

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

Renan Muniz Pimenta

**Efeito da negociação de futuros na volatilidade dos preços à vista:
evidência no mercado brasileiro de etanol hidratado**

Campinas
2013

Renan Muniz Pimenta

Efeito da negociação de futuros na volatilidade dos preços à vista:
evidência no mercado brasileiro de etanol hidratado

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Graduação do Instituto
de Economia da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção
do título de Bacharel em Ciências
Econômicas, sob orientação do Prof.
Dr. Rodrigo Lanna Franco da
Silveira.

Campinas
2013

PIMENTA, Renan Muniz. Efeito da negociação de futuros na volatilidade dos preços à vista: evidência no mercado brasileiro de etanol hidratado. 55 Folhas.

RESUMO

Os sistemas agroindustriais estão sujeitos a diversos tipos de risco. Dentre eles, estão o risco operacional, de clima, de crédito e de preço. O gerenciamento deste último pode ser feito mediante operações de hedge, utilizando contratos futuros negociados em bolsas organizadas. Por outro lado, tais papéis também vêm sendo usados por especuladores como forma de alavancar e diversificar sua carteira de investimentos. Diante deste contexto, a literatura de finanças tem avaliado nos mais diversos mercados a influência dos derivativos sobre a volatilidade dos preços à vista. O presente trabalho tem o objetivo de analisar o impacto da introdução da negociação do contrato futuro de etanol na BM&FBOVESPA sobre a volatilidade dos preços à vista deste combustível. A partir do cálculo da volatilidade mediante um modelo IGARCH, observou-se que a oscilação dos preços à vista teve uma pequena alta após o início dos negócios. Porém, não é possível inferir que a causa deste aumento se deve exclusivamente à introdução dos derivativos, dada a ocorrência de choques de oferta e de demanda no mercado à vista nos anos de 2010 e 2011. Além disso, a partir de testes de causalidade de Granger, verificou-se que o componente não esperado de contratos futuros negociados Granger causa a variabilidade das cotações. Entretanto, a análise de decomposição da variância do erro de previsão indicou que o volume de negociações nos mercados futuros de etanol hidratado causou pequeno impacto no padrão de volatilidade das cotações à vista.

Palavras-chave: mercado futuro, etanol, volatilidade.

ABSTRACT

Agro-industrial systems are subject to various types of risk. Among them are the operational, credit, climate and price risks. The latter type can be managed by hedge operations, using futures contracts traded on organized exchanges. On the other hand, these derivatives are also being used by speculators as a form of leverage and diversify investment portfolio. On this context, finance literature has evaluated the impact of derivatives on prices volatility in many different markets. This study aims to analyze the impact of the introduction of ethanol futures contract at BM&FBOVESPA on the spot prices' volatility. From the calculation of volatility by IGARCH model, it was observed that the spot price fluctuation had a small high after this introduction. However, it is not possible to infer that the cause of this increase is due solely to the derivatives introduction, given the occurrence of demand and supply shocks in the spot market in 2010 and 2011. From Granger causality tests, it was found that the unexpected movement in futures market trading volume Granger causes prices variability. However, forecast error variance decomposition analysis showed that, during the period considered, an unexpected movement in trading volume caused a small impact on the pattern of spot price volatility.

Key Words: futures market, ethanol, volatility.

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Evolução da produção de Cana-de-Açúcar no Brasil.....	6
Gráfico 2. Evolução do licenciamento dos carros <i>flex</i>	14
Gráfico 3. Produção de etanol hidratado no Brasil.....	14
Gráfico 4. Produção de grandes players que apresentam programas de etanol.....	16
Gráfico 5. Evolução do preço dos RINs	18
Gráfico 6. Volume de contratos futuros negociados (em bilhões) ao redor do mundo entre 2007 e 2011	24
Gráfico 7. Evolução do número de contratos negociados na BM&FBOVESPA (em milhões) entre 2003 e 2011	24
Gráfico 8. Participação de cada contrato futuro agropecuário em relação ao volume de contratos negociados neste segmento entre janeiro e dezembro de 2011 na BM&FBOVESPA	25
Gráfico 9. Evolução da negociação de contratos futuros agropecuários (em milhões) na BM&FBOVESPA entre 2003 e 2011.....	26

Lista de Figuras

Figura 1. Sistema de produção do etanol no Brasil	12
Figura 2. Números finais da safra 2012/13 e projeção para o ciclo 2013/14	16
Figura 3. Evolução do preço à vista semanal entre dezembro de 2002 e junho de 2013	32
Figura 4. Evolução do preço à vista diário, contratos em aberto e contratos negociados entre maio de 2010 e junho de 2013.....	32
Figura 5. Evolução da volatilidade (a.a.) do indicador à vista do etanol hidratado entre maio de 2010 e junho de 2013.....	36

Lista de tabelas

Tabela 1. Projeções de área plantada, produtividade e produção para a Safra 2013/14.....	8
Tabela 2. Estimativa da Produção de Etanol Hidratado para a Safra 2013/14.....	9
Tabela 3. Relação das maiores bolsas de futuros do mundo (em volume de contratos) no primeiro semestre de 2011 e 2012.....	23
Tabela 4. Trabalhos com análise do impacto na volatilidade dos preços spot a partir do início das negociações com contratos futuros sobre commodities.....	30
Tabela 5. Estimativas do modelo GARCH(1,1) para o retorno dos preços semanais do etanol hidratado	35
Tabela 6. Estimativas do modelo IGARCH(1,1) para o retorno dos preços semanais do etanol hidratado	36
Tabela 7. Teste de causalidade de Granger entre volatilidade dos preços à vista e componente não esperado de contratos futuros negociados e em aberto de etanol hidratado	37
Tabela 8. Decomposição da variância do erro de previsão.	38

Lista de Quadros

Quadro 1. Especificações do contrato de etanol negociado na BM&FBOVESPA.....	27
--	----

Sumário

Introdução.....	1
CAPÍTULO 1 – O SAG do etanol hidratado: mapeamento do mercado brasileiro e norte-americano.....	4
1.1.1. Mapeamento da produção brasileira – Safras anteriores	4
1.1.2. Mapeamento da produção brasileira – Safra 2012/2013 e Projeção para próxima safra.....	6
1.2. Produção de etanol hidratado no Brasil	10
1.3. A evolução produção de etanol hidratado no Brasil.	12
1.4. Etanol nos EUA	16
Capítulo 2 – Derivativos: Conceito, função e características gerais.	19
2.1. Evolução dos mercados de derivativos	21
2.2. Derivativos agropecuários	25
2.3.1 Contrato futuro de etanol	26
2.3.2 Um exemplo de Hedge.....	28
2.4 Influência dos mercados de derivativos sobre os preços à vista: revisão bibliográfica	29
Capítulo 3 – Metodologia e Avaliação do impacto da negociação de futuros na volatilidade dos preços à vista de etanol hidratado no Brasil.....	31
3.1. Amostra.....	31
3.2. Métodos de análise.....	32
3.3 Análise dos resultados	34
Conclusão	39
Referências Bibliográficas.....	41
Anexos	47

Introdução

A atividade agropecuária possui significativa importância para a economia brasileira. Conforme relatório do CNA¹ e CEPEA/ESALQ/USP² (2011), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio no país (incluindo atividades desde a produção primária até a indústria de processamento, insumos e serviços) foi de R\$ 942 bilhões em 2011, representando 22,74% do PIB nacional.

O setor sucroenergético tem participação bastante importante no contexto acima ressaltado. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, gerando, a partir deste insumo, açúcar, etanol e eletricidade. Conforme Neves, Trombin e Consóli (2009), as vendas dos agentes que compõe tal setor tiveram receita bruta, em 2008, igual a US\$86,8 bilhões. Tal resultado levou a uma estimativa do PIB desta cadeia agroindustrial de US\$28,15 bilhões, o que representou 1,5% do PIB nacional.

Vale salientar, no entanto, que o sistema agroindustrial sucroenergético, assim como os demais, está sujeito a diversos tipos de risco. Dentre eles, encontram-se o risco operacional, de clima, de crédito e de preço. O gerenciamento deste último tipo de risco, apontado pelos agentes participantes das cadeias agroindustriais como um dos principais riscos presentes em suas atividades, pode ser feito mediante operações de *hedge*, utilizando contratos futuros. A partir da tomada de posições nos mercados futuros, oposta à assumida no mercado *spot*, os agentes travam o preço de compra ou de venda do ativo de interesse, protegendo-se de possíveis oscilações desfavoráveis em sua cotação.

No Brasil, contratos futuros sobre *commodities* agropecuárias e energéticas são negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA). Entre eles, estão os futuros de açúcar cristal, etanol anidro e etanol hidratado³, sendo este último lançado em maio de 2010. Possibilita-se, assim, que agentes deste setor executem

¹ Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.

² Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), unidade da Universidade de São Paulo (USP).

³ Em 1995, a bolsa, em consonância com o mercado açucareiro e de álcool, lançou o contrato futuro do açúcar cristal. Vale ressaltar que o objeto do contrato é distinto dos derivativos de açúcar negociados na New York Board of Trade e a Euronext Liffe, sendo estes baseados no açúcar demerara e refinado, respectivamente. Nos anos 2000, a bolsa brasileira lançou o contrato futuro de álcool anidro carburante, que apresentava como característica a liquidação física. Mais recentemente, no ano de 2007, a BM&FBOVESPA introduziu para negociação o contrato futuro de etanol anidro, denominado em dólares. Três anos mais tarde, inicia-se a negociação do futuro de etanol hidratado.

operações de *hedge* e, além disso, viabiliza-se o processo de descoberta de preços, no qual os agentes envolvidos passam a ter uma sinalização sobre o comportamento dos preços no futuro, permitindo um melhor gerenciamento da atividade.

Diversos segmentos da cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar podem se utilizar de tais contratos: empresas de insumo, as quais fazem suas vendas vinculadas ao produto; produtores de cana-de-açúcar; usineiros; indústrias que utilizam a cana e seus derivados como insumos; distribuidoras de combustíveis, entre outros.

Vale salientar, no entanto, que a introdução da negociação de contratos de derivativos e o crescimento de seus negócios têm levado a um intenso debate no meio acadêmico acerca da influência dos preços futuros na volatilidade dos preços à vista do ativo subjacente ao contrato. Três correntes teóricas podem ser destacadas.

A primeira delas considera que o surgimento dos derivativos e o movimento especulativo presente nesse mercado levam a um aumento da volatilidade dos preços à vista. Os defensores dessa concepção mencionam que há um tipo específico de especulador no mercado de derivativos, dotado de baixa informação, que intensifica os movimentos de preços futuros, sendo que tal flutuação é repassada para os preços à vista através de operações de arbitragem. Assim sendo, os contratos de derivativos seriam desestabilizadores dos mercados *spot* (COX, 1976; FIGLEWSKI, 1981; STEIN, 1987). A segunda vertente, por sua vez, também avalia que a introdução dos derivativos eleva a volatilidade dos preços à vista, porém o motivo de tal aumento se fundamenta no fato dos mercados futuros se constituírem numa nova rota de informação. Assim sendo, tal informação é levada ao mercado à vista, gerando maior volatilidade dos preços (ALEXAKIS, 2007). A terceira concepção aponta que não há evidências de um aumento estatisticamente significativo da volatilidade dos preços *spot*, como mencionado acima. Em alguns casos, inclusive, pesquisadores mostram, para alguns mercados, indícios de que há uma pequena queda na variabilidade dos preços à vista com a introdução da negociação de derivativos. Para justificar tal fato, observam que, com um número maior de informações fluindo, a eficiência do mercado aumenta, o que gera uma redução na assimetria de informações entre os agentes (SRINIVASAN & BHAT, 2008).

Diante deste contexto, a presente pesquisa tem o objetivo de avaliar se a introdução dos contratos futuros de etanol hidratado, transacionados na BM&FBOVESPA, teve

impacto na volatilidade das cotações *spot* de tal combustível. De forma a atingir tal objetivo, o trabalho está dividido em quatro seções, além desta introdução. A seguir, apresenta-se uma análise do SAG da cana-de-açúcar, com enfoque no etanol hidratado. Posto isto, é feita uma revisão de literatura sobre o impacto da negociação de contratos futuros na volatilidade dos preços à vista. Na sequência, analisa-se a metodologia, avaliam-se os resultados e, por fim, são realizadas as conclusões.

CAPÍTULO 1 – O SAG do etanol hidratado: mapeamento do mercado brasileiro e norte-americano.

O objetivo desse capítulo é descrever o Setor Agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar, com enfoque no etanol hidratado. Para atingir esse objetivo, haverá uma breve apresentação da evolução das últimas safras do setor. Em seguida, haverá uma abordagem com um mapeamento setorial atrelado a um acompanhamento da última safra da produção, com projeção para o ciclo 2013/14. Posto isso, haverá um enfoque na produção de etanol hidratado no Brasil, que teve sua produção fomentada com o programa do PróÁlcool realizado em 1975 (Xavier,2008). Na sequência, elencam-se os grandes *players* mundiais no mercado deste biocombustível com um enfoque para os EUA, país notoriamente reconhecido por sua produção.

1.1.1. Mapeamento da produção brasileira – Safras anteriores

A produção do setor sucroenergético, no Brasil, é feita através da moagem da planta da cana-de-açúcar. O cultivo da planta é feito baseado num ciclo com cinco anos e uma média de cinco cortes realizados para moagem da produção (Levi, 2009).

Concluída esta etapa, a confecção dos produtos derivados desse procedimento produtivo é realizada através da mensuração dos açúcares totais recuperáveis (ATR). Esse valor aponta a produtividade industrial da cana-de-açúcar, isto é, a partir de qual volume da planta produzido que teremos a produção de açúcar e etanol, logo é um dado estratégico para as usinas (Embrapa, 1998). Esse valor, no entanto, varia de uma safra para outra, em função de fatores climáticos, concentração de sacarose na planta, eficiência na colheita, dentre outros.

Conforme destaca a EMBRAPA (1998), a produção sucroenergética do Brasil é dividida segundo as duas macrorregiões: Centro-Sul e Norte-Nordeste. Além disso, a região mais ao sul do país apresenta uma produtividade maior do que a mais ao norte, apesar de esta ter um histórico produtivo, aquela região apresenta condições edafoclimáticas mais favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar. Todavia, ambas as regiões despontam como as mais produtivas mundialmente. O ano safra na região Centro-Sul engloba os meses de abril a novembro, já na região Norte-Nordeste o ciclo produtivo vai de novembro a abril. (Levi, 2009).

