**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Integração espacial no mercado brasileiro de etanol

Marcelo Lopes de Moraes

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2014**

Marcelo Lopes de Moraes
Economista

Integração espacial no mercado brasileiro de etanol
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dra. **MIRIAN RUMENOS PIEDADE BACCHI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Moraes, Marcelo Lopes de
Integração espacial no mercado brasileiro de etanol / Marcelo Lopes de
Moraes.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2014.
130 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Etanol 2. Preços 3. Integração de Mercados I. Título

CDD 338.47662669
M827i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Aos meus pais Ariovaldo José Lopes de Moraes e Sueli do Carmo Christofolletti Lopes de Moraes (in memoriun)

À minha mulher Daiana Schmidt

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ser a razão do meu caminho.

Aos meus pais, pelo incentivo a educação.

Aos professores Antonio Carlos de Campos, Gerson Henrique da Silva, Ednaldo Michellon e Pery Francisco Assis Shikida pela importância que cada um teve no processo de iniciar o doutorado.

A LES/Esalq pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado e pela estrutura oferecida.

A Capes, pelo financiamento dos meus estudos através da concessão da bolsa de estudos.

A minha orientadora Mirian Rumenos Piedade Bacchi, pela paciência, apoio, incentivo, disponibilidade, boa vontade e orientação: essa pesquisa não seria possível sem sua orientação e dedicação.

Aos professores do programa, especialmente aos Professores Carlos Eduardo de Freitas Vian, Carlos José Caetano Bacha, Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho e José Vicente Caixeta Filho.

A todos do Cepea que me ajudaram, em particular, a Carla e Evelise pelas contribuições valiosas.

Agradeço à Maielli que me acompanhou desde o início, sempre aconselhando e disposta a ajudar, e como ajudou.

Aos amigos Alysson, Fernanda, Florian, Giovanna, Wagnão (Marcos Aurélio) e Rose pelos bons momentos de risadas, filosofias, estudos e tantos outros.

Ao Shakira (Rafael), Vanclei e Michel pelas contribuições.

Ao Gui, pela conversa certa no momento certo.

Ao meu irmão Gustavo, e minha irmã, Andressa: família!

Ao meu pai por tudo que fez por mim, minha imensa gratidão. Tudo que eu alcancei até hoje, é fruto do esforço deste grande Homem.

A Daiana Schmidt, meu Amor verdadeiro e eterno! Não há palavras que possam expressar o meu verdadeiro agradecimento por TUDO.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 O início do etanol no Brasil	21
2.2 A consolidação do mercado de etanol no Brasil: o Proálcool	24
2.3 A desregulamentação do setor e os impactos sobre o etanol	30
2.4 A tecnologia <i>flex</i> e a expansão para o Centro-Oeste	35
2.5 Cenário recente do etanol no Brasil	41
2.5.1 Definição das fases	41
2.5.2 Os motivos da crise e as incertezas com o etanol	44
2.5.3 Caracterização da produção recente do etanol no Brasil	49
2.5.4 Fluxo de etanol entre estados	53
3 REFERENCIAL TEÓRICO	59
3.1 Análise espacial de preços: Lei do Preço Único, arbitragem, mercados integrados e transmissão de preços	59
3.2 Evolução dos métodos de análise	66
3.3 Revisão bibliográfica	72
4 METODOLOGIA E DADOS	77
4.1 Estacionariedade	77
4.1.1 Testes de raiz unitária	78
4.2 Testes de Cointegração – Métodos de Engle e Granger e Johansen	79
4.3 Teste de hipóteses sobre as relações de cointegração	83
4.4 Teste de hipóteses sobre o parâmetro α - teste para exogeneidade fraca	84
4.5 Dados	85
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	87
5.1 Modelo Brasil	87
5.2 Modelo Centro-Sul	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
REFERÊNCIAS	111
APÊNDICES	119

