilidade dos preços físicos.

Os resultados encontrados mostram as informações de volume antecedem no tempo a alteração da volatilidade dos preços físicos de cristal, o mesmo não sendo verificado para a variável de contratos em aberto. Isto implica que as negociações dos especuladores tem um maior impacto sobre a volatilidade do que as atividades dos *hedgers*. A provável razão deste resultado pode residir no fato de que os especuladores negociam baseados em informações de mercado para garantir ganhos com os movimentos deste. Contudo, os *hedgers* negociam baseando-se nos preços em vigor no mercado no momento para travar a margem de suas operações, não sendo suficiente para mover o mercado para patamares diferentes dos que já se encontram.

Contudo, ao analisar a decomposição da variância do erro de previsão, esta relação não seja inferida tão facilmente, pois seus resultados mostram que 99% de suas variações são explicadas por choques na própria variável em vez de ter um percentual maior sendo explicado por choques nas variáveis de negociação, não aumentando a proporção conforme o tempo após o choque passa. O mesmo se depreende pela análise dos gráficos de função de resposta ao impulso, mostrando que a resposta da volatilidade a choques nas variáveis de volume não causam impactos significativos na volatilidade. Tanto os gráficos quanto as tabelas de decomposição da variância do erro podem ser encontradas no Anexo B deste trabalho.

4.3. Etanol hidratado vs. Etanol hidratado à vista

Assim como para as demais variáveis, a análise das negociações de futuros de etanol hidratado e a volatilidade dos preços físicos do etanol hidratado começaram por meio da análise da presença de raízes unitárias nas séries.

O primeiro teste realizado foi o teste de Dickey-Pantula, seguido pelos testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). O primeiro teste mostrou a presença de uma raiz unitária para a série de contratos em aberto. O que foi corroborado pela segunda parte dos testes realizados, isto é nos resultados dos testes ADF.

Após a verificação da presença de raízes unitárias, passou-se para a análise da volatilidade da série de retornos dos preços físicos. Esta foi modelada por meio dos modelos da família Garch. Primeiro, utilizando os critérios de informação AIC e BIC escolheu-se o modelo ARMA(2,2). Em seguida realizou-se um teste de normalidade, para detectar a presença do elemento Garch na série. O teste mostrou que a série não era normal, conforme tabela do Anexo C, permitindo ser modelada com o modelo Garch(1,1), também escolhido por meio da análise dos critérios informacionais.

Passando-se para a decomposição das variáveis de negociação entre seus componentes esperado e não esperado, por meio da utilização de modelos da família ARIMA (10,1,0). As séries que apresentaram estacionariedade, foram modeladas por meio de AR(10). A série de contratos em aberto, por possuir uma raiz unitária foi modelada por ARIMA(10,1,0).

Após a decomposição, antes de começar a trabalhar com o modelo VAR, foram realizados novos testes de raiz unitária nas séries de contratos em aberto para verificar se o uso do modelo ARIMA(10,1,0) resolveu o problema da estacionariedade. Os resultados dos testes confirmaram que as séries se tornaram estacionárias, o que permite trabalhar com o VAR das variáveis decompostas em nível.

Como passo seguinte, avança-se para a análise do número ótimo de defasagens a ser utilizado para as séries em questão. Aqui foram empregados os critérios informacionais como parâmetro para a escolha ótima. De acordo com estes critérios, as defasagens escolhidas foram de dez defasagens tanto para as séries de contratos em aberto como para as séries de volume. Conforme descrito nas seções anteriores, aqui também não foi possível testar para mais defasagens, pois o programa estatístico apresentou a mensagem de “*Near singular matrix*”. Resultados encontram-se nas tabelas 4.8 e 4.9.

Tabela 4.8. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR - Contratos em aberto

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-5002,57	NA	9060.021	17.62526	17.64819	17.63421
1	-4734,36	532.6450	3636.989	16.71254	16.80428	16.74834
2	-4664,25	138.5025	2932.820	16.49735	16.65788	16.55999
3	-4644,22	39.35405	2821.122	16.45851	16.68785	16.54800
4	-4529,56	224.0688	1944.705	16.08647	16.38461	16.20282
5	-4296,62	452.7458	883.9362	15.29797	15.66491	15.44116
6	-4167,79	249.0581	579.6634	14.87600	15.31174	15.04604
7	-3368,02	1537.571	35.80600	12.09163	12.59617	12.28852
8	-3303,63	123.1280	29.46211	11.89657	12.46991	12.12030
9	-2675,16	1194.972	3.326611	9.715345	10.35749	9.965930
10	13911.29	31362.40*	1.48e-25*	-48.65594*	-47.94500*	-48.37851*

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Tabela 4.9. Escolha da defasagem ótima para o Modelo VAR - Volume

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-5191,47	NA	17619.18	18.29037	18.31331	18.29932
1	-4621,82	1131.275	2447.022	16.31626	16.40799	16.35206
2	-4470,72	298.4647	1483.705	15.81593	15.97646	15.87857
3	-4454,36	32.15606	1445.727	15.78999	16.01933	15.87948
4	-4406,67	93.18671	1261.639	15.65377	15.95191	15.77012
5	-4240,95	322.1009	726.5894	15.10195	15.46889	15.24514
6	-4040,48	387.5397	370.2508	14.42774	14.86348	14.59778
7	-1011,15	5823.993	0.008909	3.792773	4.297316	3.989661
8	-860,444	288.1409	0.005409	3.293817	3.867161	3.517553
9	284.9548	2177.871	9.89e-05	-0,707587	-0,065443	-0,457003
10	9213.228	16881.98*	2.27e-18*	-32.11348*	-31.40253*	-31.83605*

*indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

O teste de causalidade de Granger realizado após a escolha do melhor modelo de VAR mostrou que as séries de volume esperado e não esperado Granger-causam a volatilidade dos preços físicos de etanol com nível de confiança de 10%. Também foram encontradas relações de bi-causalidade entre as variáveis de negociação esperadas e não esperadas, com níveis de confiança menores do que 5%, conforme pode ser inferido pela tabela 4.10.

As séries de contratos em aberto não apresentam relação de causalidade com a variável volatilidade dos preços físicos, indicando mais uma vez que as atividades de especuladores afetam mais o mercado físico do que as atividades de *hedgers*.

Tabela 4.10. Causalidade de Granger

THE_Volatility			THE_Volatility		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
THE_OI_Expected	10	0.6779	THE_VOL_Expected	10	0.0845*
THE_OI_Unexpected	10	0.7646	THE_VOL_Unexpected	10	0.0862*
THE_OI_Expected			THE_VOL_Expected		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
THE_Volatility	10	0.6569	THE_Volatility	10	0.3803
THE_OI_Unexpected	10	0.0029***	THE_VOL_Unexpected	10	0.0315**
THE_OI_Unexpected			THE_VOL_Unexpected		
	Defasagens	Prob.		Defasagens	Prob.
THE_Volatility	10	0.7300	THE_Volatility	10	0.5385
THE_OI_Expected	10	0.0000***	THE_VOL_Expected	10	0.0000***

Obs: (*) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 90% de intervalo de confiança

(**) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 95% de intervalo de confiança

(***) Não é possível rejeitar a hipótese de causalidade de Granger com 99% de intervalo de confiança

Fonte: Resultados obtidos com o uso do software Eviews®.

Confirmando os resultados apresentados pelo teste de causalidade de Granger, as tabelas de decomposição de variância do erro de previsão e os gráficos de função de resposta ao impulso demonstram que as variáveis de volume apresentam impacto sobre a volatilidade dos preços físicos, apesar de não ser muito grande este efeito. Este efeito analisado pela decomposição da variância do erro de previsão aumenta conforme o período após o choque cresce, chegando a representar 3% do total da variação da volatilidade no período dez. Estas informações podem ser encontradas no Anexo C do artigo.

5. Considerações Finais

O mercado de derivativos futuros de *commodities* é amplamente utilizado por diferentes participantes do mercado: pelos hedgers, para travar um determinado preço e obter uma margem de lucro predefinida, visando mitigar riscos que são inerentes a esta atividade, estando envolvidos nas etapas de produção e/ou negociação/comercialização dos produtos; e pelos especuladores, que não participam necessariamente do processo produtivo, e que tomam posições de acordo com as informações que possuem para extrair lucros a partir de movimentos do mercado.

O presente trabalho foca na atividade destes dois tipos de participantes, que é representada pelas variáveis de volume e de contratos em aberto, respectivamente, e seus efeitos sobre a volatilidade dos preços físicos nos mercados brasileiros de açúcar cristal e de etanol hidratado.

Conforme os resultados apresentados, verifica-se que as atividades no mercado futuro de Londres, por meio da bolsa LIFFE, não alteram as volatilidades do mercado físico de açúcar cristal do Brasil. Uma possível explicação para tal conclusão pode estar baseado no fato de que a maior parte dos *hedges* realizados para o açúcar cristal com venda no mercado doméstico é realizada com contratos da bolsa de Nova Iorque. Para estes contratos, observou-se relação de causalidade entre o volume negociado e a volatilidade dos preços físicos, resultado este que veio em linha com a expectativa de que a atividade do especulador tivesse um maior efeito sobre o mercado físico, embora este resultado não seja corroborado pelos resultados da análise da decomposição da variância dos erros de previsão nem da função de resposta ao impulso. Os contratos em aberto não apresentam relação com a volatilidade em nenhum dos casos estudados para o mercado de açúcar brasileiro.

Para o mercado de etanol, encontrou-se que a variável de volume apresenta relação de causalidade com o mercado de etanol físico, e, assim como nos demais casos, a variável representativa das atividades dos *hedgers* não apresentou relação de

causalidade com o mercado físico. Estes resultados são confirmados pelas análises de decomposição da variância do erro de previsão e da função de resposta ao impulso.

Comparando com estudos similares realizados para o mercado brasileiro, estes resultados estão em linha com os obtidos por Silveira, Maciel e Ballini (2011), que verificaram que alterações nas parcelas não esperadas dos volumes negociados de café e de boi gordo alteraram a volatilidade dos mercados à vista destas *commodities*. Também está alinhado com os resultados de Frick e Silveira (2011), que resultou na existência de relação causal entre a atividade especulativa, neste trabalho sendo representada pelos contratos em aberto, e a oscilação dos preços à vista. Entretanto, o presente trabalho apresenta resultado parecido com o de Nascimento (2005) apenas para a variável de atividade futura na bolsa de Londres, uma vez que Nascimento não encontrou relação de causalidade entre a volatilidade dos preços à vista das ações negociadas na Bovespa e a atividade de negociação do índice Ibovespa. A maior parte dos estudos realizados no exterior e que foram apresentados na revisão bibliográfica deste artigo também apresentam correlações entre as variáveis de negociação e a volatilidade nos mercados físicos correspondentes, mostrando que os resultados obtidos aqui estão alinhados com as pesquisas no tema.

Entretanto, este trabalho não esgota as análises sobre o assunto nos mercados de açúcar e etanol brasileiros, podendo ser expandido para englobar a direção dos impactos sobre o mercado físico no país, para a abertura dos contratos em aberto por tipo de participante, para realização de testes apenas com a quantidade de contratos do vencimento mais próximo (*nearby*), para o desenvolvimento de ferramentas que aperfeiçoem a realização de hedges, para a expansão para outros mercados de *commodities* dentro do país e para a expansão da teoria econômica por trás dos resultados obtidos.