A evolução do setor sucroenergético oscila entre períodos de alta e baixa rentabilidade do setor. Levi (2009) destaca que na década de 90 (mais especificamente nos anos de 1993, 1995 e 1998) e no ano de 2005, o rendimento da cana-de-açúcar foi reduzido. A razão principal disso foi a questão da estagnação do programa do Proálcool brasileiro e problemas de abastecimento desse biocombustível.

Levi (2009), ao tratar acerca da quebra de safra ocorrida em 2000/2001, mostra que houve uma seca, que reduziu em 20% o potencial produtivo do país, em concomitância com mudanças em setores institucionais do setor como a consolidação do Consecana (Conselho de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool), que reviu a questão produtiva desse setor no país.

Já Sachs (2007) apresenta uma análise da evolução do cultivo de cana-de-açúcar no país entre os anos de 1990 e 2005. Nesse período, a região Centro-Sul saltou de uma área colhida de 4,27 milhões de hectares para 5,82 milhões de hectares. Enquanto isso, a região Norte-Nordeste manteve seu patamar verificado em meados dos anos 90 com cerca de um milhão de hectares de área colhida.

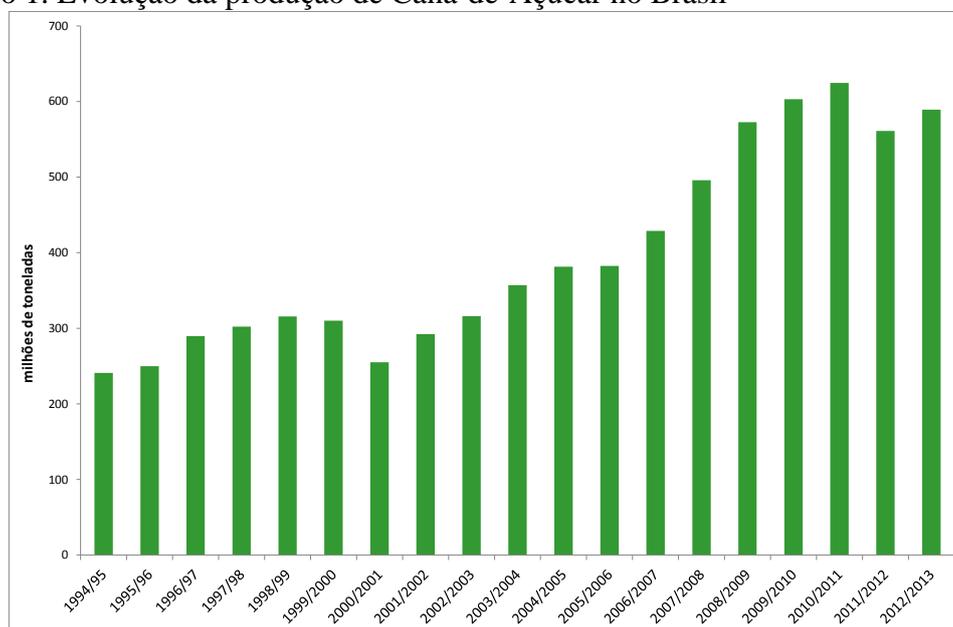
A autora ainda aponta para o fato de que neste estudo, concluiu-se que houve aumento da participação dos estados do Sul e Centro-Oeste no setor sucroalcooleiro, em contrapartida à redução verificada pela região Norte-Nordeste. A autora revela que o estado de Mato Grosso, no período estudado, foi o que teve um dos maiores incrementos em suas áreas plantadas, tomando o lugar do estado do Rio de Janeiro, ingressando, assim, no grupo das cinco maiores extensões de terras cultivadas.

Quanto à produção de cana, o Centro-Sul, em 2005, segundo Sachs (2007), representava 85,34% do total produzido no país, com o estado de São Paulo como maior pólo produtivo, totalizando 254,81 milhões de toneladas. Já na região Norte-Nordeste, o maior estado produtor ainda é Alagoas, com cerca de 25 milhões de toneladas. Segundo a autora, os dados indicam que São Paulo, em 2005, era o estado com maior produção de cana do país, seguido por Paraná, que passou o estado de Alagoas, deixando este na terceira posição como um dos grandes estados produtores, seguido por Minas Gerais e Pernambuco.

Um acompanhamento dos dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, revela que a produção de cana-de-açúcar no Brasil nas últimas

dezenove safras (1994/95 a 2012/13), teve um aumento expressivo de 145% no seu total. O gráfico 1 revela este movimento acima descrito.

Gráfico 1. Evolução da produção de Cana-de-Açúcar no Brasil



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Elaboração Própria.

Um ponto interessante levantado por Levi (2009) é que a produção brasileira do setor sucroenergético concentra-se nas duas grandes macrorregiões supracitadas, no entanto há indícios de que a produção esteja sendo espalhada por todo o país, inclusive com a verificação de alguma produção canieira em todos os estados brasileiros, isto evidenciado pela presença da planta inclusive em regiões mais distantes como a Amazônica.

1.1.2. Mapeamento da produção brasileira – Safra 2012/2013 e Projeção para próxima safra.

O acompanhamento de safra 2012/13 da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) aponta para um ATR de 135,7 kg por tonelada de cana produzida. A moagem de cana totalizou 588,92 milhões de toneladas, a partir deste processo foram produzidas 34,18 toneladas de açúcar para a região Centro-Sul e 4,15 toneladas para a região Norte-Nordeste.

Já a produção de etanol anidro totalizou 8,73 bilhões de litros para a primeira região e 1,11 bilhões de litros para a segunda, enquanto quanto ao etanol hidratado

verificou-se 13,05 bilhões de litros e 734 milhões de litros, respectivamente. Neste mesmo relatório, a CONAB aponta que fatores climáticos, como a maior seca dos últimos 40 anos do Nordeste, como um dos determinantes para o atraso na evolução do ciclo produtivo da cana no país e projeta melhoras para a próxima safra.

Na safra 2013/14, segundo a Companhia, espera-se que haja um incremento na área plantada de cana-de-açúcar, em função de uma expansão da região de cultivo no Centro-Sul do país. A tabela 1 mostra a projeção dessa área para o ciclo 2013/14 no país.

Além disso, não se esperam maiores impactos decorrentes da seca do Nordeste, o que pode fazer com que a região não encerre suas atividades de forma precipitada como no ciclo anterior.

Diante disso, a CONAB espera que São Paulo mantenha-se como o estado com maior área de produção de cana com 51,3%, o que equivale a 4.560 mil hectares, com Minas Gerais se tornando o segundo maior produtor com 9,31% do total, Goiás logo em seguida com 9,3%. Na região Norte-Nordeste, destacam-se os estados de Alagoas e Pernambuco com 5,0% e 3,3%, respectivamente, do total de áreas plantadas no Brasil.

Tabela 1. Projeções de área plantada, produtividade e produção para a Safra 2013/14

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 2012/13	Safra 2013/14	VAR. %	Safra 2012/13	Safra 2013/14	VAR. %	Safra 2012/13	Safra 2013/14	VAR. %
NORTE	41,990	51,700	23,10	70,432	73,023	3,68	2.957,4	3.775,3	27,70
RO	2,560	4,180	63,40	48,870	76,260	56,00	125,1	318,8	154,80
AC	0,740	1,110	50,00	95,000	65,000	(31,60)	70,3	72,2	2,70
AM	3,680	3,480	(5,50)	72,411	82,200	13,50	266,5	286,1	7,40
PA	11,440	11,900	4,00	60,780	68,000	11,90	695,3	809,2	16,40
TO	23,570	31,030	31,65	76,378	73,767	(3,4)	1.800,2	2.289,0	27,2
NORDESTE	1.083,220	1.071,990	(1,00)	48,903	52,205	6,80	52.972,2	55.962,9	5,60
MA	41,900	39,560	(5,58)	49,450	57,490	16,30	2.072,0	2.274,3	9,80
PI	14,740	14,890	1,00	56,181	56,000	(0,30)	828,1	833,8	0,70
CE	1,140	1,160	2,00	50,000	62,000	24,00	57,0	71,9	26,10
RN	53,620	53,080	(1,00)	41,920	55,300	31,90	2.247,8	2.935,3	30,60
PB	121,980	125,050	2,52	43,900	46,893	6,80	5.354,9	5.864,0	9,50
PE	312,090	295,390	(5,35)	43,500	49,535	13,90	13.575,9	14.632,1	7,80
AL	445,710	441,250	(1,00)	52,800	52,800	-	23.533,5	23.298,0	(1,00)
SE	43,430	48,930	12,66	51,100	56,740	11,00	2.219,3	2.776,3	25,10
BA	48,610	52,680	8,37	63,440	62,210	(1,90)	3.083,8	3.277,2	6,30
CENTRO-OESTE	1.504,110	1.651,110	9,80	70,474	73,185	3,85	106.001,3	120.835,7	14,00
MT	235,500	237,860	1,00	69,295	70,900	2,30	16.319,0	16.864,3	3,30
MS	542,700	586,220	8,02	68,095	71,670	5,30	36.955,2	42.014,4	13,70
GO	725,910	827,030	13,93	72,636	74,915	3,10	52.727,2	61.957,0	17,50
SUDESTE	5.243,290	5.492,680	4,80	73,852	77,889	5,50	387.228,3	427.818,3	10,50
MG	721,860	827,970	14,70	70,939	74,100	4,50	51.208,0	61.352,6	19,80
ES	62,110	63,970	3,00	55,250	57,950	4,90	3.431,6	3.707,1	8,00
RJ	39,860	39,860	-	47,510	50,000	5,20	1.893,8	1.993,0	5,20
SP	4.419,460	4.560,880	3,20	74,827	79,100	5,70	330.694,9	360.765,6	9,10
SUL	612,390	625,520	2,10	64,920	72,606	11,80	39.756,4	45.416,8	14,20
PR	610,830	624,020	2,16	65,032	72,632	11,70	39.723,5	45.323,8	14,10
RS	1,560	1,500	(4,00)	21,100	62,000	193,80	32,9	93,0	182,50
NORTE/NORDEST	1.125,210	1.123,690	(0,100)	49,706	53,163	7,00	55.929,7	59.738,2	6,80
CENTRO-SUL	7.359,790	7.769,310	5,60	72,419	76,464	5,60	532.986,0	594.070,8	11,50
BRASIL	8.485,000	8.893,000	4,80	69,407	73,520	5,90	588.915,7	653.809,0	11,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)

Com esse panorama, a Companhia espera uma produção de 594,07 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com um ATR de 137,01 kg por tonelada de cana, com 43,56 milhões de toneladas de açúcar e 25,77 bilhões de litros de etanol, sendo 11,37 bilhões de litros de anidro e 14,40 bilhões de litros de etanol hidratado (CONAB, 2013). A tabela 2 apresenta os dados de produção de etanol hidratado projetada, por estado.

Tabela 2. Estimativa da Produção de Etanol Hidratado para a Safra 2013/14

REGIÃO/UF	CANA-DE-AÇÚCAR DESTINADA AO ÁLCOOL HIDRATADO (Em 1000t)			ÁLCOOL HIDRATADO (Em 1.000 litros)			
	Safra 2012/13	Safra 2013/14	VAR. %	Safra 2012/13	Safra 2013/14	Variação	
						Absoluta	%
NORTE	942,4	1.375,9	45,99	75.811,8	109.955,8	34.144,0	45,04
RO	125,1	318,8	154,84	8.762,8	23.561,8	14.798,9	168,88
AC	70,3	72,2	2,70	4.102,5	4.213,4	110,9	2,70
AM	79,8	120,2	50,50	4.045,8	6.962,6	2.916,9	72,10
PA	131,3	178,0	35,61	10.736,7	14.315,2	3.578,5	33,33
TO	535,9	686,7	28,13	48.164,0	60.902,9	12.738,9	26,45
NORDESTE	8.254,8	10.229,3	23,92	658.596,2	799.740,8	141.144,6	21,43
MA	284,3	413,9	45,60	23.516,5	33.749,1	10.232,7	43,51
PI	18,2	22,5	23,57	1.468,2	1.797,0	328,8	22,39
CE	57,0	71,9	26,14	3.988,6	5.101,4	1.112,8	27,90
RN	442,8	842,4	90,24	30.816,2	62.760,2	31.944,0	103,66
PB	1.848,5	1.859,5	0,59	153.035,3	151.722,0	(1.313,3)	(0,86)
PE	1.325,0	1.333,0	0,60	100.435,2	107.975,4	7.540,3	7,51
AL	2.480,4	2.998,5	20,88	204.529,6	232.157,1	27.627,5	13,51
SE	768,5	1.082,8	40,88	64.317,2	82.072,6	17.755,4	27,61
BA	1.030,0	1.604,8	55,81	76.489,5	122.405,8	45.916,4	60,03
CENTRO-OESTE	51.969,4	57.657,6	10,95	4.247.880,2	4.683.376,2	435.496,0	10,25
MT	6.331,8	6.543,3	3,34	508.286,3	538.153,9	29.867,6	5,88
MS	17.518,2	18.444,3	5,29	1.430.420,0	1.460.234,5	29.814,5	2,08
GO	28.119,4	32.669,9	16,18	2.309.173,8	2.684.987,7	375.813,9	16,27
SUDESTE	97.177,2	94.661,5	(2,59)	7.894.339,2	7.720.095,3	(174.243,9)	(2,21)
MG	14.372,0	13.890,2	(3,35)	1.172.417,7	1.145.679,0	(26.738,7)	(2,28)
ES	936,1	908,2	(2,98)	68.302,3	69.703,5	1.401,1	2,05
RJ	1.014,1	1.035,8	2,14	68.292,6	72.876,3	4.583,7	6,71
SP	80.854,9	78.827,3	(2,51)	6.585.326,61	6.431.836,5	(153.490,1)	(2,33)
SUL	11.187,3	12.865,2	15,00	911.464,6	1.088.706,9	177.242,3	19,45
PR	11.154,4	12.772,2	14,50	909.799,4	1.082.163,4	172.364,0	18,95
RS	32,9	93,0	182,67	1.665,1	6.543,5	4.878,4	292,97
NORTE/NORDESTE	9.197,2	11.605,2	26,18	734.408,0	909.696,6	175.288,6	23,87
CENTRO-SUL	160.333,8	165.184,4	3,03	13.053.683,9	13.492.178,4	438.494,5	3,36
BRASIL	169.531,1	176.789,5	4,28	13.788.092,0	14.401.875,0	613.783,0	4,45

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)

Os dados apontam para a projeção de um aumento de 4,45% para a próxima safra brasileira. Destaca-se a posição do estado de São Paulo, que apesar da queda de 153 milhões de litros, ainda mantém-se como o maior produtor de etanol hidratado no país, com cerca de 45% de toda produção nacional. Além disso, a região Centro-Sul é responsável por 93% do total de biocombustível produzido pelo país, mostrando a relevância dessa macrorregião para o fomento a produção de etanol no país. Levi (2009) apud. Neves, Trombin e Consoli (2009) destaca que a região Sudeste apresenta topografia ideal para o cultivo da planta, além dos desenvolvimentos industrial e econômico, que permitem uma colheita via maquinário, diminuindo assim a adoção por

um sistema intensivo em mão-de-obra, sendo assim um custo inferior para a produção na região em comparação com a região Nordeste brasileira.