ANEXOS 123

RESUMO

Integração espacial no mercado brasileiro de etanol

Desde o início do século XX o etanol já se apresentava como alternativa aos combustíveis fósseis. No Brasil, os choques do petróleo resultaram no primeiro impulso à produção desse combustível, sendo o país o único a implementar um programa de substituição de grandes proporções. Com a estabilidade do preço do petróleo e diante de problemas internos, como os relacionados ao abastecimento e fim dos subsídios governamentais, o programa ficou ‘adormecido’ (1996-2002). Em 2003, inicia-se o segundo impulso ao etanol no Brasil, sendo esse período denominado de ‘revolução-flex’ (2003-2008). Mas esse impulso, diferente do primeiro, criou a expectativa de exportar o único biocombustível avançado, assim classificado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA, mesmo este sendo o país que produz o maior concorrente do etanol brasileiro. Mas a partir de 2008, por uma série de motivos, essa fase de expansão torna-se uma fase de ‘incerteza/estagnação’ (2009-2013) frustrando as expectativas do setor. No entanto, esse segundo impulso é caracterizado pela expansão da atividade canavieira para outras regiões que não as tradicionais, como o Centro-Oeste. Tendo esse cenário como pano de fundo, busca-se, através deste estudo, analisar as relações de longo prazo do preço do etanol do segmento produtor nos diferentes estados do Brasil: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (região Centro-Sul) e Alagoas e Pernambuco (região Norte-Nordeste), o que torna possível identificar a dinâmica do processo de formação de preço no mercado doméstico. Na análise utilizam-se dados mensais do período de abril de 2008 a março de 2013. Tal proposta fundamenta-se na hipótese de que os preços desses estados possam ser integrados, mesmo que não perfeitamente, dada a existência de arbitragem. Se a hipótese não for rejeitada, pode-se considerar o mercado de etanol como de abrangência nacional. Para determinar a relação de integração entre as variáveis, utilizou-se o modelo de cointegração de Johansen (1988) e testes sobre os parâmetros β e α do vetor de cointegração, possibilitando analisar relações de perfeita integração e relações de integração, ainda que não perfeitas. Os resultados mostram que os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás são perfeitamente integrados entre si, além de todos apresentarem relações, embora não perfeitas, com os estados da região Norte-Nordeste, representados por Alagoas e Pernambuco, e também com o Estado do Mato Grosso. Os estados da região Norte-Nordeste são perfeitamente integrados. Conclui-se, assim, que relações de perfeita integração são encontradas, na maior parte das vezes, entre estados de uma mesma região (Centro-Sul e Norte-Nordeste). Constatou-se, no entanto, relações de integração, ainda que não perfeitas, entre estados de regiões diferentes. Assim, a rejeição ou não da hipótese de existência de um único mercado para o etanol no Brasil depende das premissas adotadas em relação à integração perfeita ou não. Num cenário menos restritivo, em que se admite integração não perfeita, considera-se que existe um único mercado para o etanol no Brasil. Nessas condições pode-se considerar que o mercado relevante do etanol inclui a região Centro-Sul e o Norte-Nordeste.

Palavras-chave: Etanol; Preços; Integração de mercados

ABSTRACT

Spatial interaction in the Brazilian ethanol market

Ethanol has been showed an alternative to fossil fuel since early twentieth century. Due to the petroleum crisis, the ethanol was prompted as fuel in Brazil, where a large scale program of substitution was implemented. However, this program was losing strength and stagnated during 1996-2002 due to the petroleum price stability and internal problems related to governmental subsidies. A second ethanol program boost emerged in 2003, period named “flex-revolution” during 2003-2008. Unlike the first prompt, the revolution-flex period created an expectation of to export the unique advanced biofuel, classified by the Environment Protection Agency from United States of America (EPA), which was the most ethanol and sugar-cane competitor country for Brazil. From 2008 due to several reasons, the expansion phase became an “uncertain and stagnated period” (2009-2013), frustrating the sector expectations. Nonetheless, the second prompt was characterized by expansion of sugar-cane production to non-traditional areas, such as Brazilian Centro-Oeste. According to this background, the aim of the present study is to analyze a long-term the ethanol price in different Brazilian States: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso and Mato Grosso do Sul (Centro-Sul) and Alagoas and Pernambuco (Norte-Nordeste), which makes possible to identify the dynamic process of price establishment. Mensal data from April 2008 to March 2013 was utilized. The proposal is based on the hypothesis that the ethanol prices from the mentioned States can be perfectly integrated, given the existence of arbitration, even though not perfectly integrated. If the hypothesis was not rejected, it would be considered the ethanol market nationwide. To determine the variable integrations, the cointegration model described by Johansen (1988) and tests on β and α parameters of cointegration vector was utilized, which enables to analyze perfect integration relation and integration relations, even though non perfect integrated. The results showed that São Paulo, Paraná, Minas Gerais and Goiás are perfectly integrated. Besides, all of them showed relation with Norte-Nordeste States (Alagoas and Pernambuco), although non-perfectly. As a result, perfect integration can be found, in most time, within states from the same region (Centro-Sul and Norte-Nordeste). Nevertheless, non-perfect integration was found among states from different regions. Therefore, rejection or not the hypothesis of a single market for ethanol in Brazil depends on the assumptions employed regarding to the perfect integration or not. A less restrictive setting in which admits no perfect integration, it is considered that there is a single market for ethanol in Brazil. In these conditions it could be considered that the ethanol relevant market is Centro-Sul and Norte-Nordeste regions.