6. Referências

ADRANGI, B.; CHATRATH, A. Futures Commitments and Exchange Rate Volatility. *Journal of Business Finance & Accounting*, v.25, p. 501-520. Abril/Maio 1998.

AHMAD, H.; SHAH, S.Z.A.; SHAH, I.A. Impact of Futures Trading on Spot Price Volatility: Evidence from Pakistan. *International Research Journal of Finance and Economics*, v.59, p. 145-165. 2010.

BESSEMBINDER, H.; SEGUIN, P.J. Futures Trading Activity and Stock Price Volatility. *The Journal of Finance*, v.47, n. 5, p. 2015-2034. Dezembro 1992.

BESSEMBINDER, Hendrik; SEGUIN, Paul J. Price Volatility, Trading Volume, and Market Depth: Evidence from Futures Markets. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v.28, n.1, p. 21-39. Março 1993.

BOLOGNA, P.; CAVALLO, L. Does the Introduction of Stock Index Futures Effectively Reduce Stock Market Volatility? Is the “Futures Effect” Immediate? Evidence from the Italian Stock Exchange Using GARCH. *Applied Financial Economics*, v. 12, n. 3, p. 183-192. 2002.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. Time Series Analysis Forecasting and Control. São Francisco: Holden-Day, 1970.

BROOKS, C. *Introductory Econometrics for Finance*. 2a. ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2008.

CARTER, C.A. Commodity Futures Markets: a survey. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, v. 43, n.2, p. 209-247. 1999.

CHATRATH, A.; RAMCHANDER, S.; SONG, F. The Role of Futures Trading Activity in Exchange Rate Volatility. *Journal of Futures Markets*, v. 16, n. 5, p. 561-584. Agosto 1996.

DARRAT, A.F.; RAHMAN, S. Has Futures Trading Activity Caused Stock Price Volatility? *Journal of Futures Markets*, v. 15, n. 5, p. 537-557. Agosto 1995.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, v.49, n.4, 1057-1072. 1981.

EDWARDS, F.R. Futures Trading and cash market volatility: Stock index and interest rate futures. *Journal of Futures Markets*, v.8, p. 421-439. 1988.

ENDERS, Walter. *Applied econometric time series*. [Nova Iorque]: John Wiley & sons, Inc., 1995. 433 p.

FAMA, E. Forward and spot Exchange rates. *Journal of Monetary Economics*, n.14, p. 319-338. 1984.

FIGLEWSKI, S. Futures Trading and Volatility in the GNMA Market. *Journal of Finance*, v. 36, n.2, p. 445-456. Maio 1981.

FRANKEL, J.A. In Search of the Exchange Risk Premium: A Six-Currency Test Assuming Mean-Variance Optimization. *Journal of International Money and Finance*, v.1, p. 255-274. 1982.

FRANKEL, J.A.; POONAWALA, J. The Forward Market in Emerging Currencies: Less biased than in major currencies. *NBER Working Paper*, n. 12496. 2006.

FRATZSCHER, O. Emerging Derivative Markets in Asia. *Asian Financial Market Development*, 2006. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPFINFINSECDEV/Resources/589748->

1144293317827/EAFinance_bkgrnd_Derivative_Markets.pdf>. Acessado em: 08 de setembro de 2012.

FREITAS, Clailton A.; NICOLA, Danieli S.; PAZ, Marlon V. Previsão dos preços do açúcar e análise da sua volatilidade no mercado de futuro brasileiro (2003 a 2007): Uma aplicação de modelos da família ARCH. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, XLVI, 2008. Acre. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/9/167.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

FRICK, O. O.; SILVEIRA, R. L. F. Impacto da negociação de contratos futuros de café por diferentes agentes de mercado sobre a volatilidade dos preços à vista. 1ª Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities, 2011, São Paulo.

GULEN, H.; MAYHEW, S. Stock Index Futures Trading and Volatility in International Equity Markets. *Purdue CIBER Working Papers*. Paper 144. 1999.

KIM, M.; Min, B. Derivatives Trading and Volatility in Foreign Exchange Markets. *Journal of Korea Trade*, v. 12, n.1, p. 23-41. 2008.

KUMAR, B.; PANDEY, A. Price Volatility, Trading Volume and Open Interest: Evidence from Indian Commodity Futures Markets. 2010. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1658844>>. Acessado em: 08 de setembro de 2012.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. C. *Análise de séries temporais*. São Paulo: Edgar Blücher, 2004. 535 p.

NASCIMENTO, B. F. O mercado futuro de índice de ações e seu efeito sobre a volatilidade dos preços de ações no mercado à vista no Brasil. *Revista de Economia & Relações Internacionais*, v. 4, n. 7, p. 129-141. Julho 2005.

NELSON, Daniel B. Conditional Heteroskedasticity in asset pricing: A new approach. *Econometrica*, v.59, n.2, 1991, p. 347-370, Mar. 1991

NIENABER, H.; SMIT, E.M. Futures-Trading Activity and Share Price Volatility in South Africa. *Investment Analysts Journal*, n.44, p.51-59. Julho 1997.

PINDYCK, R.S. The Dynamics of Commodity Spot and Futures Markets: A Primer. *The Energy Journal*, v.22, n.3. 2001.

RAY, K.; PANDA, A.K. The Impact of Derivative Trading on Spot Market Volatility: Evidence for Indian Derivative Market. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, v. 1, n. 7, p. 117-131. Julho 2011.

SILVEIRA, R. L. F. ; MACIEL, L. S. ; BALLINI, R. . Derivativos sobre commodities influenciam a volatilidade dos preços à vista? Uma análise nos mercados de boi gordo e café arábica. *XXXIX Encontro Nacional de Economia*, 2011, Foz do Iguaçu.

STULZ, R. M. Should we fear Derivatives? *Journal of Economic Perspectives*, v.18, n. 3, p.173-192. Junho 2004.

VASCONCELLOS, M. A. S. (Org.); ALVES, D. C. (Org.). *Manual de Econometria*. 1a. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de Demanda: Uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. *Gestão & Produção*, v.10, n.1, 47-67. 2003.

WANG, T.; HUANG, Z. The Relationship between Volatility and Trading Volume in the Chinese Stock Market: A Volatility Decomposition Perspective. *Annals of Economics and Finance*, v. 13, n. 1, p. 211-236. 2012.

YANG, Jian; BALYEAT, Brian; LEATHMAN, David J.. Futures Trading Activity and Commodity Cash Price Volatility. *Journal of Business Finance & Accounting*, v.32, p. 297-323. Janeiro 2005.

Anexos

Anexo A – Açúcar branco vs. Açúcar Cristal à vista

Teste de raiz unitária para as séries de preços físicos e para as séries de variáveis de negociação

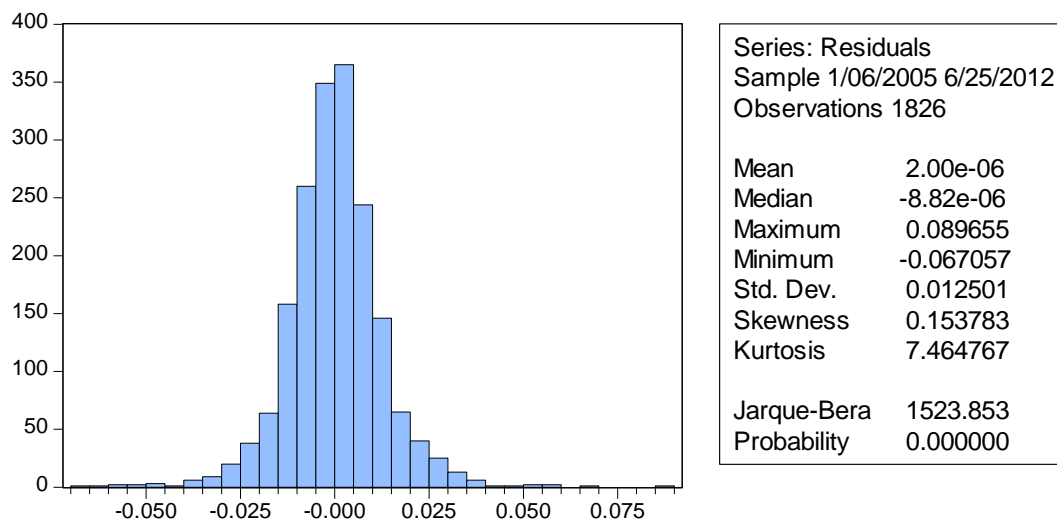
Açúcar Branco x Açúcar Cristal Spot

Séries	τ_t	τ_{at}	$\tau_{\beta t}$	ϕ_3	ϕ_2	τ_μ	$\tau_{a\mu}$	ϕ_1	τ
QW_OI	-	3.7*	-0.73	0**	3.74**	-3.83	3.71**	30.33	-
QW_VOL	-	9.014**	-0.03	0**	33.20	-11.86	10.87**	49.80	-
Açúcar_Spot_Retornos	-	0.97	-0.69	0.23**	0.34**	-	0.75	0.2789**	-10.85

Obs: (*) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 95%

(**) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 99%.

Teste de normalidade para a série de retornos dos preços físicos de açúcar cristal



Especificação do modelo VAR escolhido para a série de contratos em aberto

Estimativa dos Vetores Autoregressivos

	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_OI_EXPECTED	QW_OI_UNEXPECTED
CRYSTAL_VOLATILITY(-1)	1.568879 [63.5821]	-929.5335 [-0.05299]	153910.1 [1.03243]
CRYSTAL_VOLATILITY(-2)	-1.046223 [-22.8290]	-24698.42 [-0.75805]	-261323.5 [-0.94382]
CRYSTAL_VOLATILITY(-3)	0.717684 [13.7696]	33010.17 [0.89084]	273278.7 [0.86784]
CRYSTAL_VOLATILITY(-4)	-0.487832 [-9.09184]	-20132.53 [-0.52777]	-20577.72 [-0.06348]
CRYSTAL_VOLATILITY(-5)	0.283802 [5.45424]	32202.48 [0.87051]	-365723.8 [-1.16338]
CRYSTAL_VOLATILITY(-6)	-0.122115 [-2.66909]	-41470.38 [-1.27497]	346714.5 [1.25434]
CRYSTAL_VOLATILITY(-7)	0.037933 [1.54030]	22738.86 [1.29875]	-114723.9 [-0.77107]
QW_OI_EXPECTED(-1)	-2.44E-08 [-0.70700]	0.985314 [40.2032]	-0.182094 [-0.87430]
QW_OI_EXPECTED(-2)	7.43E-08 [1.53621]	0.029750 [0.86480]	0.069408 [0.23742]
QW_OI_EXPECTED(-3)	2.15E-08 [0.44418]	-0.020334 [-0.59054]	0.012514 [0.04277]
QW_OI_EXPECTED(-4)	-0.000000101 [-2.12745]	-0.021868 [-0.64591]	-0.077006 [-0.26765]
QW_OI_EXPECTED(-5)	2.59E-08 [0.55408]	-0.000366 [-0.01099]	0.016089 [0.05688]
QW_OI_EXPECTED(-6)	5.77E-09 [0.12328]	-0.1025 [-3.08177]	-0.072633 [-0.25698]
QW_OI_EXPECTED(-7)	9.08E-10 [0.02811]	0.109346 [4.76205]	0.216361 [1.10880]
QW_OI_UNEXPECTED(-1)	-2.83E-09 [-0.69290]	0.310640 [106.977]	-0.007941 [-0.32180]
QW_OI_UNEXPECTED(-2)	9.06E-09 [0.78971]	-0.001111 [-0.13622]	0.074021 [1.06789]
QW_OI_UNEXPECTED(-3)	-1.77E-08 [-1.54279]	-0.001977 [-0.24239]	0.044189 [0.63752]
QW_OI_UNEXPECTED(-4)	-2.25E-08 [-1.96085]	0.035085 [4.30212]	0.045417 [0.65534]
QW_OI_UNEXPECTED(-5)	1.57E-08 [1.42006]	0.009284 [1.17802]	0.071448 [1.06679]
QW_OI_UNEXPECTED(-6)	4.63E-09 [0.41749]	0.007684 [0.97556]	0.057636 [0.86107]
QW_OI_UNEXPECTED(-7)	3.40E-10 [0.03070]	0.031673 [4.02235]	0.079736 [1.19160]
C	-0.000171 [-1.08102]	1271.843 [11.2784]	1064.630 [1.11095]