Na região Norte-Nordeste, destacam-se os estados do Rio Grande do Norte e Rondônia, que tem projetado praticamente dobrar suas respectivas produções, o que pode ser em parte explicado pela tentativa de romper algumas fronteiras agrícolas e também pelo fato de ter sido aprovado o projeto de Lei do Senado número 626, de 2011, em que libera-se o cultivo de em algumas regiões específicas da chamada Amazônia Legal (Projeto de Lei do Senado).

Nassar et. al (2013) debatem os desdobramentos para o setor sucroenergético brasileiro, que voltou a fazer parte da discussão econômica, com as medidas adotadas para incentivos à produção do setor e os déficits verificados pela Petrobrás, em função de importação de gasolina nos últimos anos para atender a demanda interna. Com isso, o governo incentivou a produção de etanol como substituto do combustível fóssil.

Os autores enfatizam uma preocupação com a produção de biocombustíveis no país, tendo em vista o fechamento de 41 usinas nos últimos 5 anos e a previsão da inatividade de mais 12 para a safra 2013/14 que está iniciando. A principal razão para o fechamento dessas usinas é a questão dos baixos preços internacionais do açúcar nos últimos anos, juntamente com a baixa demanda por etanol, o que fez com que o preço dos derivados da cana não remunerasse os custos de produção.

A perspectiva, no entanto, é de que haja certa recuperação setorial, em função da alteração da mistura do etanol na gasolina C de 20 para 25% do volume total, além de uma maior disponibilidade de acesso a linhas de crédito via principalmente BNDES.

Por outro lado, não se vislumbram, segundo os autores, investimentos pesados em novas usinas, já que não se sabe ao certo se com a evolução de preços, devido aos incentivos governamentais, a demanda por etanol hidratado será revertida ou se a gasolina ainda será preponderante no abastecimento de motores do ciclo Otto (combustão interna, o qual utiliza gasolina ou etanol como grandes matérias-primas).

1.2. Produção de etanol hidratado no Brasil

O etanol brasileiro é produzido, principalmente, a partir da extração da cana-de-açúcar. O bagaço fruto desse processo pode ser decomposto em três produtos principais:

o etanol hidratado, que é resultado da fermentação de agentes biológicos, com alta concentração de água; através de manipulação química (via destilação) obtêm-se outro carburante com uma concentração maior de biocombustível, o etanol anidro e por fim, o álcool neutro, que é utilizado principalmente com fins industriais (BNDES, 2008). Há alguns estudos com etanol celulósico sendo desenvolvidos no país com auxílio de algumas das grandes universidades do Brasil (Embrapa, 2012). No entanto, ainda não há, no curto prazo, perspectiva de que essa produção ganhe escala e consiga superar a produção do biocombustível proveniente da cana.

A cadeia produtiva do biocombustível carburante no país é estruturada com o elo produção-distribuição-regulação, fazendo com que o combustível seja acessível ao consumidor final nos postos de vendas. A figura 1 mostra um mapeamento simplificado para o produto final chegar às mãos de seu consumidor.

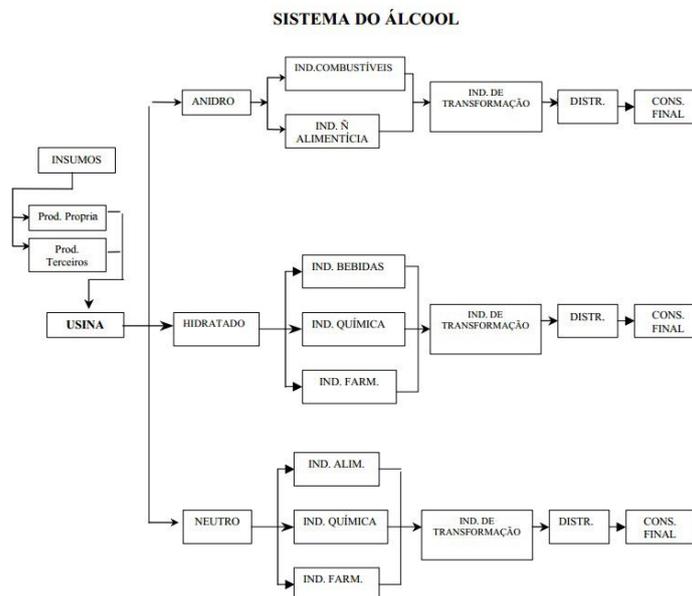
No caso da produção do etanol no Brasil, destaca-se a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA). Essa associação é composta por usinas do Centro-Sul brasileiro, que se uniram com o propósito de modernizar o setor e aumentar a competitividade do país internacionalmente. Dentre um dos seus objetivos é tornar o etanol uma *commodity*, o que pode trazer melhores rendimentos ao biocombustível, em função de sua aceitação global, além de liderar algumas discussões para liberalização da comercialização do etanol e do açúcar globalmente. (UNICA, 2013).

Quanto à distribuição dos combustíveis no país, ressalta-se o Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes (SINDICOM), que compõe cerca de 80% das distribuidoras de combustíveis, dentre estes o etanol, que atuam comprando o produto no mercado e são grandes *players*, que detêm posição privilegiada de mercado. Sua missão é atuar como um interlocutor das associadas com órgãos estatais e governamentais e garantir qualidade no fornecimento dos combustíveis no país. Dentre as distribuidoras presentes nesse Sindicato, destacam-se: Ipiranga Produtos de Petróleo S.A., Petrobrás Distribuidora S.A., Shell Brasil Petróleo Ltda., Raízen Combustíveis S.A., dentre outras. (SINDICOM, 2013).

Para fiscalizar e regulamentar a ação dos agentes do mercado de biocombustíveis foi criada em 1997, a partir da lei nº 9.478, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A agência tem como suas funções:

regular, contratar e fiscalizar as atividades dos agentes envolvidos nas indústrias de petróleo, gás natural e dos biocombustíveis.

Figura 1. Sistema de produção do etanol no Brasil



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

1.3. A evolução produção de etanol hidratado no Brasil.

Rached (2011) remonta a história da cana-de-açúcar no país, chegando até os dias atuais. Inicialmente, a autora aponta a vinda da planta ao Brasil como parte do processo de colonização dos portugueses, que encontraram no país o clima ideal para adaptação da planta, além do alto valor agregado, na época, ao açúcar, produto derivado da extração dela. Em seguida, a autora mostra a importância da cana-de-açúcar nos séculos XIX e XX e, por fim, destaca o papel fundamental do etanol para atender aos requisitos do Protocolo de Kyoto, no qual os países foram incentivados a reduzir os gases, os quais deterioram a camada de ozônio, além da alta instabilidade dos preços do petróleo internacionalmente.

A autora ainda destaca juntamente com Xavier (2008) que a produção de etanol no Brasil aumentou consideravelmente com o programa do PROÁLCOOL instituído na década de 70, como uma forma de se proteger do aumento dos combustíveis fósseis, principalmente, decorrente dos choques do petróleo, em que o produto apresentou forte apreciação do seu preço.

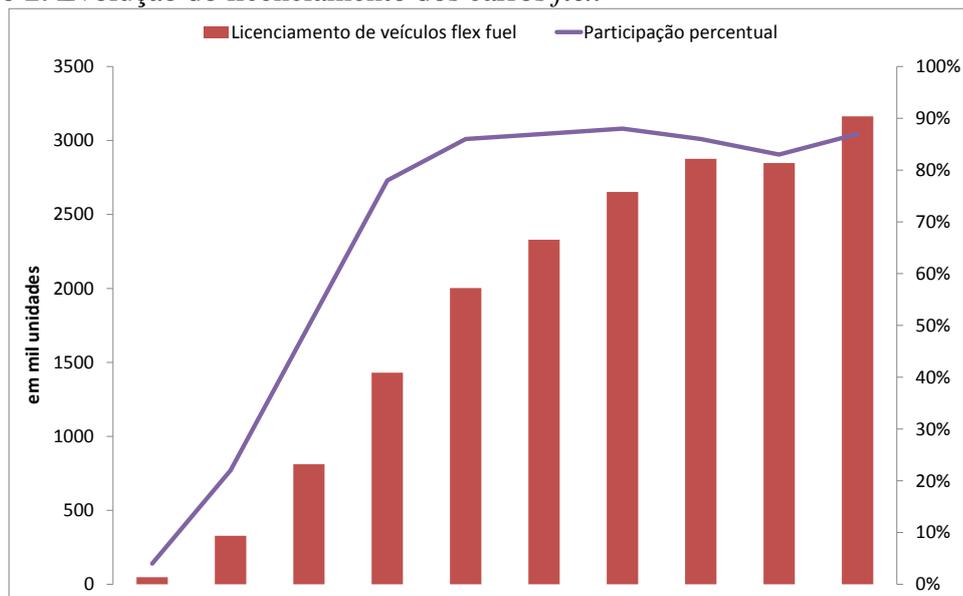
O programa do PROÁLCOOL foi instaurado em duas etapas, a primeira entre os anos de 1975 e 1979, que configurou-se como a adição do etanol anidro na mistura da gasolina, com o intuito de reduzir as importações desse combustível fóssil, que sofrera diversos reajustes.

No entanto, com a incidência do novo choque do petróleo ocorrido em 1978, houve um incremento de praticamente 100% no preço do produto, o que iria deteriorar ainda mais as contas do país, com isso, o governo adotou a estratégia de incentivar a produção de carros movidos a álcool, com IPI reduzidos e fixar o preço do etanol hidratado a 64,5% do preço de seu substituto fóssil. (Rached, 2011). Essa fase ficou conhecida como segunda fase do programa PROÁLCOOL e tinha como principal objetivo criar uma fonte energética alternativa aos veículos de passeio no país.

Essa fase supracitada durou até 1985, com um incremento na produção dos carros movidos a etanol e uma grande mudança na estrutura energética brasileira. No entanto, destaca Rached (2011) a partir de 1986, houve um momento de estagnação desse sistema em função de redução dos preços internacionais da gasolina, atrelado a isso houve uma crise de abastecimento no país, tendo em vista a grande quantia de veículos comprados na época. Ademais, devido à crise em que se encontrava o Estado brasileiro em meados da década de 80, o governo não tinha mais recursos para manter a política de incentivos do setor, algo que fazia com que os preços permanecessem competitivos (Xavier,2008).

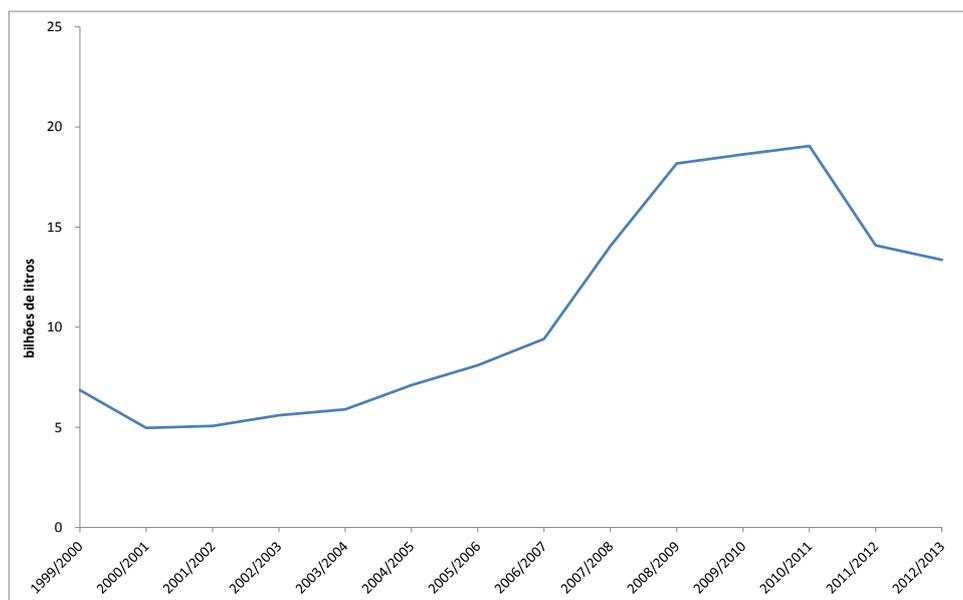
Sendo assim, na década de 90, houve liberalização dos preços, que até então eram controlados via incentivos do governo, o que estimulou uma modernização do setor em busca de redução de custos. O novo momento de *boom* do mercado de álcool combustível no Brasil se deu em 2003, com a introdução dos carros *flex-fuel*, que funcionam tanto com gasolina como com etanol hidratado (Rached, 2011). Os dados da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e da UNICA, apresentados abaixo nos gráficos 2 e 3, reforçam essa tese ao demonstrar o aumento exponencial no licenciamento, e, por conseguinte, na compra de carros, que podem optar pelo abastecimento com gasolina do tipo C ou etanol hidratado, juntamente com o aumento da produção desse biocombustível ao longo de todo o país.

Gráfico 2. Evolução do licenciamento dos carros *flex*



Fonte: ANFAVEA (2013). Elaboração Própria.

Gráfico 3. Produção de etanol hidratado no Brasil



Fonte: UNICADData (2013). Elaboração Própria.

Para a próxima safra 2013/14, espera-se um aumento dos incentivos a produção de etanol por uma série de motivos: primeiramente a verificação dos baixos preços do açúcar internacionalmente, em virtude do superávit global do produto, agrega-se a isso a instituição de um aumento na mistura da gasolina, passando de 20 para 25% do total composto por etanol anidro.