Keywords: Ethanol; Prices; Market integration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de etanol anidro e hidratado (em mil m ³) e produção de veículos movidos a etanol, de 1979 a 1985*	28
Figura 2 - Produção de cana-de-açúcar, por grandes regiões, de 2003/04 a 2011/12, em milhões toneladas	38
Figura 3 - Produção de cana-de-açúcar dos três estados da região Centro-Oeste, de 1980/81 a 2011/12, em milhões de toneladas	39
Figura 4 - Produção de etanol, por grandes regiões, de 2003/04 a 2011/12, em bilhões de litros.....	40
Figura 5 - Produção de etanol dos três estados da região Centro-Oeste, de 1980/81 a 2011/12, em bilhões de litros.....	40
Figura 6 - Produção total de etanol no Brasil com participação das duas regiões produtoras, em bilhões de litros, da safra 1995/96 a 2012/13	42
Figura 7 – Produção brasileira de etanol anidro e hidratado, em bilhões de litros, de 1995/96 a 2012/13	43
Figura 8 - Preço da gasolina c e etanol hidratado ao consumidor, preço do etanol ao produtor e custo de produção e paridade 70% gasolina c/etanol hidratado, de 2006 a 2012, em reais por litro	49
Figura 9 - Mix de produção das regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, em %, de 2005/06 a 2012/13	50
Figura 10 - Produção de açúcar nas duas grandes regiões e no Estado de São Paulo, de 2003/2004 a 2012/2013, em milhões de toneladas.....	51
Figura 11 - Produção total de etanol das regiões Centro-Sul, Nordeste e do Estado de São Paulo, em bilhões de litros, entre as safras 2003/04 e 2012/13.....	52
Figura 12 - Determinação do preço de um bem em duas regiões.....	60
Figura 13 - Comércio regional sem custo de transferência	61
Figura 14 - Diagrama “Back to Back” e curvas de excesso de oferta e equilíbrio regional.....	62
Figura 15 - Relação de perfeita integração entre os preços do mercado brasileiro de etanol hidratado significativo a 10%	99
Figura 16 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Goiás e dos demais estados	99
Figura 17 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Minas Gerais e dos demais estados	100

Figura 18 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado do Paraná e dos demais estados.....	100
Figura 19 - Relação integração entre os preços do etanol hidratado de São Paulo e dos demais estados.....	100
Figura 20 – Mapa com a produção espacial da cana-de-açúcar no Brasil	101
Figura 21 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Mato Grosso e dos demais estados	102
Figura 22 - Relação de perfeita integração entre os preços do etanol hidratado de Mato Grosso do Sul e dos demais estados.....	102
Figura 23 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Alagoas e dos demais estados	104
Figura 24 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Pernambuco e dos demais estados	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de destilarias e capacidade anual de produção de etanol anidro, em anos selecionados.....	23
Tabela 2 - Total das importações brasileiras e total de petróleo importado em anos selecionados, em US\$ bilhões (preços <i>Free on Board</i> – FOB), e participação do petróleo nas importações totais brasileiras	25
Tabela 3 - Produção total de etanol (em bilhões de litros) no Brasil de 1998 a 2002	35
Tabela 4 - Licenciamento de carros autoveículos leves novos, por tipo de combustível, de 2003 a 2012	37
Tabela 5 - Saldo líquido, em mil m ³ , de etanol hidratado no Brasil, regiões e estados, de 2003 a 2012	54
Tabela 6 - Resultados dos testes de raiz unitária de Elliot-Rothenberg-Stock (DF-GLS) para o Brasil	87
Tabela 7 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para o Brasil	88
Tabela 8 - Teste sobre a significância dos parâmetros β nas variáveis do Brasil.....	89
Tabela 9 - Teste sobre a perfeita integração sem restrições aos demais parâmetros - modelo Brasil	90
Tabela 10 - Teste sobre a perfeita integração com restrições aos demais parâmetros - modelo Brasil	91
Tabela 11 - Teste sobre a relação de integração entre os pares de mercados - modelo Brasil.	93
Tabela 12 – Teste sobre a significância dos parâmetros α para o Brasil, sem restrições sobre os parâmetros β	94
Tabela 13 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para o Centro-Sul	94
Tabela 14 - Teste sobre a significância dos parâmetros β nas variáveis do Centro-Sul.....	95
Tabela 15 - Teste sobre a perfeita integração sem restrições aos demais parâmetros – modelo Centro-Sul	96
Tabela 16 - Teste sobre a perfeita integração com restrições aos demais parâmetros – modelo Centro-Sul	97
Tabela 17 - Teste sobre a relação de integração entre os pares de mercados – modelo Centro-Sul.....	98
Tabela 18 - Teste sobre a significância dos parâmetros α para o modelo Centro-Sul, sem restrições sobre os parâmetros β	98