Variance Decomposition of CRYSTAL_VOLATILITY:

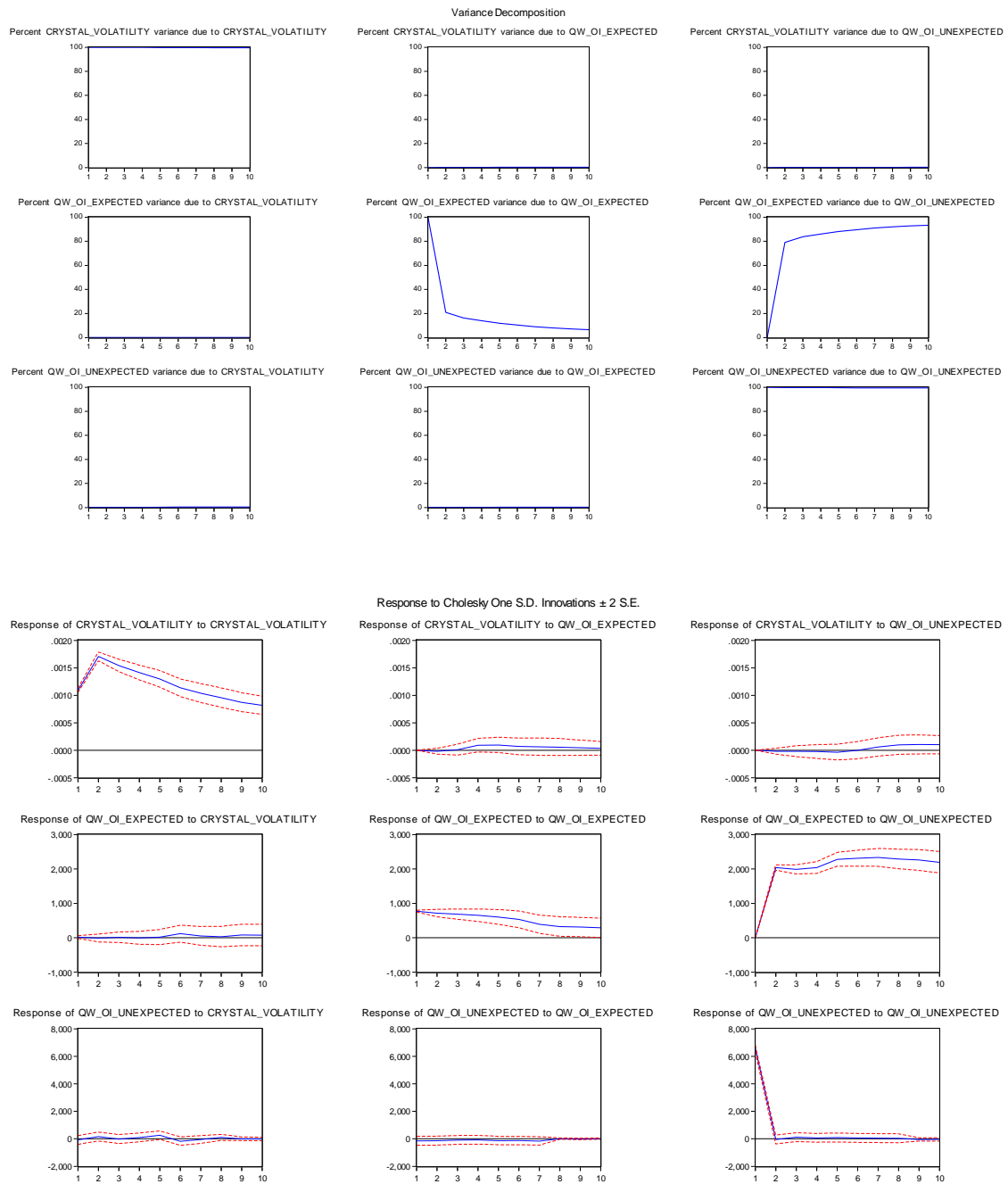
Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_OI_EXPECTED	QW_OI_UNEXPECTED
1	0.001088	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.002024	99.98329	0.008271	0.008440
3	0.002543	99.98208	0.006846	0.011070
4	0.002911	99.88355	0.100893	0.015559
5	0.003189	99.80221	0.172173	0.025613
6	0.003385	99.78325	0.194024	0.022721
7	0.003542	99.74330	0.208280	0.048416
8	0.003670	99.66748	0.217234	0.115289
9	0.003774	99.59554	0.219328	0.185134
10	0.003863	99.53937	0.216769	0.243858

Variance Decomposition of QW_OI_EXPECTED:

Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_OI_EXPECTED	QW_OI_UNEXPECTED
1	773.4518	0.043943	99.95606	0.000000
2	2296.446	0.007671	20.99943	78.99290
3	3113.021	0.005588	16.24312	83.75129
4	3779.343	0.003961	13.99407	86.00197
5	4454.891	0.004204	11.89568	88.10012
6	5047.932	0.057143	10.37895	89.56390
7	5574.732	0.055049	8.997620	90.94733
8	6035.459	0.049597	7.966541	91.98386
9	6452.199	0.058261	7.201285	92.74045
10	6821.304	0.064422	6.619617	93.31596

Variance Decomposition of QW_OI_UNEXPECTED:

Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_OI_EXPECTED	QW_OI_UNEXPECTED
1	6572.813	0.017316	0.055615	99.92707
2	6576.576	0.080377	0.100595	99.81903
3	6578.195	0.081905	0.119057	99.79904
4	6579.642	0.102336	0.132091	99.76557
5	6586.805	0.258106	0.173777	99.56812
6	6590.845	0.331298	0.212447	99.45625
7	6593.168	0.336577	0.273169	99.39025
8	6594.017	0.359669	0.273373	99.36696
9	6594.241	0.359767	0.274306	99.36593
10	6594.399	0.360220	0.274532	99.36525



Especificação do modelo VAR escolhido para a série de volume

Estimativa dos Vetores Autoregressivos			
	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_VOL_EXPECTED	QW_VOL_UNEXPECTED
CRYSTAL_VOLATILITY(-1)	1.577832 [63.6796]	3372.662 [0.53862]	-40426.17 [-0.55621]
CRYSTAL_VOLATILITY(-2)	-1.066215 [-23.0226]	-14668.49 [-1.25332]	138346.2 [1.01838]
CRYSTAL_VOLATILITY(-3)	0.756483 [14.1869]	28634.56 [2.12493]	-130609.2 [-0.83502]
CRYSTAL_VOLATILITY(-4)	-0.551147 [-9.75791]	-27832.44 [-1.94988]	180557.9 [1.08978]
CRYSTAL_VOLATILITY(-5)	0.357868 [6.17231]	12482.81 [0.85193]	-219127.2 [-1.28841]
CRYSTAL_VOLATILITY(-6)	-0.211541 [-3.64935]	-8732.55 [-0.59612]	211498.0 [1.24384]
CRYSTAL_VOLATILITY(-7)	0.164865 [2.91943]	15903.65 [1.11438]	-143270.4 [-0.86489]
CRYSTAL_VOLATILITY(-8)	-0.089702 [-1.68191]	-12607.14 [-0.93537]	142382.3 [0.91011]
CRYSTAL_VOLATILITY(-9)	-0.014381 [-0.31062]	2766.288 [0.23643]	-189054.6 [-1.39207]
CRYSTAL_VOLATILITY(-10)	0.029038 [1.17168]	3363.220 [0.53698]	71197.99 [0.97935]
QW_VOL_EXPECTED(-1)	1.83E-07 [1.92495]	0.736368 [30.6893]	0.609721 [2.18922]
QW_VOL_EXPECTED(-2)	-0.000000197 [-1.72173]	0.078510 [2.72076]	-0.767827 [-2.29242]
QW_VOL_EXPECTED(-3)	1.65E-07 [1.45870]	0.076938 [2.68836]	-0.056069 [-0.16879]
QW_VOL_EXPECTED(-4)	-0.000000024 [-2.16557]	-0.06761 [-2.41040]	0.337195 [1.03568]
QW_VOL_EXPECTED(-5)	1.01E-07 [0.91648]	-0.024537 [-0.87691]	-0.560075 [-1.72442]
QW_VOL_EXPECTED(-6)	-4.46E-08 [-0.45314]	-0.046883 [-1.88561]	0.024885 [0.08623]
QW_VOL_EXPECTED(-7)	9.28E-08 [0.96639]	0.044897 [1.85049]	0.000259 [0.00092]
QW_VOL_EXPECTED(-8)	-3.75E-08 [-0.45561]	0.005425 [0.26095]	0.318253 [1.31880]
QW_VOL_EXPECTED(-9)	1.72E-08 [0.21262]	-0.033049 [-1.61782]	-0.369052 [-1.55643]
QW_VOL_EXPECTED(-10)	-1.71E-08 [-0.30872]	0.020860 [1.48920]	0.210565 [1.29505]
QW_VOL_UNEXPECTED(-1)	3.39E-09 [0.40171]	0.373442 [174.853]	-0.003938 [-0.15884]
QW_VOL_UNEXPECTED(-2)	-5.74E-08 [-1.57378]	0.003642 [0.39517]	-0.23816 [-2.22603]
QW_VOL_UNEXPECTED(-3)	2.31E-08 [0.64164]	-0.025715 [-2.83016]	0.114686 [1.08745]
QW_VOL_UNEXPECTED(-4)	-4.69E-08 [-1.30160]	0.045900 [5.04162]	0.099056 [0.93735]
QW_VOL_UNEXPECTED(-5)	4.17E-08 [1.16339]	0.038008 [4.19621]	-0.108963 [-1.03641]
QW_VOL_UNEXPECTED(-6)	-4.56E-09 [-0.13070]	-0.038378 [-4.34935]	0.181820 [1.77521]
QW_VOL_UNEXPECTED(-7)	2.66E-08 [0.79892]	0.006663 [0.79278]	0.187951 [1.92654]
QW_VOL_UNEXPECTED(-8)	-2.94E-08 [-0.99343]	-0.000487 [-0.06505]	0.097452 [1.12162]
QW_VOL_UNEXPECTED(-9)	-7.53E-09 [-0.27752]	-0.017281 [-2.51886]	-0.019413 [-0.24379]
QW_VOL_UNEXPECTED(-10)	-5.22E-10 [-0.01934]	0.048094 [7.05649]	0.182834 [2.31110]
C	-0.000159 [-0.43080]	1412.596 [15.1366]	1697.098 [1.56670]