Por fim, o decreto da presidente Dilma Rousseff sobre a incidência dos impostos de PIS/COFINS ao longo da cadeia produtiva. No diário oficial da União, a medida, em que se zera a alíquota de PIS/COFINS nas distribuidoras, foi anunciada. Enquanto isso, as usinas terão a assunção de um crédito presumido, ou seja, tomar créditos que não constam nas notas fiscais, um crédito extra concedido pelo governo aos produtores. Inicialmente, esse valor é de R\$ 48/m³ sobre a produção de carburante, já no caso da adoção do regime especial de tributação, este valor passa a ser de R\$ 120/m³ (Diário Oficial).

Por outro lado, há outro gargalo para o mercado do etanol hidratado, que é a questão do teto do preço, uma vez que como seu substituto direto na produção é a gasolina, então o biocombustível tem de estar com seu preço até 70% do praticado no combustível fóssil, em função de seu menor conteúdo energético. Outra questão importante é o fato de que, em momentos de escassez de etanol hidratado, os produtores se valem do processo de adição de água ao anidro em caminhões para abastecer o mercado, apesar do custo mais elevado deste último carburante.

Nesse contexto, a UNICA em sua projeção para a safra 2013/14 apresentou o *mix* mais voltado à produção do biocombustível conforme verificado na figura abaixo.

Figura 2. Números finais da safra 2012/13 e projeção para o ciclo 2013/14

Produtos	Safr			
	2012/2013	2013/2014	Var. (%)	
Cana-de-açúcar ¹	532.758	589.600	↑ 10,67%	
Açúcar ¹	34.097	35.500	↑ 4,11%	
Etanol anidro ²	8.730	11.200	↑ 28,29%	
Etanol hidratado ²	12.632	14.171	↑ 12,18%	
Etanol total ²	21.362	25.371	↑ 18,77%	
ATR ¹	72.228	80.600	↑ 11,59%	
ATR/ tonelada de cana ³	135,57	136,70	↑ 0,83%	
Mix (%)	açúcar	49,54%	46,22%	↓
	etanol	50,46%	53,78%	↑
Açúcar disponível para exportação ¹	24.312	25.800	↑ 6,12%	
Exportação de etanol ²	3.458*	2.700	↓ -21,92%	

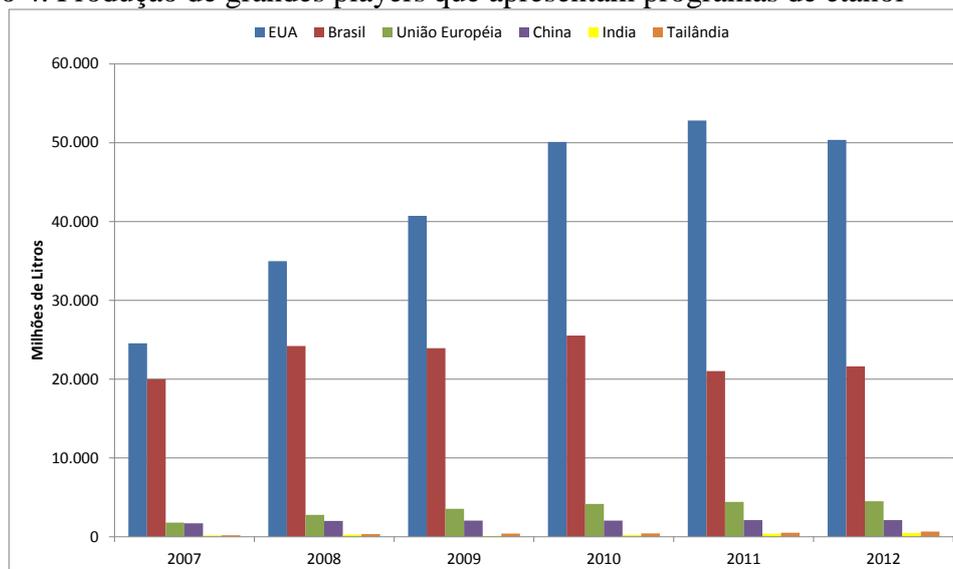
Fonte: UNICA. Nota: ¹ - mil toneladas; ² - milhões de litros; ³ - kg de ATR/ tonelada de cana; * volume de etanol que saiu das unidades produtoras do Centro-sul com destino ao mercado externo no período de abril/2012 a março/2013.

Fonte: União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA)

1.4. Etanol nos EUA

O gráfico abaixo aponta a produção de alguns *players*, que apresentam algum tipo de programa de incentivo a produção de biocombustíveis.

Gráfico 4. Produção de grandes players que apresentam programas de etanol



Fonte: FO LICHT

Nesse contexto, dados da consultoria Datagro apontam para uma produção de 48 bilhões de litros de etanol no ano de 2012, o que reforça a posição dos EUA como o maior produtor desse biocombustível no mundo. Rached (2011) destaca que essa escalada rumo ao topo da produção de etanol se deu com a instituição do programa chamado *Clean Air Act Amendments*, que intensificou sua eficácia com a aprovação do chamado *Renewable Fuel Standards* (RFS), atrelado a *Energy Policy* de 2005.

Segundo a RFA ([s.d.]a), com a legitimação do RFS2, a partir da assinatura do *The Energy Independence and Security Act of 2007*, a produção norte-americana de biocombustíveis é realizada com base em um mandato, isto é, anualmente, a EPA (Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana) divulga qual deve ser a mistura entre combustíveis fósseis e biocombustíveis adotadas pelos misturadores de gasolina (*blenders*).

Sendo assim, o mandato norte-americano projetado é de 36 bilhões de galões de biocombustíveis (cerca de 133 bilhões de litros). Para atender tal demanda, a RFA (*Renewable Fuels Association*) distingue os tipos de combustíveis.

Há os biocombustíveis convencionais, que são basicamente compostos pelo etanol produzido a partir do milho, sendo este o mais produzido nos EUA. Há os combustíveis avançados compostos por etanol da cana-de-açúcar, biodiesel derivado de biomassa, dentre outros. Nesta última categoria há a possibilidade da exportação do etanol brasileiro para a potência americana, sendo que na safra 2012/13 do Centro-Sul do total de exportações brasileiras, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), as exportações brasileiras para os EUA de etanol representaram 66% do total.

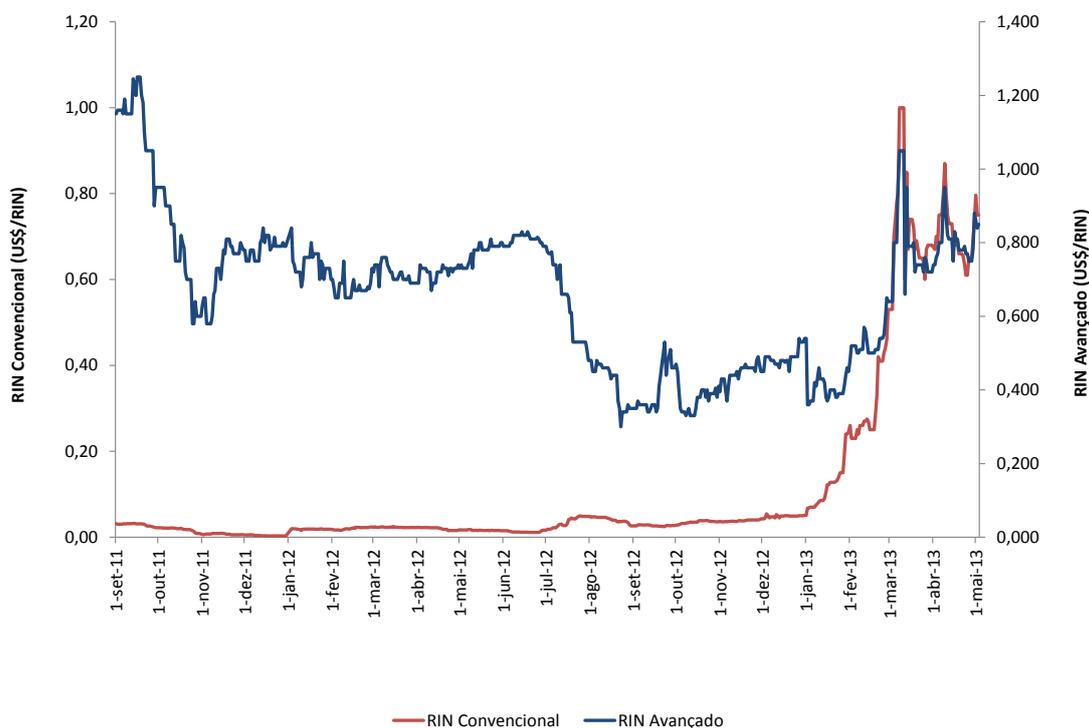
Todavia, conforme destaca Verleger (2013) para atender os mandatos impostos pelo governo norte-americano, os agentes podem se utilizar dos RINs (*Renewable Identification Numbers*), que são papéis compostos por 38 dígitos atrelados a produção de 1 galão de etanol.

Com isso, o produtor que não tenha atingido o mandato através de sua produção pode comprar esses RINs para atendê-la. Assim como o caso em que um *blender* tenha um volume de biocombustível acima de suas necessidades ele pode negociar esse número. Além disso, o autor atenta para o fato de que a EPA libera a manutenção destes

papéis para cumprimento do mandato no próximo ano, isto é, caso o produtor tenha um excesso de RINs em 2012, ele pode mantê-los para atingir o mandato em 2013, mas não serão mais válidos para o ano de 2014.

No entanto, Verleger (2013) atesta para o fato de que poderá haver um problema esta política de manutenção dos RINs para os próximo ano, em função da imposição da EPA de que haja um aumento na porcentagem de combustíveis renováveis na mistura com a gasolina, o que aumenta a demanda pelos papéis. Nesse contexto, há a preocupação de que não haja oferta de RINs no mercado neste ano e que esta seja ainda menor para 2014. Logo, os produtores estão se esforçando ao máximo para produzir próximo ao mandato e completar o que falta com papéis de 2012. Esse aumento na demanda criou um aumento expressivo no preço desses produtos, que passaram a ser cotados a mais de US\$1 por papel, muito superior a períodos anteriores, conforme o gráfico abaixo.

Gráfico 5. Evolução do preço dos RINs



Fonte: OPIS

Diante desse panorama, algumas das grandes bolsas de futuros nos EUA, *Intercontinental Exchange* e *Chicago Board of Trade* (ICE e CBOT, respectivamente)

resolveram criar a negociação de balcão de contratos de RINs para tentar amenizar esses impactos de volatilidade. (OPIS, 2013)

Apesar do grande impacto que há nos EUA da produção de biocombustíveis, ainda há resistência do consumo em algumas partes do país. O principal órgão que critica essa prática é a *Big Oil*, composta por grandes produtoras de combustíveis fósseis que afirmam estar perdendo espaço com essa nova indústria no país. Além disso, alegam um possível aumento no preço dos alimentos com a produção de biocombustíveis, dentre outras alegações que acirram o debate.

Por outro lado, a *Big Oil* é criticada por seus efeitos maléficos ao meio-ambiente, sem contar a defesa de que a produção dos DDGs (*dry distillers grains*), produto que é resíduo da produção de etanol do milho, que é utilizado como substituto do farelo de soja, é uma outra fonte de renda para os produtores. O que é interessante notar é como se conduz esse debate com a divulgação de vídeos e notas bem ofensivas, como é o caso do vídeo “*How do you love oil*”(Fuels America ORG) em que há um ataque irônico ao *Big Oil* e seus impactos na sociedade e meio ambiente.

Com essa contextualização do etanol hidratado no Brasil e também nos EUA, os próximos capítulos terão como enfoque a discussão central dessa monografia, que é se há impacto na variação dos preços à vista do etanol hidratado com o início da negociação dos contratos futuros na BM&FBOVESPA. Para isso, o próximo capítulo trará uma pequena revisão bibliográfica sobre o tema, com estudos de diversas *commodities* sobre o impacto da negociação dos contratos futuros em sua volatilidade de preços *spot*.

Capítulo 2 – Derivativos: Conceito, função e características gerais.

Um contrato de derivativo é, basicamente, um contrato que possibilita negociar um ativo para entrega em data futura. Assim sendo, o seu preço deriva do ativo-objeto ou ativo subjacente ao contrato. Esse tipo de contrato foi criado para controlar os riscos de oscilações desfavoráveis dos preços de ativos financeiros (taxas de juros, taxas de câmbio, ações, entre outros) e de *commodities* (HULL, 2005).

A negociação desses contratos ocorre, principalmente, de duas formas. A primeira, no âmbito privado, no qual há um agente buscando reduzir risco de preço

(*hedger*) e um agente que tomará para si o risco alheio (especulador). Sendo assim, as bases do contrato são firmadas entre as partes, sem transparência na divulgação de preços. Essa forma denomina-se contrato de balcão (a termo), sendo sua principal característica a customização de seus itens. A outra forma mantém o padrão de dois agentes, mas o contrato é negociado em uma bolsa de mercadorias, sendo este padronizado. Assim sendo, objeto do contrato, tamanho, dia de vencimento, unidade de cotação, entre outros itens, são previamente estabelecidos (ARAÚJO & BESSADA, 2005).

Existem quatro tipos de derivativos: contratos a termo, futuros, opções e *swaps*. O contrato a termo consiste em um acordo de compra e venda de um ativo para entrega futura a um preço previamente acertado. Em geral, contratos a termo são negociados em mercado de balcão, em que os itens são definidos pelas partes do negócio.

Os contratos futuros possuem a mesma definição do termo, porém estes são negociados exclusivamente em bolsas, existindo uma padronização de suas cláusulas. Vale observar que a bolsa, mediante uma câmara de compensação, é responsável pelo registro, acompanhamento e liquidação das posições. Neste processo, a bolsa garante a integridade das negociações, utilizando-se de dois mecanismos fundamentais.

O primeiro deles consiste no ajuste diário. Esse ajuste nada mais é do que o mecanismo de liquidação dos contratos futuros entre os participantes do mercado. As posições mantidas pelos clientes são acertadas ao final de cada dia. Se há aumento dos preços, quem possui posição de venda (*short*) paga e quem tem posição de compra (*long*) recebe. Com esse sistema, pôde-se diluir o risco do longo prazo no dia-a-dia, já que não há acúmulo, gradativo, de uma posição perdedora (ARAÚJO & BESSADA, 2005).