1 INTRODUÇÃO

Os choques do petróleo da década de 1970 incentivaram, em âmbito mundial, a busca por fontes alternativas de energia e o Brasil, utilizando toda estrutura canavieira que vinha sendo utilizada principalmente na produção de açúcar, lança o Programa Nacional do Álcool – Proálcool. Esse programa tinha como objetivo substituir parte do petróleo importado e, consequentemente, minimizar os efeitos negativos macroeconômicos decorrentes da alta desse produto, como inflação e déficit na balança comercial. O programa trouxe ganhos econômicos ao reduzir a importação de petróleo e, consequentemente, a economia de divisas. Entretanto, a sua implementação e os efeitos no campo foram alvo de críticas¹.

No início do Proálcool, em 1975, o uso de etanol ficou restrito à mistura de 20% de anidro na gasolina. Em 1977 inicia-se o incentivo para o uso do etanol hidratado, mas dada a resistência das montadoras em produzir veículos movidos a esse combustível, foi necessário um acordo entre o Governo e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA. Em 1979 inicia-se no Brasil a produção de carros movidos exclusivamente a etanol hidratado (NIGRO; SZWARC, 2010).

No final da década seguinte o Programa entra em colapso, sendo a queda do preço do petróleo o principal fator responsável pela crise. No lançamento do Proálcool, o petróleo custava mais de US\$ 40/barril e, em 1986, o preço alcançou US\$13-14/barril (KOHLHEPP, 2010). Além do contrachoque do preço do petróleo, o aumento expressivo da frota de carros a álcool (as vendas desses veículos representaram 93,1% das vendas totais de veículos leves no quinquênio 1984-88), resultou em momentos de desabastecimento em 1989, afetando a confiança do consumidor. As vendas de veículos movidos a álcool caíram para 52,5% em 1989, e para 11,6% em 1990 (SHIKIDA, 1998). Na segunda metade da década de 1990 era praticamente inexistente a produção dos carros com motores a álcool no país.

Um novo e grande impulso ao etanol no Brasil ocorre em 2003 com o lançamento dos carros *flex-fuel*. No ano de lançamento, apenas 3,7% dos carros e comerciais leves² licenciados possuíam essa tecnologia e, em 2012, tal categoria representou 87% dos licenciamentos desses veículos (ANFAVEA, 2013). Essa nova fase resultou no aumento da

¹ Entre as críticas de implementação, Vian (2002) destaca a isenção da correção monetária aos financiamentos para os produtores em uma época de expansão da inflação. Para mais nessa linha de discussão, ver Pitta (2011). Em relação às críticas relacionadas ao campo, Andrade, Carvalho e Souza (2011) citam a expansão das áreas de cana-de-açúcar frente à estabilidade das áreas de alimentos e a ociosidade dos ‘antigos’ boias-frias durante a entressafra.

² Considera os automóveis e comerciais leves.

produção de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, na importância do setor sucroenergético na economia nacional.

O aumento da produção de cana-de-açúcar ocorreu primeiramente nas áreas tradicionais. Quando se trata de combustível, a localização próxima do mercado consumidor é mais eficiente do ponto de vista econômico devido aos custos e transporte (logística e armazenagem). Nesse contexto, Castro *et al.* (2010) explica que os três estados do Centro-Oeste não foram contemplados pelo Proálcool por estarem distante dos mais importantes centros consumidores, além de possuir menor aptidão agrícola na época. No entanto, a região Centro-Oeste, ignorada inicialmente, passa a ser alvo da nova expansão da atividade canavieira.

Gonçalves (2009), utilizando dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, relata que a área plantada de cana-de-açúcar no Centro-Oeste aumentou 84% entre 2000 e 2007, e o estado com maior aumento foi o de Goiás, que praticamente dobrou sua produção (99,7%), seguido por Mato Grosso do Sul (93,6%) e Mato Grosso (62,3%). Como áreas tradicionais que tiveram aumento da produção em função da produção de etanol, considera-se o Paraná, Minas Gerais e São Paulo. O Nordeste, outra área tradicional na produção de cana, manteve o foco na fabricação de açúcar.