Variance Decomposition of CRYSTAL_VOLATILITY:

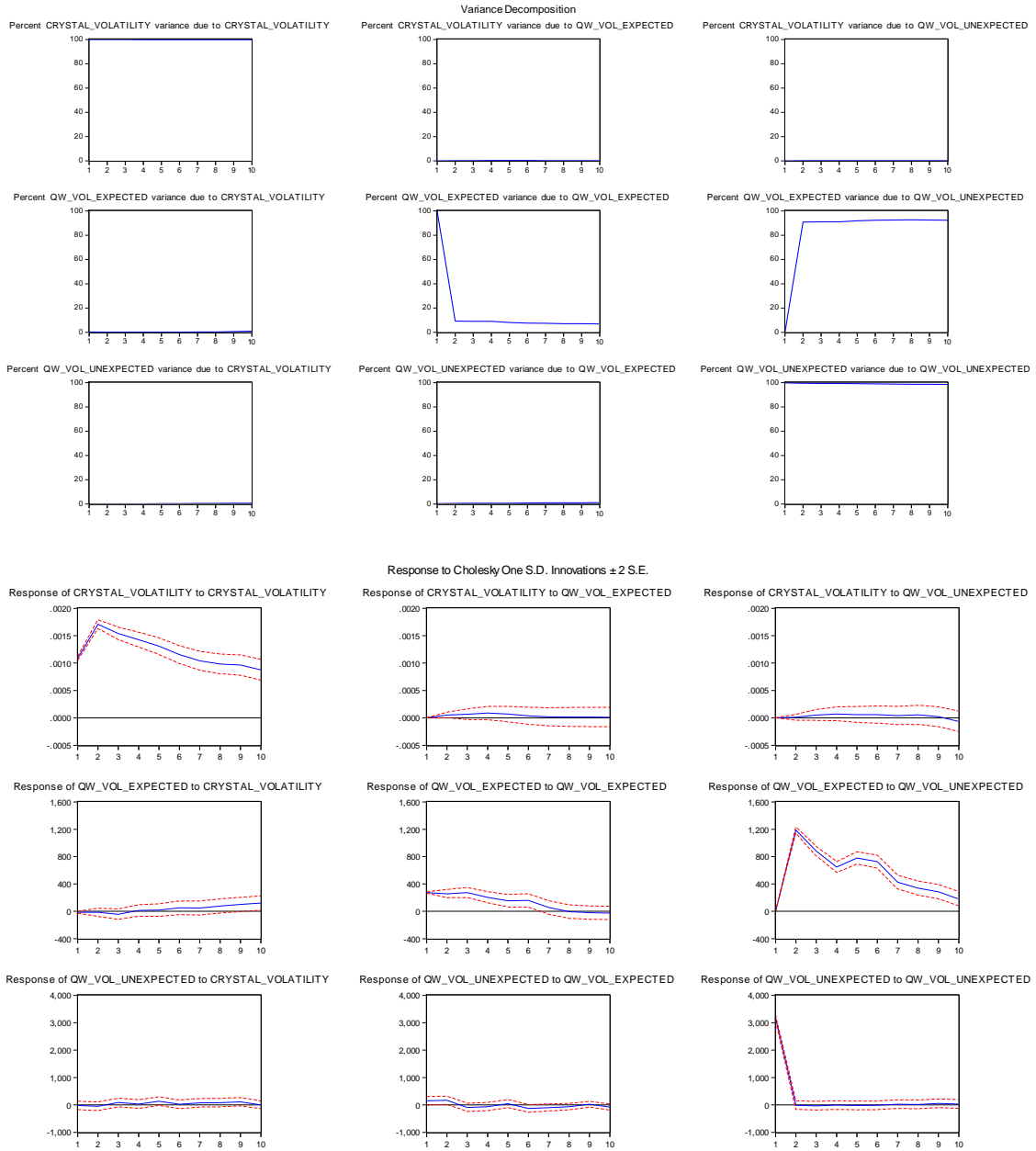
Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_VOL_EXPECTED	QW_VOL_UNEXPECTED
1	0.001085	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.002025	99.93486	0.062304	0.002840
3	0.002546	99.85282	0.104496	0.042682
4	0.002920	99.74001	0.167907	0.092083
5	0.003201	99.70346	0.185210	0.111328
6	0.003403	99.69656	0.174607	0.128829
7	0.003559	99.70623	0.162095	0.131671
8	0.003692	99.70434	0.152021	0.143638
9	0.003816	99.71845	0.144006	0.137543
10	0.003916	99.70255	0.137823	0.159625

Variance Decomposition of QW_VOL_EXPECTED:

Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_VOL_EXPECTED	QW_VOL_UNEXPECTED
1	274.1482	0.272347	99.72765	0.000000
2	1245.197	0.027617	9.099133	90.87325
3	1550.283	0.091084	8.986896	90.92202
4	1692.595	0.080890	9.004095	90.91502
5	1870.253	0.074760	8.042312	91.88293
6	2012.939	0.126232	7.559321	92.31445
7	2058.933	0.174766	7.299569	92.52567
8	2088.075	0.307288	7.097962	92.59475
9	2110.159	0.523921	6.959367	92.51671
10	2121.445	0.839662	6.899604	92.26073

Variance Decomposition of QW_VOL_UNEXPECTED:

Period	S.E.	CRYSTAL_VOLATILITY	QW_VOL_EXPECTED	QW_VOL_UNEXPECTED
1	3182.134	0.004617	0.218601	99.77678
2	3186.935	0.031733	0.490368	99.47790
3	3189.648	0.108173	0.571912	99.31991
4	3190.423	0.116279	0.611568	99.27215
5	3193.680	0.292281	0.632349	99.07537
6	3196.499	0.296079	0.800286	98.90363
7	3198.940	0.348458	0.893424	98.75812
8	3200.657	0.409019	0.936420	98.65456
9	3203.178	0.533015	0.939600	98.52739
10	3204.311	0.532688	1.001004	98.46631



Anexo B – Açúcar bruto vs. Açúcar Cristal à vista

Teste de raiz unitária para a série de preços físicos e para as variáveis de negociação

Açúcar Bruto x Açúcar Cristal Spot

Séries	τ_τ	$\tau_{\alpha\tau}$	$\tau_{\beta\tau}$	ϕ_3	ϕ_2	τ_μ	$\tau_{\alpha\mu}$	ϕ_1	τ
SB_OI	-	3.4989*	1.35	0**	6.65	-3.42	3.44**	9.98	-
SB_VOL	-	9.04	5.52**	4.26**	9.13	24.62	0.00	0.00	-
Açúcar_Spot_Returnos	-	0.97	-0.69	0.23**	0.34**	-	0.75	0.2789**	-10.85

Obs: (*) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 95%

(**) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 99%.

Especificação do modelo VAR para a série de contratos em aberto

Estimativa dos Vetores Autoregressivos			
	SUGAR_VOLATILITY	SB_OI_EXPECTED	SB_OI_UNEXPECTED
SUGAR_VOLATILITY(-1)	1.618749 [68.2384]	-0.00000806 [-0.92685]	-625819.9 [-0.27630]
SUGAR_VOLATILITY(-2)	-1.16323 [-25.7836]	1.50E-05 [0.90845]	1444848. [0.33541]
SUGAR_VOLATILITY(-3)	0.869074 [16.4834]	-0.000012 [-0.61824]	2987715. [0.59348]
SUGAR_VOLATILITY(-4)	-0.661443 [-11.7408]	1.64E-05 [0.79229]	-6074516 [-1.12926]
SUGAR_VOLATILITY(-5)	0.464084 [7.99520]	-0.0000278 [-1.30545]	4324227. [0.78022]
SUGAR_VOLATILITY(-6)	-0.302467 [-5.21350]	3.62E-05 [1.70282]	-134271.7 [-0.02424]
SUGAR_VOLATILITY(-7)	0.231614 [4.11260]	-0.0000292 [-1.41547]	1524072. [0.28342]
SUGAR_VOLATILITY(-8)	-0.154117 [-2.92200]	-0.00000184 [-0.09508]	-9093454 [-1.80566]
SUGAR_VOLATILITY(-9)	0.059695 [1.32268]	1.41E-05 [0.85141]	11893360 [2.75991]
SUGAR_VOLATILITY(-10)	-0.007009 [-0.29529]	-0.00000411 [-0.47177]	-5536249 [-2.44282]
SB_OI_EXPECTED(-1)	-2.58E-09 [-0.48128]	0.168685 [8.6e+10]	0.170407 [0.33346]
SB_OI_EXPECTED(-2)	-2.64E-09 [-0.45192]	0.109427 [5.1e+10]	-0.42551 [-0.76417]
SB_OI_EXPECTED(-3)	4.41E-09 [0.78052]	0.103112 [5.0e+10]	-0.147521 [-0.27373]
SB_OI_EXPECTED(-4)	-1.44E-09 [-0.27408]	0.108278 [5.6e+10]	0.237189 [0.47332]
SB_OI_EXPECTED(-5)	-1.21E-10 [-0.02371]	0.074281 [4.0e+10]	-0.205592 [-0.42026]
SB_OI_EXPECTED(-6)	3.13E-09 [0.63614]	0.079513 [4.4e+10]	0.180185 [0.38326]
SB_OI_EXPECTED(-7)	-4.43E-09 [-0.86694]	0.067974 [3.6e+10]	-0.705764 [-1.44783]
SB_OI_EXPECTED(-8)	8.93E-09 [1.81560]	0.062864 [3.5e+10]	0.816854 [1.73978]
SB_OI_EXPECTED(-9)	-4.94E-09 [-1.01912]	0.082410 [4.6e+10]	-0.196014 [-0.42321]
SB_OI_EXPECTED(-10)	-4.91E-10 [-0.13341]	0.084614 [6.3e+10]	0.292729 [0.83285]
SB_OI_UNEXPECTED(-1)	2.39E-10 [0.96283]	0.168685 [1.9e+12]	-0.017053 [-0.71998]
SB_OI_UNEXPECTED(-2)	8.00E-10 [0.85847]	0.109427 [3.2e+11]	-0.045916 [-0.51623]
SB_OI_UNEXPECTED(-3)	1.29E-09 [1.72129]	0.103112 [3.8e+11]	0.023639 [0.33135]
SB_OI_UNEXPECTED(-4)	-4.66E-10 [-0.61158]	0.108278 [3.9e+11]	0.027563 [0.37890]
SB_OI_UNEXPECTED(-5)	5.94E-10 [0.72865]	0.074281 [2.5e+11]	-0.015423 [-0.19828]
SB_OI_UNEXPECTED(-6)	3.44E-10 [0.52210]	0.079513 [3.3e+11]	0.033674 [0.53451]
SB_OI_UNEXPECTED(-7)	-6.27E-10 [-0.77871]	0.067974 [2.3e+11]	-0.014776 [-0.19212]
SB_OI_UNEXPECTED(-8)	7.59E-10 [1.09652]	0.062864 [2.5e+11]	0.098383 [1.48904]
SB_OI_UNEXPECTED(-9)	-8.29E-10 [-1.17741]	0.082410 [3.2e+11]	-0.055078 [-0.81964]
SB_OI_UNEXPECTED(-10)	4.50E-10 [0.55111]	0.084614 [2.8e+11]	-0.009625 [-0.12341]
C	0.000111 [0.59018]	37124.62 [5.4e+11]	-10087.33 [-0.56415]