O segundo mecanismo é a margem de garantia. Esta é depositada pelos agentes ao entrarem em uma posição de compra ou venda de contratos com objetivo de cobrir eventuais inadimplências relativas aos ajustes diários. Se tal situação ocorre, a bolsa executa as margens e o agente é compulsoriamente retirado da negociação. Caso contrário, não existindo inadimplemento, a margem é devolvida no final da operação.

Além dos contratos a termo e futuro já citados, existem outros tipos de contratos de derivativos transacionados pelos agentes. As opções permitem ao investidor adquirir

o direito de compra (*call*) ou venda de ativos (*put*) a um preço e data estabelecidos. Já o *swap* consiste em um acordo entre duas companhias para trocas de fluxos futuros de caixa. Tal acordo pré define a data e como serão calculados tais fluxos (HULL, 2005).

Três tipos de agentes participam dos mercados de derivativos: *hedgers*, especuladores e arbitradores. Os *hedgers* são agentes econômicos que se utilizam do mercado de derivativos para reduzir o seu risco diante de variações adversas acerca do preço do ativo-subjacente. A ação dos *hedgers* consiste em adotar uma posição no futuro distinta da adotada no presente, visando reduzir os riscos de uma possível mudança adversa nos preços do ativo-objeto.

Especuladores são agentes econômicos dispostos a assumir os riscos de variações de preço, visando benefícios financeiros. São eles que se disponibilizam a assumir o risco dos *hedgers*. Os especuladores são fundamentais para os mercados futuros, pois desempenham duas funções primordiais: transferência de riscos e visibilidade de preços. Além disso, os especuladores são responsáveis por conferir liquidez ao mercado futuro, pois sua atuação, nesse mercado, faz com que o volume de transações aumente e, assim, aumente a liquidez dos contratos futuros. Tais agentes liquidam suas posições antes do vencimento do contrato, por diferença financeira. Existem diferentes tipos de especuladores: *scalpers*, que desejam ganho de curto prazo, logo, mantêm suas posições por minutos; *day traders* que detêm suas posições por menos de um dia; *position traders* que se posicionam por um período mais longo buscando lucros nos movimento dos mercados.

Por fim, os arbitradores são indivíduos que se fazem valer de discrepâncias entre os preços, em dois mercados, comprando o bem no mercado no qual ele se encontra mais barato e vendendo-o no mercado em que ele se encontra mais caro. Com essa ação, eles se tornam importantes no mercado futuro, pois geram alinhamento de preços entre os mercados.

2.1. Evolução dos mercados de derivativos

Filho et al. (2005), apud Teixeira (1992), mostra que há indícios de negociação de contratos futuros em períodos anteriores às civilizações greco-romanas. No entanto, continua o autor, há um destaque para essa prática na Idade Média, nas feiras comandadas pelos senhores feudais com o objetivo de negociarem mercadorias

agrícolas, culminando com o surgimento da Inglaterra como centro mercantil da época. Em seguida, o autor cita que, em meados do século XVIII, há a criação da primeira Bolsa, no Japão, devido à relevância do arroz como *commodity* e alimento básico do país.

HULL (2005) menciona que o primeiro grande marco, na história recente desse mercado de derivativos, foi a criação da CBOT (*Chicago Board of Trade*), em 1848, com o intuito de padronizar as quantidades e qualidades dos grãos transacionados. Em poucos anos, os primeiros contratos futuros começaram a ser transacionados. Os especuladores, com isso, acharam mais atrativo a negociação desses contratos em relação à troca dos próprios grãos. No século seguinte, mais precisamente em 1973, a CBOE (*Chicago Board Options Exchange*) iniciou o processo de negociação de opções de compra (*calls*) e, em 1977, começaram a ser transacionados nessa mesma bolsa contratos de opções de vendas (*puts*).

Quanto às origens desse mercado no Brasil, BM&FBOVESPA (2011) apresenta que o mercado de derivativos, no País, teve início com a fundação da BMSP (Bolsa de Mercadorias de São Paulo), em 1917. Neste local, transacionavam-se *commodities* à vista, majoritariamente, algodão, café e boi gordo. Na década de 1970, houve a criação do Sistema Nacional de Compensação de Negócios a Termo, local destinado ao registro e liquidação dos contratos de derivativos. Nessa mesma década, o processo de negociação de contratos de opções sobre ações se consolidou, na BOVESPA e na BVRJ (Bolsas de Valores do Rio de Janeiro). No entanto, a negociação de contratos futuros só se concretizou em 1984. Com a fusão operacional da BMSP, em 1991, e a incorporação da BBF (Bolsa Brasileira de Futuros), criou-se a BM&F (Bolsa de Mercadorias & Futuros), tornando-se o principal centro de negociação de derivativos no país. Em 2008, a BM&F fundiu-se com a BOVESPA, criando a BM&FBOVESPA, que possui mercados organizados para um vasto contingente de produtos nos quais se pode negociar ações, títulos privados e públicos, moedas e contratos de derivativos, sendo essa Bolsa suscetível à fiscalização e regulamentação da CVM (Comissão de Valores Mobiliários) e Bacen (Banco Central).

A importância da BM&FBOVESPA, no âmbito mundial, é tamanha que, segundo dados da FIA (Futures Industry Association), em volume de transações, essa bolsa é a 6ª maior do mundo, como pode ser analisado na Tabela 3.

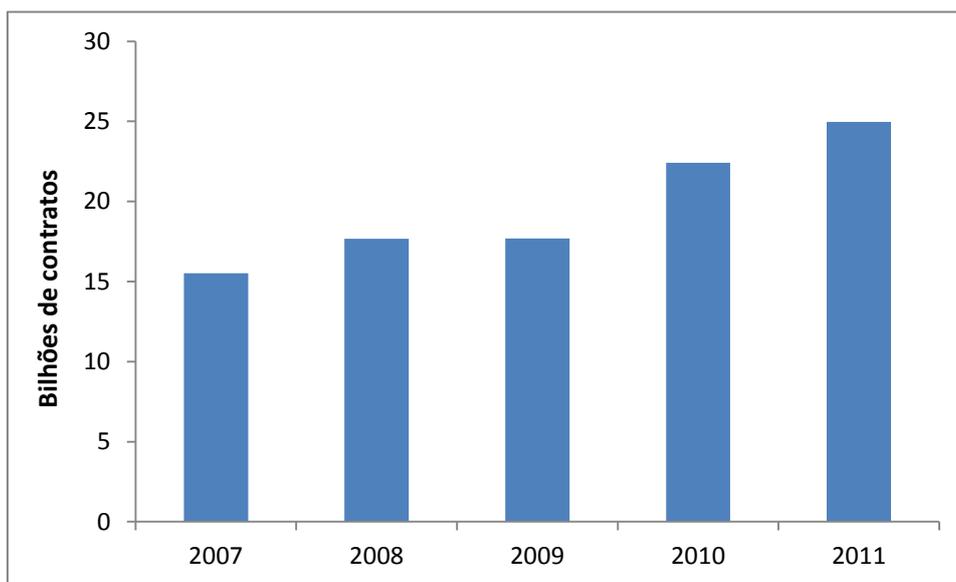
Tabela 3. Relação das maiores bolsas de futuros do mundo (em volume de contratos) no primeiro semestre de 2011 e 2012.

Posição	Bolsa	Contratos negociados (em milhões)		Variação (%)
		jan-jul de 2011	jan-jul de 2012	
1	CME Group	1.707,75	1.555,13	-8,9%
2	Korea Exchange	2.123,57	1.393,95	-34,4%
3	Eurex	1.420,88	1.262,49	-12,5%
4	NYSE Euronext	1.168,87	1.025,21	-14,0%
5	National Stock Exchange of India	1.047,73	971,83	-7,8%
6	BM&FBOVESPA	733,93	865,56	17,9%
7	CBOE Group	595,20	605,31	1,7%
8	Nasdaq OMX	653,28	567,97	-13,1%
9	Russian Trading Systems Stock Exchange	443,90	506,11	14,0%
10	Multi Commodity Exchange of India	567,63	489,31	-13,8%

Fonte: Futures Industry Association (FIA)

Conforme a FIA (Futures Industry Association), o volume de negociação com derivativos vem apresentando crescimento significativo. Entre 2007 e 2011, o crescimento médio anual foi de 13%, chegando a quase 25 bilhões de contratos negociados (Gráfico 6), há uma ressalva a ser feita ao ano de 2009, que sucedeu a crise deflagrada em 2008, com isso houve uma redução na quantidade de contratos negociados, o que foi retomado em 2010.

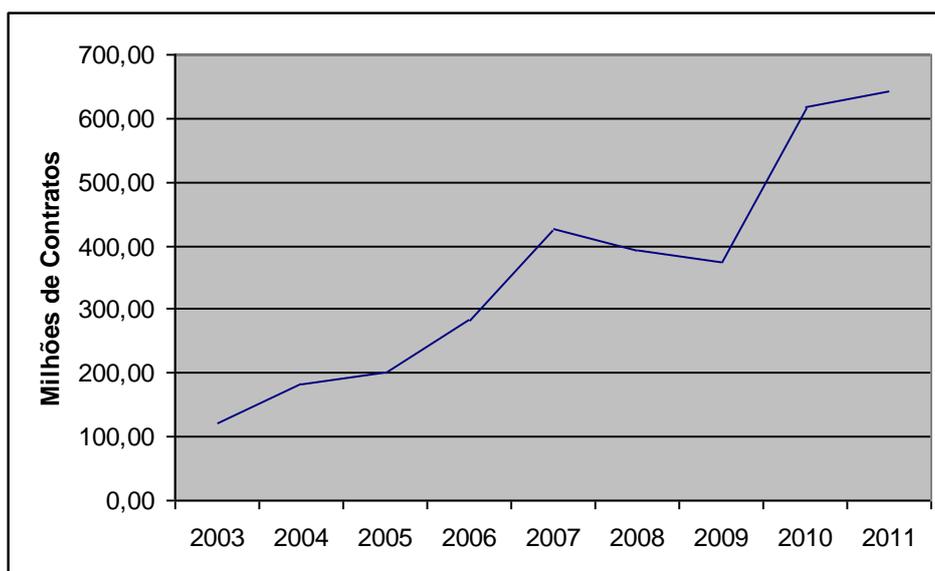
Gráfico 6. Volume de contratos futuros negociados (em bilhões) ao redor do mundo entre 2007 e 2011



Fonte: Futures Industry Association (FIA)

No contexto nacional, a BM&FBOVESPA também apresenta um cenário de forte evolução das negociações, como mostra o Gráfico 7. O volume de contratos teve uma elevação de mais de seis vezes entre 2003 e 2011, atingindo mais de 640 milhões de contratos neste último ano.

Gráfico 7. Evolução do número de contratos negociados na BM&FBOVESPA (em milhões) entre 2003 e 2011



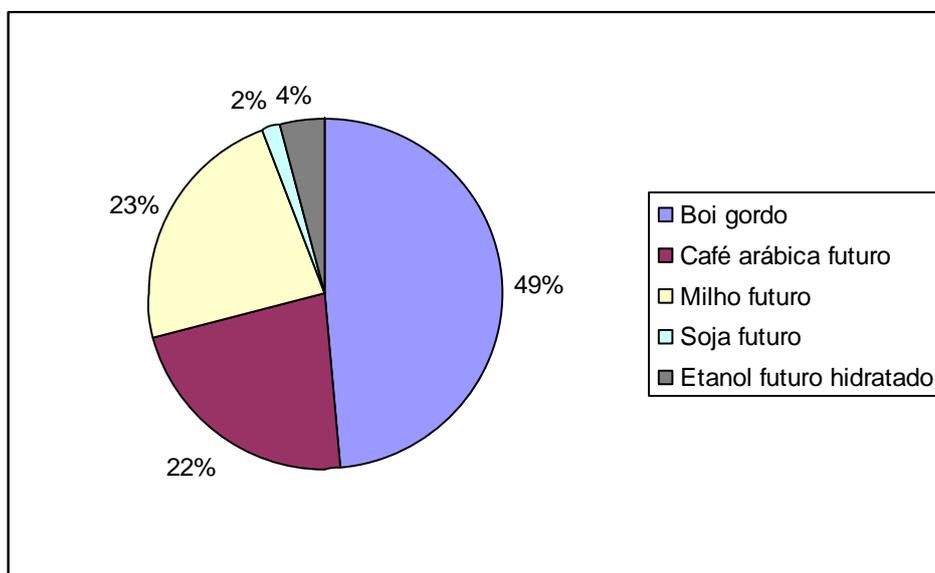
Fonte: BM&FBOVESPA

2.2. Derivativos agropecuários

O setor agropecuário é suscetível a intempéries que levam a incertezas quanto ao volume e a qualidade da safra colhida no futuro, o que, em última instância, impacta o nível de preços. Além disso, há uma dependência clara existente entre produtor agrícola e consumidor, uma vez que o primeiro deseja que o seu produto tenha o preço mais alto possível, no momento da venda, e o consumidor deseja pagar o mínimo possível no ato da compra. O contrato de derivativo, como já fora enunciado, serve para reduzir a incerteza nos preços.

No Brasil, a BM&FBOVESPA disponibiliza para negociação uma série de derivativos neste segmento: contratos futuros e de opções sobre futuros de açúcar cristal, boi gordo, café arábica, etanol, milho e soja. Os futuros de boi gordo e café arábica são aqueles que apresentam o maior volume de transação, conforme mostra o Gráfico 8.

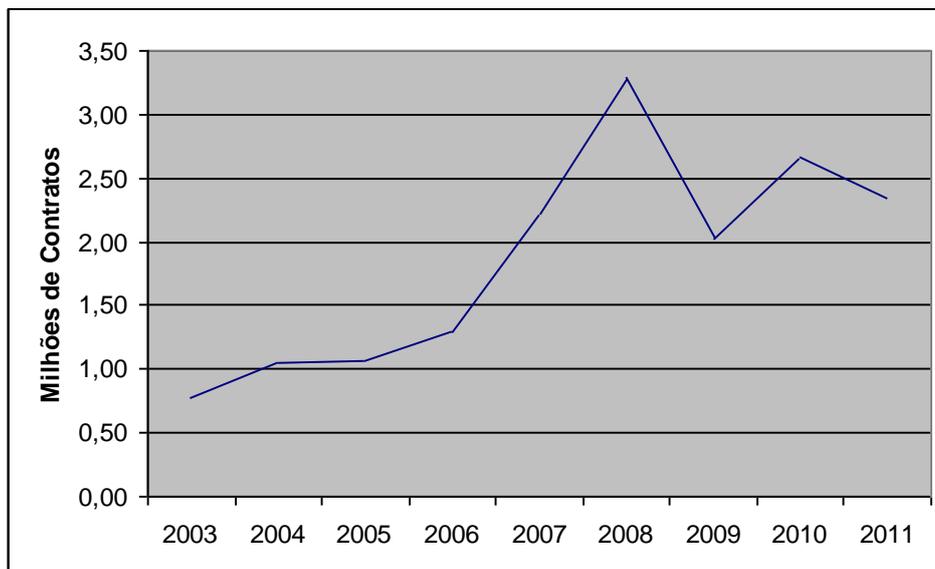
Gráfico 8. Participação de cada contrato futuro agropecuário em relação ao volume de contratos negociados neste segmento entre janeiro e dezembro de 2011 na BM&FBOVESPA



Fonte: BM&FBOVESPA

A evolução no número de contratos agropecuários negociados da BM&FBOVESPA segue o padrão mundial de crescimento, com algumas pequenas quedas ao longo do período. Isso é evidenciado no gráfico abaixo.

Gráfico 9. Evolução da negociação de contratos futuros agropecuários (em milhões) na BM&FBOVESPA entre 2003 e 2011



Fonte: BM&FBOVESPA

2.3.1 Contrato futuro de etanol

De acordo com Júnior et al. (2008), apud ALVES (2002) e MARJOTTA-MAISTRO (2002), a história de livre negociação do setor sucroalcooleiro brasileiro é relativamente recente, de meados dos anos 1990. O início desse processo de negociação analisam os autores, remonta do fim do IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool), que tinha por finalidade manter um equilíbrio interno entre o preço do açúcar e fomentar a produção de álcool voltado aos combustíveis, em virtude da alta dos preços de petróleo no mercado internacional. Em 1995, a BM&F, em consonância com o mercado açucareiro e de álcool mundiais, lançou o contrato futuro do açúcar cristal, que era de qualidade distinta dos açúcares negociados em importantes bolsas como a *New York Board of Trade* e a *Euronext Liffe*, sendo negociados contratos de açúcar demerara e refinado, respectivamente.

Nos anos 2000, a bolsa de futuros brasileira lançou o contrato futuro do álcool anidro carburante, que apresentava como característica a liquidação física. Mais recentemente, no ano de 2007, a BM&FBOVESPA introduziu para negociação o contrato futuro de etanol, denominado em dólares. Segundo Costa (2010), o novo contrato é cotado em reais, com formação de preço na região de Paulínia e com

liquidação financeira (Quadro 1), o que segundo este autor, pode conferir liquidez às negociações.

Diversos segmentos da cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar podem utilizar tais contratos: empresas de insumo (fazem suas vendas vinculadas ao produto); produtores de cana (que são remunerados segundo a produção das usinas); usineiros (defrontam-se com o risco de queda do preço do produto final abaixo do custo de produção); indústrias (que podem utilizar a cana e seus derivados como insumos); distribuidoras de combustíveis (precisam defender-se de uma alta dos preços) e agentes financeiros. Diante desse panorama percebe-se que há necessidade de proteção contra oscilações adversas de preços.

Quadro 1. Especificações do contrato de etanol negociado na BM&FBOVESPA

Itens	Especificações
Objeto de negociação	Etanol Hidratado Combustível, segundo as especificações da Agência Nacional de Petróleo (ANP).
Cotação	Reais por metro cúbico, com duas casas decimais, livres de ICMS e PIS/COFINS.
Vencimento	Último dia útil anterior ao mês de vencimento do contrato
Tamanho do Contrato	30 metros cúbicos (equivalentes a 30.000 litros)

Fonte: BM&FBOVESPA

Diante dessas condições, os agentes econômicos podem se utilizar de estratégias de *hedge* de compra (quando se deseja travar o preço de compra de um ativo, exemplo distribuidoras de combustíveis) e de venda (quando se deseja travar um preço mínimo de venda, exemplo uma usina contra a queda do preço do etanol). Júnior et al. (2005) apresentam um fato curioso quanto à proteção contra oscilações de preço nesse setor. Há uma espécie de *hedge* natural, no qual quando o produtor percebe que o preço do álcool está abaixo do preço do açúcar, ele passa a produzir mais açúcar em detrimento ao álcool, com isso, diz o autor, haverá um equilíbrio de preços, tendo em vista que haverá redução na oferta de álcool e, por conseguinte, aumento em seus preços, por outro lado, o aumento da oferta de açúcar tende a reduzir seus preços.

2.3.2 Um exemplo de Hedge

Um exemplo de operação de *hedge* nos mercados futuros é apresentado a seguir. Essa situação consiste em uma usina, que decidiu produzir o equivalente a 30.000 m³ de etanol, no mês de setembro. De forma a não incorrer em risco de variações de preços, a usina vende 1.000 contratos futuros na BM&FBOVESPA à cotação do dia, R\$392,00/m³.

Uma das maneiras, com as quais os *players* encerram a posição no mercado futuro é através da reversão da posição, isto é, como nesse caso a usina vendeu contratos futuros, ela, por intermédio de seu corretor, os compra antes que o contrato vença. A usina então reverte sua posição faltando poucos dias para o vencimento do derivativo, comprando os 1.000 contratos por R\$380,00/m³. Obtém, assim, um ganho de R\$ 12,00/m³. Além disso, vende os 30.000 m³ de etanol no mercado físico a R\$380,00/m³ (por hipótese, ocorreu a convergência dos preços futuros aos preços à vista, dado que o contrato está prestes a expirar). Considerando toda a operação, são obtidos os seguintes resultados:

- Mercado futuro: R\$ 12,00 x 1000 (número de contratos) x 30 (tamanho do contrato) = R\$ 360.000,00

- Mercado à vista: R\$ 380,00 (cotação do etanol) x 30.000 = R\$ 11.400.000,00

- Receita Total = R\$ 360.000,00 + R\$ 11.400.000,00 = R\$ 11.760.000,00

Observe que, ao dividir a receita total pela quantidade total vendida, será obtido o preço com o qual a usina vendeu contratos futuros: R\$ 11.760.000,00/ 30.000m³ = R\$ 392,00/m³.

Há também o caso de *hedge* para compra de contratos futuros, como pode ocorrer com indústrias, que se utilizam do etanol como insumo para sua produção e, por isso, é necessário que se protejam contra aumentos inesperados no preço desse insumo. Considere que essa indústria necessitará de 6.000.000 litros de etanol para daqui a seis meses. Isso equivale a 6.000 m³ de etanol (1 m³ = 1000 litros). Sendo assim, a indústria decide, através de seu corretor, fazer uma compra de contratos futuros para se proteger de um possível aumento no preço desse insumo. O preço atual do etanol está em R\$390,00/m³ e a indústria deseja pagar, no futuro, no máximo R\$400,00/m³. Emite, então, uma ordem de compra de 200 contratos futuros, tendo em vista que cada contrato

de etanol equivale a 30 m³ ou 30.000 litros de etanol, sendo este contrato com vencimento para seis meses e preço de R\$ 400,00/m³.

Assim como no caso da usina, a indústria reverte sua posição um pouco antes da de vencimento, vendendo os contratos futuros de etanol. No entanto, a cotação do etanol, na época da venda, aumentou num patamar inferior ao que esperava a indústria para R\$ 396,00/m³, obtendo assim uma perda de R\$ 4,00/m³. No entanto, houve um ganho no mercado físico, pois a indústria poderá obter o etanol não mais por R\$ 400,00/m³ e sim por R\$ 396,00/m³. Ao considerar toda a operação, é possível verificar:

- Mercado futuro : $-\text{R\$ } 4,00 \times 200 \text{ (número de contratos)} \times 30 \text{ (tamanho do contrato)} = -\text{R\$ } 24.000,00$

- Mercado físico: $-\text{R\$ } 396,00 \times 6000 = -\text{R\$ } 2.376.000,00$

- Resultado Total = $-\text{R\$ } 2.376.000,00 - \text{R\$ } 24.000,00 = -\text{R\$ } 2.400.000,00$

Esse exemplo mostra que nem sempre as expectativas dos agentes quanto ao futuro dos preços se concretiza. No entanto, ao observar o resultado total pela quantidade total comprada, o valor máximo que a indústria gostaria de pagar é atingido: $\text{R\$ } 2.400.000,00/6000\text{m}^3 = \text{R\$ } 400,00/\text{m}^3$. Assim, através dos contratos futuros, a indústria travou o preço de compra. Neste caso, as perdas com o mercado futuro foram compensadas com os ganhos no mercado físico.

2.4 Influência dos mercados de derivativos sobre os preços à vista: revisão bibliográfica

A análise acerca da influência dos mercados futuros na volatilidade dos preços à vista do ativo subjacente ao contrato é recorrente no meio acadêmico. Diferentes mercados foram objeto de análise, contemplando contratos de taxa de juros, moedas, índices de ações, ações e commodities.

Mayhew (2000) realiza uma revisão de literatura sobre o tema, avaliando distintos mercados. Em geral, o autor observa que a introdução dos mercados futuros não aumenta a volatilidade dos preços *spot* e, além disso, tende a tornar os mercados físicos mais líquidos. Tal conclusão é similar para os mercados de commodities, como pode ser visto na Tabela 4. No entanto, o autor faz algumas ressalvas quanto a essa generalização, uma vez que, em alguns mercados, existe a comprovação empírica de

aumento da variabilidade dos preços à vista após o início das negociações dos derivativos (Tabela 4).

Tabela 4. Trabalhos com análise do impacto na volatilidade dos preços spot a partir do início das negociações com contratos futuros sobre commodities.

Autor	Mercado(s)	Resultado(s)
Emery (1896)	Algodão e Trigo	Baixo impacto
Hooker (1901)	Trigo	Baixo impacto
Working (1960)	Cebola	Baixo impacto
Gray (1968)	Cebola	Baixo impacto
Powers (1970)	Barriga de porco e boi gordo	Baixo impacto
Tomek (1971)	Trigo	Baixo impacto
Johnson (1973)	Cebola	Sem impacto
Taylor e Leuthold (1974)	Boi gordo	Baixo impacto
Brorsen et al. (1989)	Boi gordo	Alto impacto
Weaver e Banerjee (1990)	Boi gordo	Sem impacto
Antoniou e Foster (1992)	Petróleo	Sem impacto
Netz (1995)	Trigo	Baixo impacto
Kocagil (1997)	Metais	Sem impacto

Fonte: Mayhew (2000).

Silveira, Balini e Maciel (2011) citam dois trabalhos recentes acerca desse tema, com enfoque nas *commodities*. O primeiro artigo citado é o de Thraen (1998), que analisou o mercado de queijo *cheddar*, cujo contrato futuro é transacionado na CME (Chicago Mercantile Exchange). Concluiu-se que não houve aumento de volatilidade com a introdução desse contrato futuro. Destaca ainda que a negociação dos derivativos de queijo *cheddar* aumentou o fluxo de informações, o que fez com que se atenuassem os efeitos de um choque de demanda inesperado sobre os preços *spot*. O segundo estudo é de Yang et al. (2005). Os autores analisaram, no mercado norte-americano, a influência dos contratos futuros sobre os preços à vista do milho, soja, trigo, algodão, boi gordo e suíno. Os resultados mostraram que, para a maioria das commodities, houve aumento na volatilidade dos preços à vista em virtude da elevação do volume de negociação de contratos futuros. Conforme os autores, tal conclusão pode embasar a tese de que há um efeito desestabilizador da negociação de contratos futuros sobre os mercados à vista agrícolas.

Dentre as pesquisas nesta temática no mercado nacional, destacam-se Silveira, Balini e Maciel (2011) e Frick e Silveira (2011). Este primeiro trabalho avaliou a influência da negociação de futuros de boi gordo e café arábica, transacionados na BM&FBOVESPA, sobre a volatilidade dos preços à vista dessas respectivas *commodities*. Os resultados apontaram para uma causalidade entre o volume de transações no mercado futuro e o padrão de variabilidade dos preços à vista. Frick e Silveira (2011) focaram a análise no contrato de café arábica, observando que operações de *day trade* nos mercados futuros exerceram influência na volatilidade dos preços à vista.

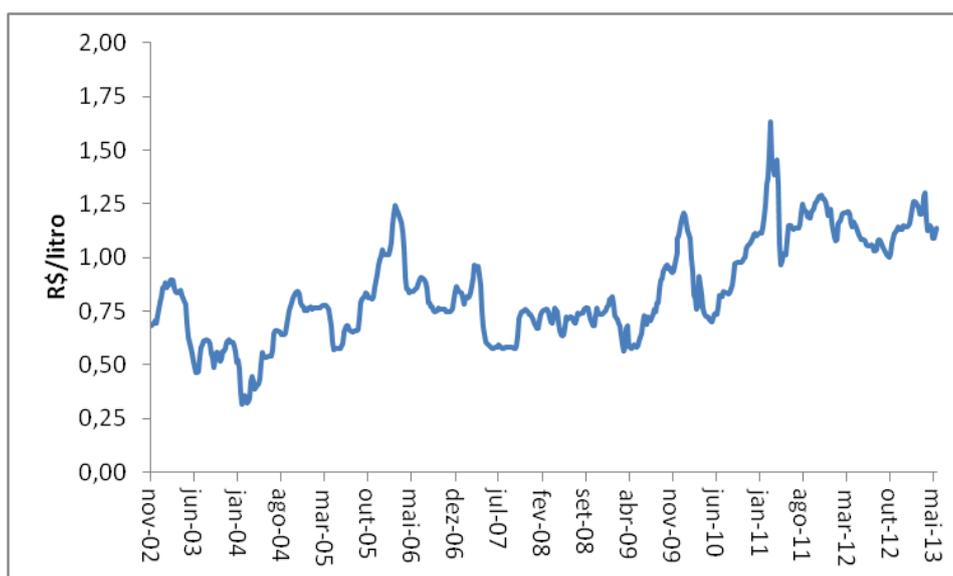
Feita essa revisão sobre o impacto da negociação de futuros na variação dos preços *spot* parte-se para o estudo principal desta monografia, avaliar se há ou não influência na volatilidade dos preços à vista do etanol hidratado no Brasil. Para isso, haverá explanação da metodologia e em seguida serão apresentados os resultados e a conclusão sobre a questão que motivou esta monografia.