Variance Decomposition of SUGAR_VOLATILITY:

Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_OI_EXPECTED	SB_OI_UNEXPECTED
1	0.001044	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.001986	99.98564	1.24E-11	0.014359
3	0.002501	99.90223	8.46E-11	0.097773
4	0.002869	99.68649	2.71E-10	0.313513
5	0.003143	99.60853	3.39E-10	0.391465
6	0.003341	99.59217	3.53E-10	0.407826
7	0.003496	99.57813	3.65E-10	0.421869
8	0.003626	99.60537	3.41E-10	0.394626
9	0.003744	99.62736	3.22E-10	0.372643
10	0.003839	99.64547	3.07E-10	0.354535

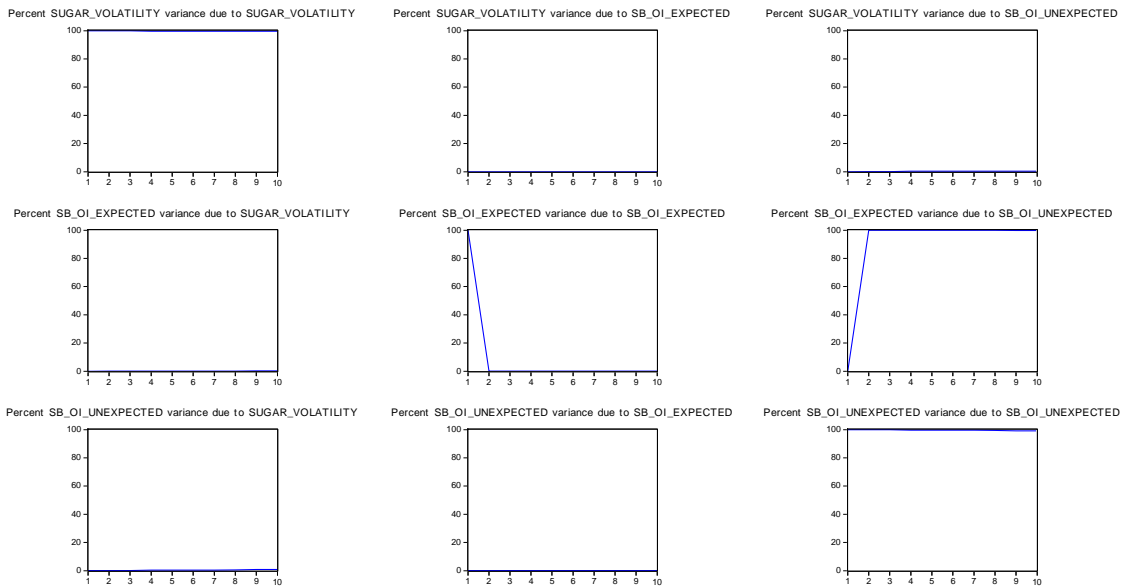
Variance Decomposition of SB_OI_EXPECTED:

Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_OI_EXPECTED	SB_OI_UNEXPECTED
1	3.83E-07	8.02E-09	100.0000	0.000000
2	16811.99	0.087163	8.64E-08	99.91284
3	21535.74	0.108638	8.64E-08	99.89136
4	25639.67	0.103855	8.64E-08	99.89615
5	29998.43	0.085025	8.64E-08	99.91497
6	32954.47	0.073592	8.64E-08	99.92641
7	36110.57	0.064216	8.64E-08	99.93578
8	38958.92	0.098521	8.64E-08	99.90148
9	41674.16	0.187786	8.63E-08	99.81221
10	45086.71	0.168517	8.64E-08	99.83148

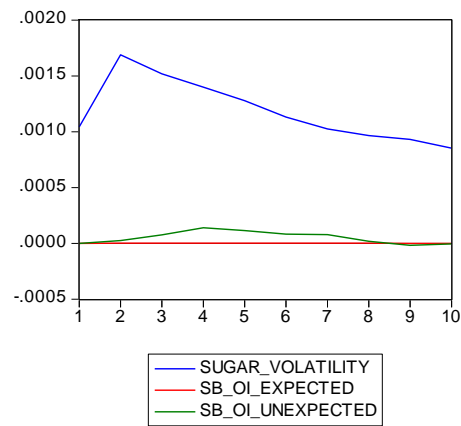
Variance Decomposition of SB_OI_UNEXPECTED:

Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_OI_EXPECTED	SB_OI_UNEXPECTED
1	99664.89	0.087163	8.64E-08	99.91284
2	99681.20	0.090794	8.64E-08	99.90921
3	99696.95	0.093403	8.64E-08	99.90660
4	99835.92	0.313135	8.62E-08	99.68686
5	99878.52	0.312886	8.62E-08	99.68711
6	99910.21	0.312694	8.62E-08	99.68731
7	100007.3	0.417333	8.61E-08	99.58267
8	100159.2	0.588430	8.60E-08	99.41157
9	100359.2	0.804823	8.58E-08	99.19518
10	100475.1	0.829908	8.58E-08	99.17009

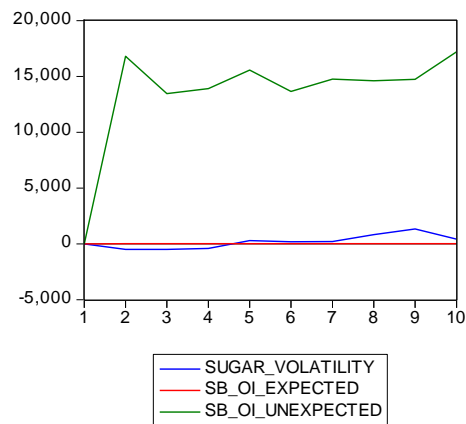
Variance Decomposition



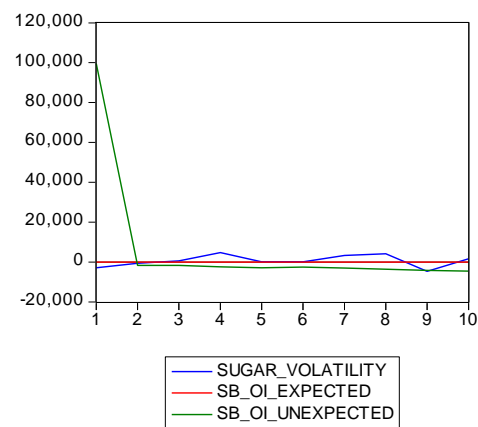
Response of SUGAR_VOLATILITY to Cholesky
One S.D. Innovations



Response of SB_OI_EXPECTED to Cholesky
One S.D. Innovations



Response of SB_OI_UNEXPECTED to Cholesky
One S.D. Innovations



Especificação do modelo VAR para a série de volume

Estimativa dos Vetores Autoregressivos			
	SUGAR_VOLATILITY	SB_VOL_EXPECTED	SB_VOL_UNEXPECTED
SUGAR_VOLATILITY(-1)	1.620471 [68.4001]	9.26E-08 [0.20030]	-494449.6 [-0.65758]
SUGAR_VOLATILITY(-2)	-1.170493 [-26.0022]	-0.00000013 [-0.01481]	1107151. [0.77492]
SUGAR_VOLATILITY(-3)	0.881459 [16.7429]	8.35E-07 [0.81243]	-4027.962 [-0.00241]
SUGAR_VOLATILITY(-4)	-0.669587 [-11.9007]	-0.00000185 [-1.68857]	-465303.2 [-0.26056]
SUGAR_VOLATILITY(-5)	0.465906 [8.04905]	1.45E-06 [1.28398]	767335.2 [0.41768]
SUGAR_VOLATILITY(-6)	-0.304367 [-5.26301]	-0.000000586 [-0.51894]	261845.2 [0.14266]
SUGAR_VOLATILITY(-7)	0.234331 [4.17435]	1.19E-07 [0.10853]	-362860.2 [-0.20366]
SUGAR_VOLATILITY(-8)	-0.152451 [-2.90277]	-0.000000207 [-0.20152]	-1198782 [-0.71917]
SUGAR_VOLATILITY(-9)	0.054552 [1.21449]	7.17E-07 [0.81824]	1069396. [0.75012]
SUGAR_VOLATILITY(-10)	-0.00474 [-0.20030]	-0.000000447 [-0.96741]	-587977.5 [-0.78289]
SB_VOL_EXPECTED(-1)	-3.11E-08 [-0.62449]	0.397438 [4.1e+11]	-3.374841 [-2.13339]
SB_VOL_EXPECTED(-2)	4.19E-08 [2.33444]	0.155133 [4.4e+11]	0.298755 [0.52456]
SB_VOL_EXPECTED(-3)	8.46E-09 [0.53636]	0.070380 [2.3e+11]	-0.309005 [-0.61760]
SB_VOL_EXPECTED(-4)	-9.71E-09 [-0.67168]	0.108919 [3.9e+11]	-0.204398 [-0.44555]
SB_VOL_EXPECTED(-5)	-7.82E-09 [-0.53971]	0.093309 [3.3e+11]	0.844517 [1.83696]
SB_VOL_EXPECTED(-6)	1.30E-08 [0.73874]	-0.031581 [-9.2e+10]	1.162296 [2.08323]
SB_VOL_EXPECTED(-7)	-0.000000024 [-2.28971]	0.001059 [5.2e+09]	-0.237643 [-0.71491]
SB_VOL_EXPECTED(-8)	-2.73E-09 [-0.26024]	0.015765 [7.7e+10]	0.189364 [0.56954]
SB_VOL_EXPECTED(-9)	-0.000000015 [-1.39109]	-0.039608 [-1.9e+11]	0.131037 [0.38327]
SB_VOL_EXPECTED(-10)	2.49E-08 [2.88304]	0.087715 [5.2e+11]	0.611770 [2.23519]
SB_VOL_UNEXPECTED(-1)	-6.13E-10 [-0.82098]	0.397438 [2.7e+13]	-0.00615 [-0.25970]
SB_VOL_UNEXPECTED(-2)	1.23E-08 [0.62260]	0.155133 [4.0e+11]	1.341618 [2.13424]
SB_VOL_UNEXPECTED(-3)	-6.32E-09 [-0.37769]	0.070380 [2.2e+11]	0.940886 [1.77297]
SB_VOL_UNEXPECTED(-4)	-8.79E-09 [-0.58589]	0.108919 [3.7e+11]	0.892654 [1.87502]
SB_VOL_UNEXPECTED(-5)	-5.43E-11 [-0.00326]	0.093309 [2.9e+11]	1.068524 [2.02144]
SB_VOL_UNEXPECTED(-6)	8.40E-10 [0.05933]	-0.031581 [-1.1e+11]	0.778906 [1.73309]
SB_VOL_UNEXPECTED(-7)	-8.62E-09 [-1.27032]	0.001059 [8.0e+09]	0.091348 [0.42397]
SB_VOL_UNEXPECTED(-8)	4.02E-09 [0.64500]	0.015765 [1.3e+11]	0.294116 [1.48592]
SB_VOL_UNEXPECTED(-9)	7.13E-09 [1.30790]	-0.039608 [-3.7e+11]	0.212101 [1.22607]
SB_VOL_UNEXPECTED(-10)	8.18E-09 [1.82405]	0.087715 [1.0e+12]	-0.107179 [-0.75278]
C	0.000190 [0.15681]	12150.32 [5.1e+11]	76234.61 [1.98021]

Variance Decomposition of SUGAR_VOLATILITY:

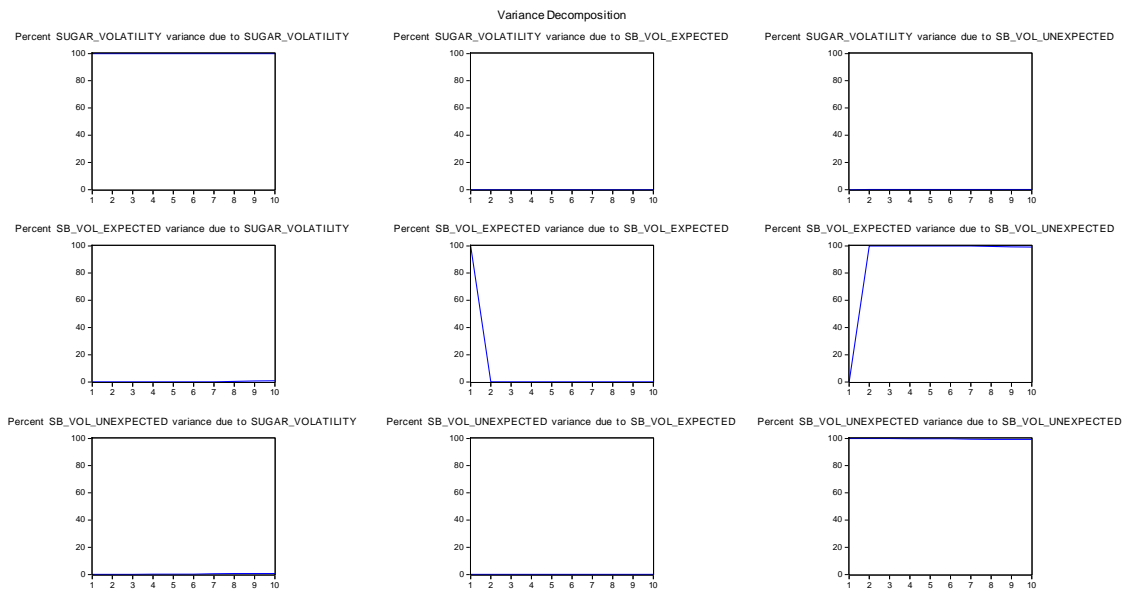
Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_VOL_UNEXPECTED	SB_VOL_EXPECTED
1	0.001043	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.001987	99.98958	0.010418	1.03E-23
3	0.002501	99.97491	0.025093	8.87E-24
4	0.002867	99.97917	0.020831	9.21E-24
5	0.003141	99.98210	0.017896	1.10E-23
6	0.003339	99.98406	0.015942	1.09E-23
7	0.003492	99.98452	0.015484	1.17E-23
8	0.003622	99.98020	0.019798	1.14E-23
9	0.003739	99.97084	0.029161	1.08E-23
10	0.003833	99.96965	0.030353	1.29E-23

Variance Decomposition of SB_VOL_UNEXPECTED:

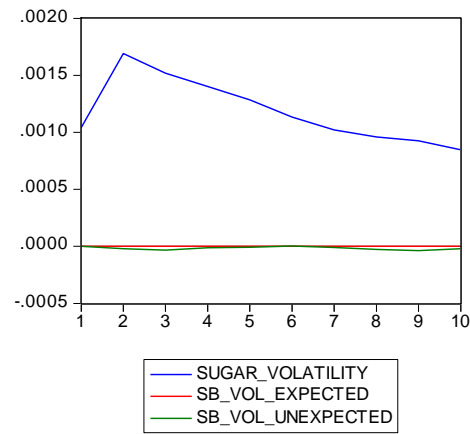
Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_VOL_UNEXPECTED	SB_VOL_EXPECTED
1	33103.76	0.036356	99.96364	0.000000
2	33108.34	0.060245	99.93976	4.35E-22
3	33109.91	0.069686	99.93031	4.74E-22
4	33128.72	0.182354	99.81765	5.35E-22
5	33132.51	0.204161	99.79584	5.84E-22
6	33145.55	0.281969	99.71803	5.84E-22
7	33190.03	0.548716	99.45128	5.89E-22
8	33216.08	0.702239	99.29776	5.93E-22
9	33218.01	0.713183	99.28682	5.93E-22
10	33218.78	0.713252	99.28675	5.93E-22

Variance Decomposition of SB_VOL_EXPECTED:

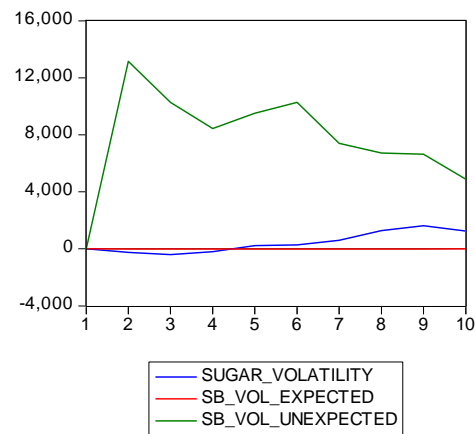
Period	S.E.	SUGAR_VOLATILITY	SB_VOL_UNEXPECTED	SB_VOL_EXPECTED
1	2.05E-08	3.10E-06	3.01E-05	99.99997
2	13156.69	0.036356	99.96364	2.80E-22
3	16702.45	0.080211	99.91979	3.33E-22
4	18711.92	0.074683	99.92532	4.37E-22
5	20988.36	0.071390	99.92861	5.33E-22
6	23373.50	0.072019	99.92798	6.68E-22
7	24522.63	0.124490	99.87551	8.51E-22
8	25459.02	0.365512	99.63449	9.22E-22
9	26360.69	0.720539	99.27946	9.96E-22
10	26838.82	0.912730	99.08727	1.09E-21



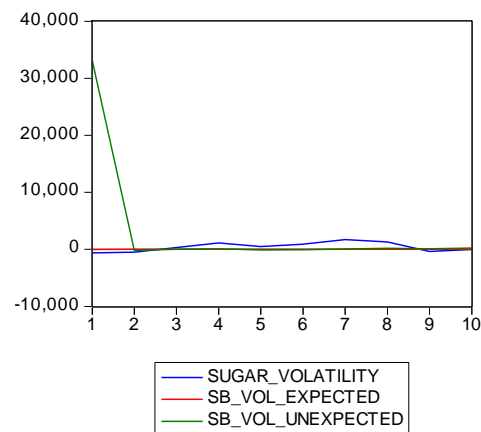
Response of SUGAR_VOLATILITY to Cholesky
One S.D. Innovations



Response of SB_VOL_EXPECTED to Cholesky
One S.D. Innovations



Response of SB_VOL_UNEXPECTED to Cholesky
One S.D. Innovations



Anexo C – Etanol hidratado vs. Etanol hidratado à vista

Teste de raiz unitária para a série de retornos dos preços físicos e para as séries das variáveis de negociação

Etanol Hidratado x Etanol Hidratado Spot

Séries	τ_c	τ_{at}	$\tau_{\beta\tau}$	ϕ_3	ϕ_2	τ_μ	$\tau_{a\mu}$	ϕ_1	τ
THE_OI	-	2.62	-1.35	0.9138**	2.49**	0.00	2.37	2.81**	0.01486**
THE_VOL	-	3.25	2.29	2.62	9.25	-5.27	4.73	11.17	-
Etanol_Spot_Returnos	-	1.32	-1.19	0.71**	0.58**	-	-8.77	0.16**	-8.76

Obs: (*) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 95%

(**) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 99%.

Teste de raiz unitária para a séries de contratos em aberto, após a separação em seus componentes

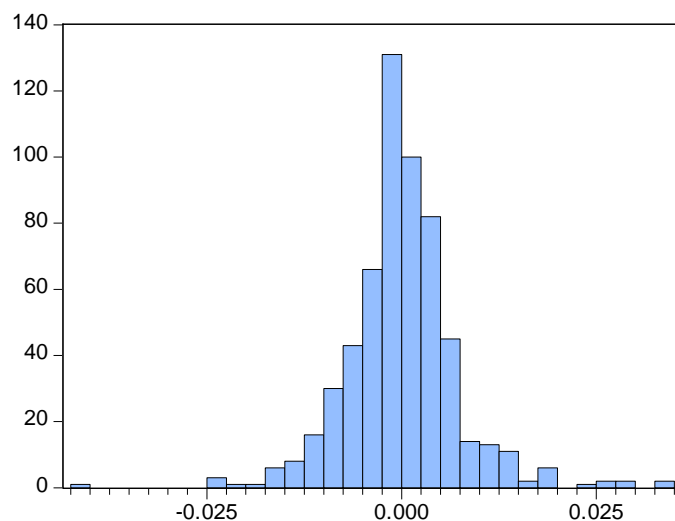
Etanol Hidratado x Etanol Hidratado Spot

Séries	τ_c	τ_{at}	$\tau_{\beta\tau}$	ϕ_3	ϕ_2	τ_μ	$\tau_{a\mu}$	ϕ_1	τ
THE_OI_Unexpected	-	1.56	-1.80	3.13**	3.12**	-	0.00	0**	- 24.03
THE_OI_Expected	-	-0.57	1.97	0.02**	8.09	-	2.04	4.18**	- 3.83

Obs: (*) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 95%

(**) Não foi possível rejeitar a hipótese nula com intervalo de confiança de 99%.

Teste de normalidade para a série de retornos dos preços físicos de etanol hidratado



Series: Residuals
Sample 5/21/2010 9/25/2012
Observations 586

Mean 2.37e-06
Median -0.000208
Maximum 0.034344
Minimum -0.042377
Std. Dev. 0.007210
Skewness 0.301146
Kurtosis 8.010234