Capítulo 3 – Metodologia e Avaliação do impacto da negociação de futuros na volatilidade dos preços à vista de etanol hidratado no Brasil

3.1. Amostra

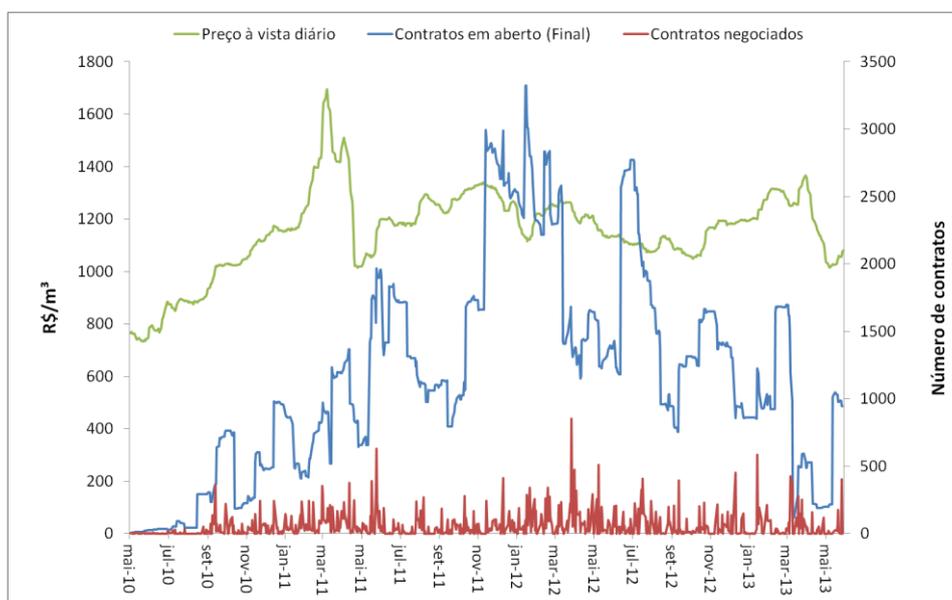
De forma realizar as análises, os seguintes dados serão utilizados: i) indicadores à vista do etanol hidratado, com periodicidade semanal (utilizou-se tal série de preços, em função da inexistência de uma cotação diária do etanol hidratado antes de 2010) e diária, calculados pelo CEPEA/USP/ESALQ; ii) volume de contratos futuros em aberto e volume de contratos negociados de etanol hidratado, observados na BM&FBOVESPA. As Figuras 3 e 4 apresentam tais dados.

Figura 3. Evolução do preço à vista semanal entre dezembro de 2002 e junho de 2013



Fonte: CEPEA/ESALQ/USP.

Figura 4. Evolução do preço à vista diário, contratos em aberto e contratos negociados entre maio de 2010 e junho de 2013



Fonte: CEPEA/ESALQ/USP e BMF&BOVESPA.

3.2. Métodos de análise

A fim de analisar o impacto dos contratos futuros sobre a volatilidade dos preços à vista no mercado de etanol, o presente estudo seguirá duas etapas.

A primeira delas adota o método proposto por Alexakis (2007) e Srinivasan e Bhat (2008). A volatilidade dos preços à vista do etanol hidratado, com periodicidade semanal⁴, será modelada mediante um GARCH (1, 1), existindo a inserção de uma dummy (D), que assumirá valor um após a introdução da negociação dos futuros de etanol, como se observa na equação (1).

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \gamma_1 D \quad (1)$$

O coeficiente α_1 mede a extensão pela qual um choque no retorno, em t , afeta a volatilidade em $t + 1$. Já o coeficiente β_1 sinaliza em quanto tempo choques na variância demoram para se dissiparem. A soma $(\alpha + \beta)$ revela a medida de persistência da volatilidade, ou seja, a taxa que reflete como o impacto de um choque no retorno hoje se propaga ao longo do tempo sobre a volatilidade dos retornos futuros. Vale observar que, caso o coeficiente γ_1 , associado à dummy, seja estatisticamente significativo e positivo (negativo) indica um aumento (queda) da volatilidade não-condicional após a introdução dos contratos futuros.

A segunda etapa é baseada no teste de causalidade de Granger entre a volatilidade dos preços à vista e os contratos negociados. De acordo com Bessembinder, Chan e Seguin (1996), para avaliar o impacto da negociação de derivativos sobre a volatilidade das cotações spot, somente o volume de negócios não esperado deve ser considerado, dado que exclusivamente este componente pode ter influência na volatilidade observada no mercado à vista⁵. Assim sendo, o volume de contratos será decomposto em dois componentes: esperado e não esperado. Este último será mensurado a partir da diferença entre o volume atual de negócios e uma média móvel do número de contratos transacionados nos 21 dias úteis anteriores. A partir destas duas variáveis, volatilidade dos preços a vista (Vol) e volume de contratos (componente não esperado - CNE), serão realizados testes de causalidade de Granger – equações (2) e (3), em que se analisa se valores passados de uma variável melhoram a previsão de outra variável – ou seja, se variações observadas desta primeira variável precedem as variações da segunda. Vale observar que, em etapa anterior à execução de tais testes, é necessário avaliar a

⁴ Utilizou-se a série semanal, dada a inexistência de dados diários anteriores a maio de 2010, quando se iniciou a negociação do contrato futuro deste ativo.

⁵ Por hipótese e seguindo a Teoria das Expectativas Racionais, as informações contidas no componente esperado do volume de contratos negociados já estão refletidas nos preços à vista.

estacionariedade das séries. Tal procedimento será realizado mediante testes de Phillips-Perron.

$$Vol_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i CNE_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Vol_{t-j} + u_{1t} \quad (2)$$

$$CNE_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i CNE_{t-i} + \sum_{j=1}^n \theta_j Vol_{t-j} + u_{2t} \quad (3)$$

Em que, u_{1t} e u_{2t} são termos de erro não correlacionados e α_i , β_j , λ_i e θ_j representam os coeficientes do modelo. Será considerada uma defasagem máxima para cada variável igual a 20, dado que as observações são diárias e em dias úteis, contemplando um mês de informações.

A partir dessas duas equações, testa-se a significância estatística de cada um dos conjuntos de parâmetros (α , β , λ e θ), sendo as hipóteses nulas:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$; em que *CNE* não Granger causa *Vol*.

$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_j = 0$; em que *Vol* não Granger causa *CNE*.

$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_j = 0$ e $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$; inexistência de relação causal.

Nota-se, portanto, que três resultados são possíveis: causalidade unidirecional ($Vol \rightarrow CNE$ ou $CNE \rightarrow Vol$), causalidade bilateral ($Vol \rightarrow CNE$ e $CNE \rightarrow Vol$) ou independência, quando nenhum dos coeficientes é estatisticamente significativo.

Para observar a intensidade da relação causal, seguindo o trabalho de Yang et al. (2005), será avaliada a decomposição da variância do erro de previsão após a estimação de um modelo autoregressivo vetorial (VAR). O sistema de equações lineares do VAR será montado considerando as duas variáveis acima citadas, *Vol* e *CNE*. A primeira variável endógena será determinada por uma combinação linear de suas defasagens e das defasagens da segunda variável endógena da outra equação. Vale ressaltar que, a partir de tal decomposição, identifica-se a porcentagem da variância dos erros de previsão que pode ser atribuída aos choques não antecipados da própria variável e das demais variáveis endógenas do sistema, de forma separada.

3.3 Análise dos resultados

Considerando uma equação da média do tipo AR(1) para especificação da variância condicional, estimou-se um modelo GARCH (1,1). A Tabela 5 apresenta os resultados. Verifica-se que a variável Dummy é negativa e estatisticamente significativa a um nível

de 1%. Porém, tal análise não deve ser conclusiva, pois a soma dos coeficientes α_1 e β_1 é superior a 1. Tal constatação mostra que os retornos dos processos GARCH não são estacionários, havendo estruturas dos termos de volatilidade desse processo não convergentes para o nível médio a longo prazo. Sendo a variância não estacionária, previsões da média e da variância não convergem (AZEVEDO et al., 2011).

Tabela 5. Estimativas do modelo GARCH(1,1) para o retorno dos preços semanais do etanol hidratado

Variável	Graus de liberdade	Estimativa dos parâmetros	Erro-padrão da estimativa	Valor do teste t	Pr > t
Intercepto	1	0,001768	0,002532	0,698337	0.4850
AR1	1	0,532987	0,037926	14,05322	0.0000
ARCH0 ¹	1	0,000255	0,0000347	7,332367	0.0000
ARCH1 ²	1	0,738028	0,104808	7,041709	0.0000
GARCH1 ³	1	0,310942	0,047287	6,575679	0.0000
DUMMY1	1	-0,000118	0,0000317	-3,738133	0.0002

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do CEPEA

^{1 2 3} Correspondem, respectivamente, a α_0 , α_1 e β_1 da equação (1).

Para resolver o problema acima citado, utilizou-se um modelo GARCH integrado, denominado de IGARCH. Os resultados do modelo IGARCH (1,1) estão indicados na Tabela 6. Observa-se que o mercado de etanol hidratado possui alta volatilidade (alto valor do coeficiente α_1), porém responde rapidamente a choques (baixo valor de β_1). Tais resultados sugerem, como observado por Azevedo et al. (2011) para o mercado de etanol anidro, a negação da hipótese de conluio na formação de preços do etanol hidratado – os choques são rapidamente ajustados e, além disso, existe uma alta variabilidade das cotações. A rápida diluição de tais choques é explicada pelas características deste mercado – por parte do produtor, existem possibilidades de diversificação da produção (escolha entre açúcar e etanol) e, por parte do consumidor, há opções de abastecer os veículos flex fuel com etanol hidratado ou gasolina.

Tabela 6. Estimativas do modelo IGARCH(1,1) para o retorno dos preços semanais do etanol hidratado

Variável	Graus de liberdade	Estimativa dos parâmetros	Erro-padrão da estimativa	Valor do teste t	Pr > t
Intercepto	1	0,009421	0,001400	6,731016	0.0000
AR1	1	0,536113	0,027286	19,64788	0.0000
ARCH1 ¹	1	0,205418	0,009792	20,97859	0.0000
GARCH1 ²	1	0,794582	0,009792	81,14789	0.0000
DUMMY1	1	0,0000268	0,00000769	3,481675	0.0005

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do CEPEA

^{1 2} Correspondem, respectivamente, a α_1 e β_1 da equação (1).

Além disso, a variável dummy é estatisticamente significativa. Como o coeficiente é positivo, porém bastante pequeno, conclui-se que houve uma leve alta da volatilidade após início da negociação, em maio de 2010, dos contratos futuros de etanol hidratado na BM&FBOVESPA. No entanto, não é possível concluir que este aumento se deve exclusivamente a tal evento. Logo após o início dos negócios no mercado futuro, os preços tiveram forte queda (de aproximadamente 40%) entre janeiro e junho de 2010 devido à baixa demanda por tal combustível (Figura 5). Um novo impacto, bastante significativo, também foi observado em 2011, explicado fundamentalmente pela queda da produção e consequente escalada dos preços do etanol, os quais atingiram os maiores níveis da década (Figura 3).

Figura 5. Evolução da volatilidade (a.a.) do indicador à vista do etanol hidratado entre maio de 2010 e junho de 2013



Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do CEPEA/ESALQ/USP.

De forma a aprofundar a análise, o estudo procedeu aos testes de causalidade de Granger, explicitadas nas equações (2) e (3). No entanto, em etapa anterior a tais testes, avaliou-se a estacionariedade das séries diárias de volatilidade – gerado por um modelo GARCH (1,1)⁶, componente não esperado dos contratos em aberto e componente não esperado dos contratos negociados⁷. Adotando os procedimentos de Phillips-Perron, verificou-se que as três séries são estacionárias – Anexo 2.

Após confirmação acerca da estacionariedade das séries, foram realizados os testes de causalidade. A Tabela 7 apresenta os resultados, apontando para uma relação de causalidade unilateral (no sentido de Granger) entre componente não esperado do volume de contratos negociados (CNECN) e a volatilidade dos preços spot (Vol). Quando utilizado o componente não esperado de volume de contratos em aberto, não se observou relação de causalidade. Considerando que as variações no volume de contratos negociados se devem majoritariamente à atividade especulativa e as variações nos contratos em aberto estão associadas à atuação dos hedgers⁸, os resultados sugerem que a atividade especulativa influenciou a volatilidade dos preços spot entre maio de 2010 e junho de 2013.

Tabela 7. Teste de causalidade de Granger entre volatilidade dos preços à vista e componente não esperado de contratos futuros negociados e em aberto de etanol hidratado

Hipótese Nula	Estatística <i>F</i>					
	<i>Lag 1</i>	<i>Lag 2</i>	<i>Lag 5</i>	<i>Lag 10</i>	<i>Lag 15</i>	<i>Lag 20</i>
<i>VolSpot</i> não Granger Causa <i>CNECA</i>	1.08	0.55	0.37	0.69	0.76	0.79
<i>CNECA</i> não Granger Causa <i>VolSpot</i>	0.10	0,31	0.39	1.02	0.67	1.32
<i>VolSpot</i> não Granger Causa <i>CNECN</i>	0,48	1,20	0,90	0,57	0,60	0,66
<i>CNECN</i> não Granger Causa <i>VolSpot</i>	15,42 *	7,22 *	3,96 *	3,00 *	2,17 *	1,93 *

*Significativo a 1%; **Significativo a 5%; *** Significativo a 10%

De forma a avaliar a intensidade da influência de CNECN sobre a variável Vol, realizou-se a decomposição da variância do erro de previsão. Para tanto, considerou-se

⁶ Neste caso, os coeficientes estimados respeitaram todas as restrições do modelo – Anexo 1.

⁷ É importante lembrar que, nesta etapa da pesquisa, foram utilizados dados diários para o período entre maio de 2010 e junho de 2013.

⁸ Conforme Silveira et al. (2011), “a variação no volume de negócios se constitui em proxy da atividade especulativa na medida em que este tipo de operação se observa com mais frequência nas transações diárias. Existe uma menor participação dos negócios feitos por hedgers no volume total diário. Estes últimos agentes tendem a manter a sua posição por um período maior de tempo; sendo assim, as variações dos contratos em aberto tendem a refletir a sua atuação”.

um VAR com as duas variáveis acima citadas. A ordem de entrada das variáveis no modelo VAR (da mais exógena para a mais endógena) foi determinada pelos resultados do teste de causalidade de Granger, sendo a variável CNECN considerada a mais exógena. Os critérios de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn indicaram um VAR de ordem igual a três. Os resultados da decomposição da variância do erro de previsão para cinco instantes de tempo dentro de 21 dias úteis mostram que os erros de previsão da volatilidade dos preços no mercado a vista foram atribuídos, em aproximadamente 98%, à própria volatilidade e cerca de 2% ao componente não esperado do volume negociado – Tabela 8. Ou seja, o volume de negociações nos mercados futuros de etanol hidratado levou a um baixo impacto no padrão de volatilidade das cotações à vista.