Jarque-Bera 621.7753
Probability 0.000000

Especificação do modelo VAR para a série de contratos em aberto

Estimativa dos Vetores Autoregressivos			
	THE_VOLATILITY	THE_OI_UNEXPECTED	THE_OI_EXPECTED
THE_VOLATILITY(-1)	0.699250 [16.2278]	3048.943 [0.87308]	-2.89E-12 [-0.85206]
THE_VOLATILITY(-2)	0.064802 [1.23528]	-1550.36 [-0.36466]	-3.55E-13 [-0.08590]
THE_VOLATILITY(-3)	-0.042365 [-0.80734]	-5110.651 [-1.20172]	2.13E-12 [0.51514]
THE_VOLATILITY(-4)	-0.052401 [-1.00159]	7487.216 [1.76585]	3.59E-12 [0.86951]
THE_VOLATILITY(-5)	0.008430 [0.16097]	982.8898 [0.23158]	-7.31E-12 [-1.76983]
THE_VOLATILITY(-6)	0.085831 [1.64488]	-5225.208 [-1.23559]	6.72E-13 [0.16350]
THE_VOLATILITY(-7)	0.001141 [0.02180]	1370.552 [0.32308]	4.76E-12 [1.15427]
THE_VOLATILITY(-8)	-0.021648 [-0.41433]	644.7549 [0.15226]	-1.86E-13 [-0.04519]
THE_VOLATILITY(-9)	-0.089135 [-1.70718]	-4010.156 [-0.94770]	2.58E-12 [0.62757]
THE_VOLATILITY(-10)	-0.018474 [-0.43261]	4780.025 [1.38116]	-2.72E-12 [-0.80757]
THE_OI_UNEXPECTED(-1)	-0.000000147 [-0.27716]	-0.009858 [-0.22889]	-0.052713 [-1.3e+15]
THE_OI_UNEXPECTED(-2)	-0.00000257 [-0.32185]	-0.489321 [-0.75576]	0.005886 [9.3e+12]
THE_OI_UNEXPECTED(-3)	9.62E-08 [0.01880]	0.476352 [1.14880]	-0.040695 [-1.0e+14]
THE_OI_UNEXPECTED(-4)	6.46E-07 [0.07236]	-1.267082 [-1.75078]	0.022527 [3.2e+13]
THE_OI_UNEXPECTED(-5)	2.69E-06 [0.28361]	0.643651 [0.83810]	-0.06086 [-8.1e+13]
THE_OI_UNEXPECTED(-6)	-0.00000257 [-0.18851]	-1.532677 [-1.38541]	-0.063933 [-5.9e+13]
THE_OI_UNEXPECTED(-7)	-0.00000416 [-1.05328]	0.603872 [1.88590]	-0.067036 [-2.2e+14]
THE_OI_UNEXPECTED(-8)	-0.0000029 [-0.24565]	-1.124335 [-1.17692]	-0.004058 [-4.4e+12]
THE_OI_UNEXPECTED(-9)	3.57E-06 [0.46694]	-0.043965 [-0.07092]	-0.023934 [-4.0e+13]
THE_OI_UNEXPECTED(-10)	4.08E-06 [0.59249]	-1.633548 [-2.93002]	-0.042537 [-7.8e+13]
THE_OI_EXPECTED(-1)	-0.000058 [-0.38479]	-9.136056 [-0.74791]	-0.052713 [-4.4e+12]
THE_OI_EXPECTED(-2)	6.93E-06 [0.09046]	7.816656 [1.25865]	0.005886 [9.7e+11]
THE_OI_EXPECTED(-3)	4.40E-05 [0.77556]	-15.32534 [-3.33114]	-0.040695 [-9.1e+12]
THE_OI_EXPECTED(-4)	2.98E-05 [0.59948]	-1.106453 [-0.27452]	0.022527 [5.7e+12]
THE_OI_EXPECTED(-5)	1.81E-06 [0.08320]	-1.656885 [-0.94108]	-0.06086 [-3.6e+13]
THE_OI_EXPECTED(-6)	-0.0000208 [-1.04327]	4.346641 [2.68479]	-0.063933 [-4.1e+13]
THE_OI_EXPECTED(-7)	-0.0000223 [-0.83830]	1.670265 [0.77567]	-0.067036 [-3.2e+13]
THE_OI_EXPECTED(-8)	-0.0000112 [-0.74859]	2.031960 [1.67420]	-0.004058 [-3.4e+12]
THE_OI_EXPECTED(-9)	1.76E-05 [1.26618]	-2.900923 [-2.57665]	-0.023934 [-2.2e+13]
THE_OI_EXPECTED(-10)	1.39E-05 [1.16951]	-2.284907 [-2.37079]	-0.042537 [-4.5e+13]
C	0.000182 [0.16324]	136.0966 [1.50817]	11.06654 [1.3e+14]

Variance Decomposition of THE_VOLATILITY:

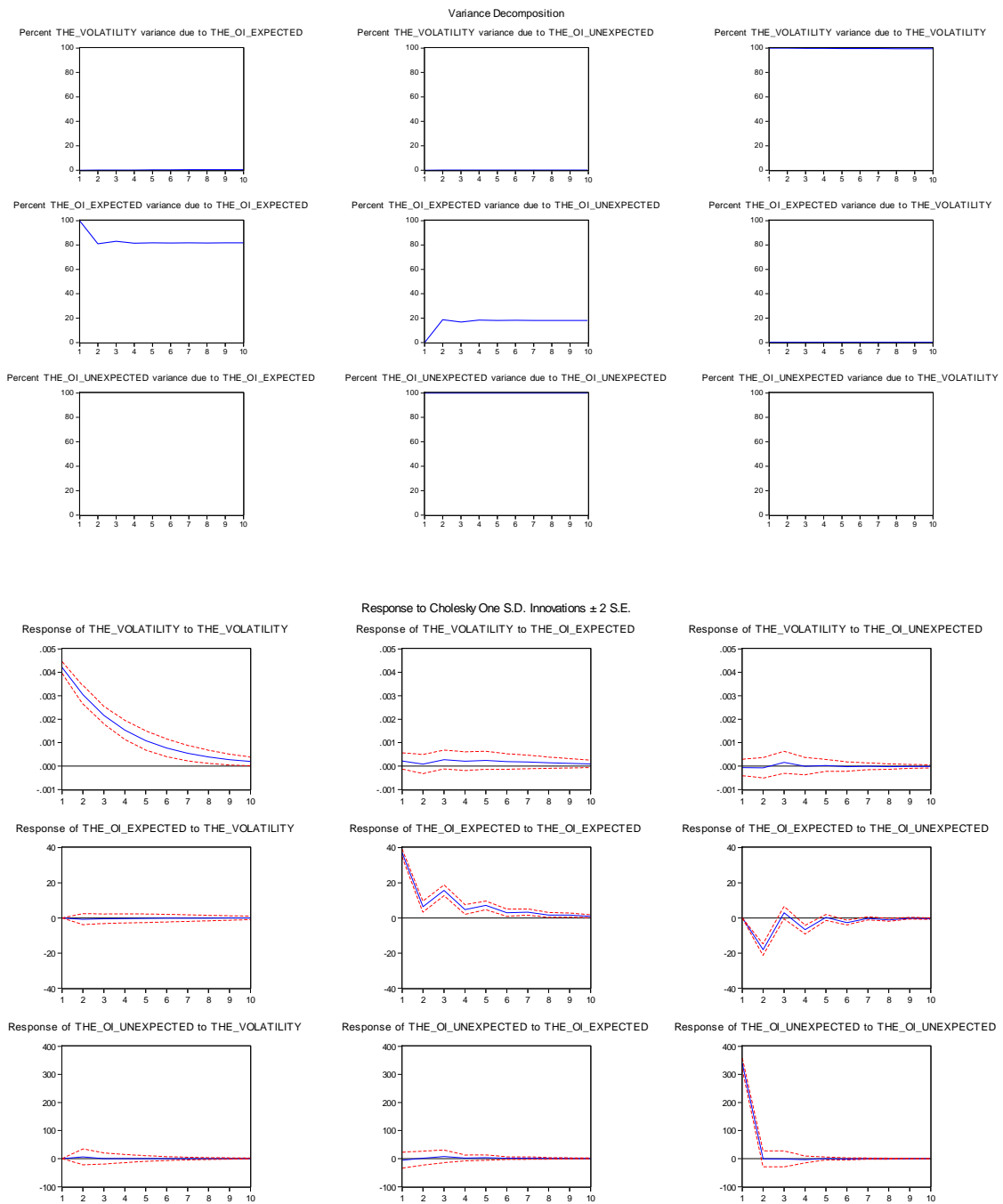
Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_OI_UNEXPECTED	THE_OI_EXPECTED
1	0.004174	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.005093	99.99043	0.009569	1.40E-27
3	0.005594	99.93804	0.061959	1.46E-27
4	0.005830	99.85330	0.146704	1.40E-27
5	0.005908	99.78593	0.214074	2.24E-27
6	0.005933	99.78603	0.213971	2.34E-27
7	0.005970	99.74870	0.251304	2.46E-27
8	0.006005	99.64481	0.355186	2.61E-27
9	0.006040	99.25953	0.740473	2.71E-27
10	0.006053	98.84641	1.153592	2.70E-27

Variance Decomposition of THE_OI_UNEXPECTED:

Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_OI_UNEXPECTED	THE_OI_EXPECTED
1	338.2614	0.000484	99.99952	0.000000
2	338.5168	0.141640	99.85836	7.88E-27
3	338.5357	0.146224	99.85378	1.42E-26
4	339.0952	0.457895	99.54211	3.78E-26
5	339.5890	0.728317	99.27168	3.77E-26
6	339.8889	0.903323	99.09668	3.82E-26
7	340.0923	0.985981	99.01402	4.11E-26
8	340.1015	0.986704	99.01330	4.13E-26
9	340.1054	0.987432	99.01257	4.23E-26
10	340.5699	1.251284	98.74872	4.28E-26

Variance Decomposition of THE_OI_EXPECTED:

Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_OI_UNEXPECTED	THE_OI_EXPECTED
1	3.29E-13	0.000376	0.033567	99.96606
2	17.83072	0.000484	99.99952	3.41E-26
3	18.11150	0.134867	99.86513	4.10E-26
4	22.83660	0.085163	99.91484	3.21E-26
5	24.72128	0.115443	99.88456	5.79E-26
6	32.73521	0.141085	99.85892	3.99E-26
7	37.55823	0.133340	99.86666	4.84E-26
8	42.94664	0.223852	99.77615	4.14E-26
9	43.06634	0.222664	99.77734	5.00E-26
10	43.61411	0.235979	99.76402	4.91E-26



Especificação do modelo VAR para a série de volume

Estimativa dos Vetores Autoregressivos

	THE_VOLATILITY	THE_VOL_UNEXPECTED	THE_VOL_EXPECTED
THE_VOLATILITY(-1)	0.674118 [15.6552]	2881.370 [1.16275]	1.83E-08 [2.04473]
THE_VOLATILITY(-2)	0.089431 [1.72644]	-3176.678 [-1.06562]	-1.66E-08 [-1.53626]
THE_VOLATILITY(-3)	-0.036812 [-0.70861]	-782.2247 [-0.26165]	5.24E-09 [0.48511]
THE_VOLATILITY(-4)	-0.064334 [-1.24411]	-2763.122 [-0.92851]	-1.26E-08 [-1.17516]
THE_VOLATILITY(-5)	-0.006976 [-0.13555]	3385.555 [1.14312]	-1.81E-09 [-0.16921]
THE_VOLATILITY(-6)	0.083003 [1.61701]	653.0693 [0.22108]	1.25E-08 [1.16943]
THE_VOLATILITY(-7)	0.003881 [0.07572]	3482.511 [1.18069]	2.23E-10 [0.02093]
THE_VOLATILITY(-8)	-0.017307 [-0.33765]	-1205.053 [-0.40851]	-5.97E-09 [-0.55931]
THE_VOLATILITY(-9)	-0.07982 [-1.55955]	-542.0486 [-0.18403]	-4.42E-09 [-0.41529]
THE_VOLATILITY(-10)	-0.031233 [-0.73776]	1837.260 [0.75411]	1.08E-08 [1.22181]
THE_VOL_UNEXPECTED(-1)	-0.000000356 [-0.47800]	-0.026808 [-0.62585]	0.184966 [1.2e+12]
THE_VOL_UNEXPECTED(-2)	-0.002777 [-0.79409]	533.3506 [2.64989]	-0.0000675 [-92748.2]
THE_VOL_UNEXPECTED(-3)	-0.0000164 [-0.02992]	-29.22693 [-0.92598]	0.045649 [4.0e+08]
THE_VOL_UNEXPECTED(-4)	0.000152 [0.12522]	121.5543 [1.74418]	0.051605 [2.0e+08]
THE_VOL_UNEXPECTED(-5)	-0.000382 [-0.78489]	72.88470 [2.60044]	0.131212 [1.3e+09]
THE_VOL_UNEXPECTED(-6)	-0.001751 [-0.70486]	367.9580 [2.57353]	0.039316 [7.6e+07]
THE_VOL_UNEXPECTED(-7)	-0.000382 [-0.66728]	74.72571 [2.27093]	0.157239 [1.3e+09]
THE_VOL_UNEXPECTED(-8)	-0.001711 [-0.55956]	429.9998 [2.44335]	0.009292 [1.5e+07]
THE_VOL_UNEXPECTED(-9)	0.000279 [0.58759]	-47.95122 [-1.75598]	0.005927 [6.0e+07]
THE_VOL_UNEXPECTED(-10)	0.000688 [1.57214]	-5.085602 [-0.20199]	0.019806 [2.2e+08]
THE_VOL_EXPECTED(-1)	0.015011 [0.79386]	-2883.596 [-2.64995]	0.184965 [4.7e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-2)	-0.002676 [-0.47651]	690.2812 [2.13570]	-0.0000675 [-57746.6]
THE_VOL_EXPECTED(-3)	-0.004539 [-1.49124]	25.19811 [0.14385]	0.045649 [7.2e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-4)	-0.002004 [-0.57516]	493.2777 [2.46009]	0.051606 [7.1e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-5)	-0.000481 [-0.79923]	71.98933 [2.07671]	0.131212 [1.0e+09]
THE_VOL_EXPECTED(-6)	-0.00116 [-0.43171]	358.6528 [2.31964]	0.039316 [7.0e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-7)	-0.0000834 [-0.23866]	25.82321 [1.28414]	0.157239 [2.2e+09]
THE_VOL_EXPECTED(-8)	-0.001685 [-0.55251]	427.8504 [2.43744]	0.009292 [1.5e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-9)	0.000212 [0.42690]	-46.05586 [-1.61292]	0.005927 [5.7e+07]
THE_VOL_EXPECTED(-10)	0.000650 [1.41774]	0.976325 [0.03698]	0.019806 [2.1e+08]
C	-0.875799 [-0.54125]	225654.6 [2.42327]	95.88256 [2.8e+08]