Tabela 8. Decomposição da variância do erro de previsão.

Dia	Porcentual da <i>Vol</i> explicada por		Porcentual da <i>CNECN</i> explicada por	
	<i>Vol</i>	<i>CNECN</i>	<i>Vol</i>	<i>CNECN</i>
1	100,00	0,00	0,74	99,26
5	97,99	2,01	1,00	99,00
10	98,05	1,95	1,29	98,71
15	98,05	1,95	1,32	98,68
20	98,05	1,95	1,32	98,68

Conclusão

A expansão dos mercados de derivativos tem conduzido um intenso debate acerca das influências destes contratos sobre as oscilações de preços nos mercados à vista dos ativos subjacentes.

O presente trabalho avaliou tal questão no mercado de etanol hidratado, dado que, em maio de 2010, a BM&FBOVESPA lançou para negociação os contratos futuros sobre este combustível.

Para realizar tal tarefa, inicialmente, contextualizou-se a produção brasileira de etanol demonstrando uma breve evolução da safra nos últimos anos, buscando traçar panoramas e perspectivas para a safra vigente. Posto isso, apresentou-se um emaranhado de estudos que tinham como mote principal a questão entre o início da negociação de futuros e a dúvida quanto ao seu possível impacto no preço à vista, o que denota a relevância do estudo desenvolvido nesta monografia.

Os resultados, obtidos por um modelo GARCH, permitiram verificar um pequeno aumento da volatilidade após maio de 2010. No entanto, tal acréscimo não pode ser atrelado exclusivamente ao início da negociação dos derivativos, pois o mercado *spot* deste ativo passou por dois importantes choques entre 2010 e 2011, levando a uma alta variabilidade das cotações.

Os testes de causalidade de Granger indicaram uma relação unidirecional do componente não esperado do volume de contratos negociados para a volatilidade das cotações *spot*. No entanto, a análise da decomposição da variância do erro de previsão, em um período de 21 dias úteis, mostrou que volatilidade *spot* sofreu pequena influência do volume de negócios.

Dessa forma, pode-se inferir que, no período de análise, os mercados futuros de etanol hidratado tiveram pequeno impacto sobre o padrão de volatilidade das cotações à vista.

É importante notar a presença do governo como um dos fatores que também causam impacto na variação dos preços do etanol hidratado, tendo em vista que através de subsídios (como foi o caso da desoneração do PIS/COFINS) ou incentivos à produção do setor (retomada da mistura para 25% do volume da gasolina, maior acesso

à linha de créditos), pode pressionar positivamente ou negativamente sobre os preços *spot* do biocombustível.

Vale, porém, observar que as análises possuem certa limitação dado o curto período de negociação destes contratos em bolsa, além da baixa liquidez deste mercado.

Referências Bibliográficas

ALEXAKIS, P. On the effect of index futures trading on stock market volatility. **International Research Journal of Finance and Economics**, v.11, p.7-20, 2007.

ANFAVEA. Carta da Anfavea. Brasil, Janeiro de 2013. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/cartas/Carta320.pdf>>. Acesso em: 26/05/2013.

ANTONIOU, A.; FOSTER, A. J. The effect of futures trading on spot price volatility: evidence for Brent crude oil using GARCH. *Journal of Business Finance and Accounting*, v. 19, n. 4, p. 473-484, 1992.

AZEVEDO, P. F.; MARGARIDO, M. A.; SHIKIDA, P. F. A. Eficiência e coordenação oligopolista no mercado de etanol anidro no estado de São Paulo: uma aplicação dos modelos ARCH/IGARCH. In: 1ª Conferência em Gestão de risco e comercialização de commodities. São Paulo, 08 e 09 de novembro de 2011.

BANDIVADEKAR, S.; GHOSH, S. Derivatives and Volatility on Indian Stock Markets. **Reserve Bank of India Occasional Papers**, Vol. 24, n. 3, 2003.

BESSADA, O.; BARBEDO, C.; ARAÚJO, G. **Mercado de derivativos no Brasil: conceitos, operações e estratégias**. Editora Record, 2005.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Perspectivas para o etanol brasileiro. Rio de Janeiro, n. 27, p. 21-38, mar 2008.

BM&FBOVESPA. 2011. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/shared/iframe.aspx?altura=900&idioma=pt-br&url=www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/contratos1/contratosProdutosAgropecuarios1.asp>>. Acesso: 17/02/2012

BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS e FUTUROS. Fundamentos dos Mercados Futuros. São Paulo: BM&FBOVESPA, 2008.

BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS e FUTUROS. Introdução aos Derivativos. São Paulo: BM&FBOVESPA, 2011.

BRORSEN, B. W.; OELLERMANN, C. M.; FARRIS. P. L. The live cattle futures market and daily cash price movements. **The Journal of Futures Markets**, v. 9, n. 4, p. 273-282, 1989,

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB Agro CEPEA-USP/CNA. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso: 02 de abr 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 1º Levantamento Cana-de-açúcar Safra 2013/2014. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_29_31_boletim_cana_portugues_abril_2013_1o_lev.pdf>. Acesso: 04/05/2013

COSTA, P. Etanol – O novo contrato futuro da BM&F. **11/05/2010. Disponível em:**<<http://www.agroblog.com.br/etanol/etanol-o-novo-contrato-futuro-da-bmf/>>.

Acesso: 17/02/2012

COX, C. C. Futures trading and market information. *Journal of Political Economy*, v.84, n.6, p.1215-1237, 1976.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Disponível em:

<<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=08/05/2013>>. Acesso: 08/05/2013.

EMBRAPA Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar. São Paulo, 1998. In: *Competitividade no Agribusiness Brasileiro, Volume V.*

_____, 2012 Embrapa estuda bagaço de cana e capim para produzir etanol celulósico, 26/10/2012. Disponível em:

<<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2012/outubro/4a-semana/embrapa-estuda-bagaco-de-cana-e-capim-para-produzir-etanol-celulosico/>>. Acesso: 27/04/2013.

EMERY, H. C. *Speculation on the stock and produce exchanges of the United States.* Columbia University, New York, 1896.

FIGLEWSKI, S. Futures trading and volatility in the GNMA market. *Journal of Finance*, v. 36, p. 445-456, 1981.

FILHO, J. R. T; KASSAI, J. R; NETO, J. L. C. Box de 4 Pontas: uma alternativa de uso de derivativos como custo de capital para as empresas. In: IX Congresso Internacional de Custos, Florianópolis-SC, Brasil, 2005

FO LICHT. Disponível em: < <http://statistics.fo-licht.com/>>. Acesso em: 08/05/2013.

FUELS AMERICA ORG. *How do you love oil?*[s.d.]. Disponível em : <http://www.fuelsamerica.org/share/we-love-oil?source=20130213fuelsamericaweloveoilvideo&utm_medium=email&utm_source=ggpr&utm_campaign=20130213fuelsamericaweloveoilvideo>. Acesso em 06/05/2013.

FUTURES INDUSTRY ASSOCIATION. Trading Volume Statistics. 16/09/2010.

Disponível em:

<http://www.futuresindustry.org/downloads/Volume_Webinar_2010_Final_2.pdf>.

Acesso: 17/02/2012.

FUTURES INDUSTRY ASSOCIATION. Trading Volume Statistics. 2012. Disponível em:<<http://www.futuresindustry.org/files/css/magazineArticles/article-1383.pdf>>.

Acesso:21/11/2012.

FUTURES INDUSTRY ASSOCIATION. Trading Volume Statistics. 2012. Disponível em:<<http://www.futuresindustry.org/files/css/magazineArticles/article-1513.pdf>>.

Acesso: 21/11/2012

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. In: 1º Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities. São Paulo, 08 e 09 de novembro de 2011.

GRAY, R. W. Onions revisited. **Journal of Farm Economics**, v. 65, n. 2, p. 273-276, 1963.

HOOKER, R. H. The suspension of the Berlin produce exchange and its effect upon corn prices. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 64, n.4, p. 574-604, 1901.

HULL, J. **Fundamentos dos mercados futuros e opções**. 4ª.ed. rev. e ampl. São Paulo:BM&F/Cultura Editores Associados, 2005.

JOHNSON, A. C. Effects of futures trading on price performance in the cash onion market, 1930-68, Washington: U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin n° 1470, 1973.

JÚNIOR, A. A. J; MILACH, F. T; VIEIRA, K. M.; Mercado Futuro de Açúcar e Álcool: Uma Análise sob a Ótica da Liquidez e da Produção Física. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 2008

JÚNIOR, E. A. G; VIAN, C. E. de F; Análise do Potencial e da Liquidez dos Contratos Futuros de Açúcar e Álcool da BM&F. In: XLIII Congresso da Sober “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”, Ribeirão Preto - SP, Brasil, 2005

VERLEGER, P. K. J. The Price of RINs: How High! How Stupid! Março, 2013. Disponível em: <http://www.pkverlegerllc.com/assets/documents/The_Price_of_RINs.pdf>. Acesso em 28/04/2013.

KOCAGIL, A. E. Does futures speculation stabilize spot prices? Evidence from metals markets. **Applied Financial Economics**, v. 7, p. 115-125, 1997.

LEVI, E. R. Análise do mercado e estimação das demandas de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol Brasileiro. UFRJ. Rio de Janeiro – RJ, Brasil, Dezembro de 2009.

MAYHEW, S. The impact of derivatives on cash markets: what have we learned? Working paper, Department of Banking and Finance, Terry College of Business, University of Georgia, 2000.

NETZ, J. S. The effect of futures markets and corners on storage and spot price variability. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 77, n. 1, p. 182-193, 1995.

NEVES, M. F.; TROMBI, V. G.; CONSOLI, M. **Mapeamento e Quantificação do Setor Sucroenergético em 2008**. Fundace, 2009.

OPIS. CME Group Launches Nine New RINs Futures Contracts, 25/04/2013.

PORTAL NOVACANA, 2013. Datagro: expansão do etanol trará mais concorrentes ao Brasil, 19/03/2013. Disponível

em:<<http://www.novacana.com/n/industria/investimento/datagro-expansao-etanol-concorrentes-brasil-190313/>>. Acesso: 28/04/2013.

NASSAR, A.; MENEGHIN, F.; **A cana vai voltar a crescer?**, 15/05/2013. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/etanol/mercado/futuro/cana-voltar-crescer-150513/>>. Acesso: 26/05/2013.

PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 626. 2011. Brasília.

POWERS, M. J. Does futures trading reduce price fluctuations in the cash markets? **American Economic Review**, v. 60, n.3, p. 460-464, 1970.

RACHED, A. Z. Barreiras à exportação do etanol brasileiro. São Paulo, 2011. Universidade Estadual de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Energia.

RENEWABLE FUELS ASSOCIATION (RFA), Renewable Fuels Standard, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org/pages/renewable-fuel-standard/>>. Acesso em: 28/04/2013.

SACHS, R. C. C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Informações Econômicas, São Paulo. Volume 37, número 2. Fevereiro de 2007.

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. In: 39º Encontro Nacional de Economia, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, 2011.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E DE LUBRIFICANTES (SINDICOM), 2013. Disponível em: <<http://www.sindicom.com.br>>. Acesso em 05/05/2013.

SRINIVASAN, P.; BHAT, K. S. The impact of futures trading on the spot market volatility of selected commercial banks in India. **European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences**, n. 14, 2008.

STEIN, J. Informational externalities and welfare-reducing speculation. **Journal of Political Economy**, v. 95, p.1123-1145, 1987.

TAYLOR, G. S.; LEUTHOLD, R. M. The influence of futures trading on cash cattle price variations. **Food Research Institute Studies**, v. 13, n. 1, p. 29-35, 1974.

THRAEN, C. S. The emerging futures market for cheddar cheese: a mechanism for stability or increased spot-price volatility? Proceedings of the NCR-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, Chicago, IL, 1998.

TOMEK, W. G. A note on historical wheat prices and futures trading. **Food Research Institute Studies**, v. 110, n. 1, p. 109-113, 1971.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA), 2013. Disponível em: <<http://unica.com.br/historico-e-missao>>. Acesso: 04/05/2013.

XAVIER, C. E. O. Localização de tanques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização Piracicaba, 2008. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

WEAVER, R. D., BANERJEE, A. Does futures trading destabilize cash prices? Evidence for U,S, live beef cattle. **The Journal of Futures Markets**, v. 10, n. 1, p. 41-60, 1990.

WORKING, H. Price effects of futures trading. **Food Research Institute Studies**, v. 1, n. 1, p. 3-31, 1960.

YANG, J.; BALYEAT, R. B.; LEATHAM, D. J. Futures trading activity and commodity cash price volatility. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 32, n. 1 e 2, 2005.

Anexos

Anexo 1. Estimativas do modelo GARCH (1,1) para o retorno dos preços diários do etanol hidratado.

Variável	Graus de liberdade	Estimativa dos parâmetros	Erro-padrão da estimativa	Valor do teste t	Pr > t
Intercepto	1	0,000531	0,000524	1,012925	0,3111
AR1	1	0,595874	0,044725	13,32304	0,0000
ARCH0 ¹	1	0,000005	0,0000007	6,916259	0,0000
ARCH1 ²	1	0,361872	0,036138	10,01353	0,0000
GARCH1 ³	1	0,582001	0,025457	22,86248	0,0000

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do CEPEA.

^{1 2 3} Correspondem, respectivamente, a α_0 , α_1 e β_1 da equação (1).

Anexo 2. Testes de raízes unitárias para as séries do estudo – procedimento de Phillips-Perron*.

Modelo	Estatística estimada CNECN	P-valor	Estatística estimada CNECA	P-valor	Estatística estimada Vol	P-valor
Com constante e tendência linear	-23,44	0,00	-6,46	0,00	-9,82	0,00
Com constante	-23,46	0,00	-6,43	0,00	-9,53	0,00
Sem termos deterministas	-23,47	0,00	-6,42	0,00	-7,78	0,00

* Hipótese nula: existência de uma raiz unitária.