Variance Decomposition of THE_VOLATILITY:

Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_VOL_UNEXPECTED	THE_VOL_EXPECTED
1	0.004118	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.004967	99.97118	0.028817	6.71E-16
3	0.005451	99.78401	0.215993	8.69E-16
4	0.005681	99.76793	0.232071	8.98E-16
5	0.005759	99.68391	0.316085	8.75E-16
6	0.005783	99.58202	0.417981	8.85E-16
7	0.005819	99.12487	0.875131	8.79E-16
8	0.005856	98.47044	1.529562	9.34E-16
9	0.005902	97.35871	2.641292	1.02E-15
10	0.005919	96.78607	3.213932	1.15E-15

Variance Decomposition of THE_VOL_UNEXPECTED:

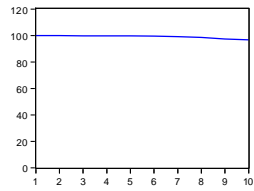
Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_VOL_UNEXPECTED	THE_VOL_EXPECTED
1	236.9877	0.008856	99.99114	0.000000
2	237.3666	0.256202	99.74380	1.08E-14
3	237.4573	0.308405	99.69159	1.09E-14
4	237.5347	0.364882	99.63512	1.09E-14
5	238.1107	0.812300	99.18770	1.10E-14
6	238.1340	0.822108	99.17789	1.10E-14
7	238.1937	0.840588	99.15941	1.10E-14
8	238.9292	1.436835	98.56316	1.10E-14
9	239.0810	1.551920	98.44808	1.10E-14
10	239.1946	1.576534	98.42347	1.10E-14

Variance Decomposition of THE_VOL_EXPECTED:

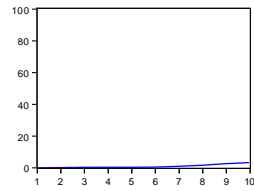
Period	S.E.	THE_VOLATILITY	THE_VOL_UNEXPECTED	THE_VOL_EXPECTED
1	8.57E-10	9.69E-11	7.04E-08	100.0000
2	43.83455	0.008856	99.99114	3.95E-20
3	44.43436	0.267268	99.73273	1.06E-14
4	45.87960	0.261935	99.73806	1.00E-14
5	48.47633	0.243743	99.75626	9.46E-15
6	59.98453	0.300985	99.69902	6.46E-15
7	63.53773	0.308197	99.69180	8.89E-15
8	76.85405	0.211248	99.78875	6.61E-15
9	79.25197	0.408567	99.59143	8.98E-15
10	79.83606	0.404791	99.59521	9.05E-15

Variance Decomposition

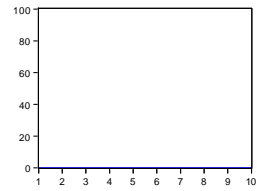
Percent THE_VOLATILITY variance due to THE_VOLATILITY



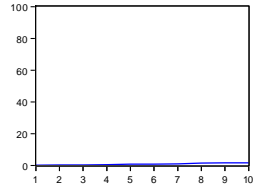
Percent THE_VOLATILITY variance due to THE_VOL_UNEXPECTED



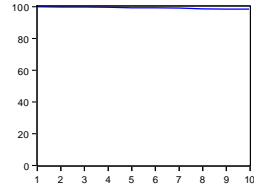
Percent THE_VOLATILITY variance due to THE_VOL_EXPECTED



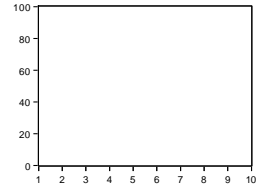
Percent THE_VOL_UNEXPECTED variance due to THE_VOLATILITY



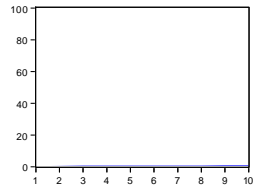
Percent THE_VOL_UNEXPECTED variance due to THE_VOL_UNEXPECTED



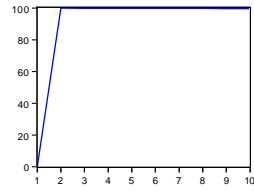
Percent THE_VOL_UNEXPECTED variance due to THE_VOL_EXPECTED



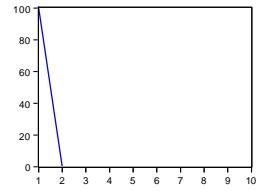
Percent THE_VOL_EXPECTED variance due to THE_VOLATILITY



Percent THE_VOL_EXPECTED variance due to THE_VOL_UNEXPECTED

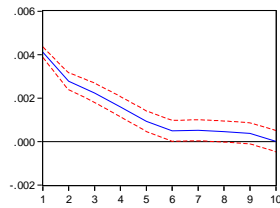


Percent THE_VOL_EXPECTED variance due to THE_VOL_EXPECTED

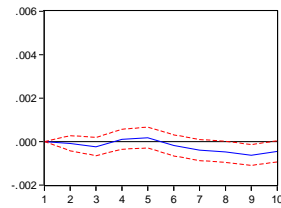


Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

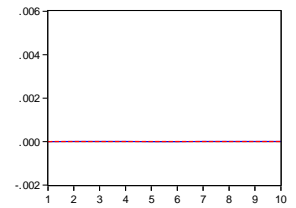
Response of THE_VOLATILITY to THE_VOLATILITY



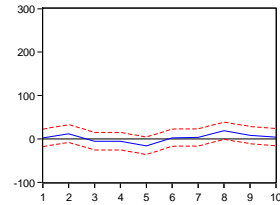
Response of THE_VOLATILITY to THE_VOL_UNEXPECTED



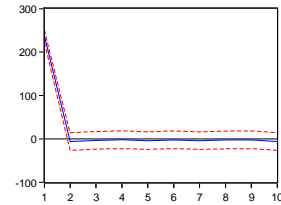
Response of THE_VOLATILITY to THE_VOL_EXPECTED



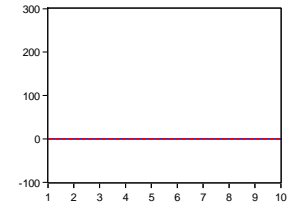
Response of THE_VOL_UNEXPECTED to THE_VOLATILITY



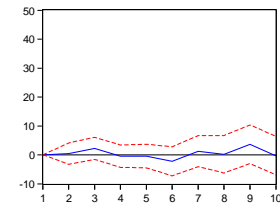
Response of THE_VOL_UNEXPECTED to THE_VOL_UNEXPECTED



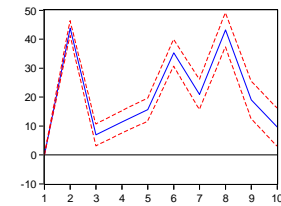
Response of THE_VOL_UNEXPECTED to THE_VOL_EXPECTED



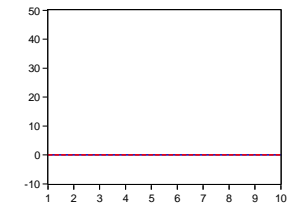
Response of THE_VOL_EXPECTED to THE_VOLATILITY



Response of THE_VOL_EXPECTED to THE_VOL_UNEXPECTED



Response of THE_VOL_EXPECTED to THE_VOL_EXPECTED



Anexo D – Nota Explicativa à Demonstração Financeira

Nota sobre Gestão de riscos de *commodities* agrícolas, resultado publicado de uma das três maiores empresas de açúcar e etanol do mundo.

Controladora (BR GAAP)	Valor nominal								
	Moeda estrangeira			Moeda do País			Valor justo		
	31.03.12	31.03.11	31.03.10	31.03.12	31.03.11	31.03.10	31.03.12	31.03.11	31.03.10
Contratos de futuros açúcar em aberto									
Liffe Refined Sugar-									
Vencimento:									
Menos de 3 meses	-	-	414	-	-	738	-	-	22
De 3 a 6 meses	(5.115)	-	-	(9.320)	-	-	191	-	-
Acima de 6 meses	(3.105)	-	-	(5.656)	-	-	(64)	-	-
	(8.220)	-	414	(14.976)	-	738	127	-	22
ICE RAW Açúcar- Hedge Accounting									
Vencimento:									
Menos de 3 meses	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De 3 a 6 meses	(57.208)	-	-	(104.238)	-	-	1.899	-	-
Acima de 6 meses	(12.053)	-	-	(21.963)	-	-	(364)	-	-
	(69.261)	-	-	(126.201)	-	-	1.535	-	-
Non-Hedge Accounting									
Vencimento:									
Menos de 3 meses	25.904	(14.119)	24.431	47.200	(22.995)	43.511	(4.269)	(5.491)	(11.345)
De 3 a 6 meses	(49.079)	(123.117)	(37.298)	(89.427)	(200.520)	(66.428)	(321)	18.586	5.700
Acima de 6 meses	(129.079)	(108.998)	(19.038)	(235.195)	(177.525)	(33.906)	(3.170)	2.965	1.148
	(152.254)	(246.234)	(31.905)	(277.422)	(401.040)	(56.823)	(7.760)	16.060	(4.497)
Contratos de opções de açúcar em aberto									
Opções - ICE RAW Açúcar									
Vencimento:									
Menos de 3 meses	17.887	-	(7.162)	32.593	-	(12.755)	338	-	(634)
De 3 a 6 meses	(17.031)	-	(8.794)	(31.032)	-	(15.662)	(16)	-	(2.474)
Acima de 6 meses	(30.785)	-	5.854	(56.094)	-	10.426	386	-	(1.492)
	(29.929)	-	(10.102)	(54.533)	-	(17.991)	708	-	(4.600)