O uso da tecnologia *flex* possibilitou o aumento do uso de etanol hidratado, ampliando a importância econômica do setor sucroenergético no agronegócio brasileiro. Com base no método de Gestão Estratégica de Sistemas Agroindustriais – GESIS³ desenvolvido pelo Centro de Pesquisas e Projetos em Marketing e Estratégia da Universidade de São Paulo – USP, foi estimado para 2008 um PIB do setor sucroenergético⁴ da ordem de US\$ 28,15 bilhões⁵, equivalente a aproximadamente 2% do PIB nacional. Deste total, o etanol hidratado representou US\$ 11,13 bilhões, seguido pelo açúcar com US\$ 10,78 bilhões e o etanol anidro com US\$ 5,33 bilhões (NEVES; TROBIN; CONSOLI, 2010). O etanol (anidro e hidratado em conjunto) representou mais de 58% do PIB do setor, gerando uma receita para as usinas de US\$ 12,5 bilhões, enquanto que a receita obtida com a venda do açúcar foi de US\$ 9,8 bilhões. Os autores, utilizando dados da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS, aferiram que o setor, em 2008, manteve 1,28 milhões de empregos formais, sendo 226.513 empregos na produção de etanol, ou seja, 18 % do total.

³ Para mais, ver Neves, Trobin e Consoli (2010).

⁴ Nessa formação do PIB, os autores consideraram o etanol (hidratado, anidro e não-combustível), açúcar, bioeletricidade, levedura e aditivo, e o crédito de carbono.

⁵ Os autores justificam a cotação do dólar de R\$ 1,84, a qual representa a média de 2008.

Diante da representatividade socioeconômica do setor sucroenergético, importante gerador de renda e emprego da economia nacional, os agentes inseridos nessa cadeia tinham expectativa que essa ‘nova fase’ do etanol ultrapassasse as fronteiras nacionais, colocando o Brasil como principal *player* no mercado mundial desse combustível. Parte dessa expectativa originou-se pelo fato da Agência de Proteção Ambiental – EPA dos Estados Unidos da América – EUA classificar o etanol da cana-de-açúcar como biocombustível “avançado”.

Nesse cenário de expansão da atividade canavieira para outras regiões que não as tradicionais⁶, o objetivo desse estudo é analisar as relações de longo prazo do preço do etanol do segmento produtor nos diferentes estados do Brasil: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (região Centro-Sul) e Alagoas e Pernambuco (região Norte-Nordeste), o que torna possível identificar a dinâmica do processo de formação de preço no mercado doméstico. Tal proposta fundamenta-se na hipótese de que os preços desses estados possam ser integrados, mesmo que não perfeitamente, dada à existência de arbitragem. Se a hipótese não for rejeitada, pode-se considerar o mercado de etanol como de abrangência nacional. Para alcançar o objetivo, destaca-se a definição e análise das fases recentes do etanol no Brasil e a elaboração de um saldo líquido de produção dos estados, permitindo identificar os estados superavitários e deficitários.

Estudos dessa natureza, que permitem identificar o mercado relevante⁷ para o produto em questão, possibilitam auxiliar órgãos responsáveis pela defesa da concorrência, como o Conselho Administrativo de Defesa Econômica – CADE a emitir parecer sobre fusões e aquisições do setor, além de ser uma ferramenta, somada a outras, útil para a definição de políticas públicas no que diz respeito à tributação. Pode-se, ainda, fazer inferências sobre arbitragem considerando diferentes regiões produtoras.

⁶ Nos quase 500 anos de história da cana-de-açúcar no Brasil, é natural que em fases de aumento da produção novas áreas surjam, sendo inicialmente denominadas de regiões não tradicionais e, com o passar do tempo, torna-se uma região tradicional: pode-se dizer que o Estado de São Paulo já foi considerado uma área em expansão em relação à região tradicional do Nordeste. Assim, essa tese considera que o Centro-Oeste é atualmente a região não tradicional na cultura da cana-de-açúcar.

⁷ Pitelli (2008, p.15-16) utilizou a mesma metodologia empregada nessa tese para determinar o mercado relevante para bovinos, já que “os produtos seriam agrupados em um mesmo mercado quando seus preços ‘movem-se juntos’”.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para tratar do mercado de etanol, esta revisão está dividida em duas partes. Inicialmente, é feita uma análise de caráter histórico abordando o começo das pesquisas para a produção e uso do etanol como combustível no Brasil, até a consolidação do mercado desse biocombustível. A segunda parte da revisão trata da situação atual, com foco nos anos 2008 a 2013, destacando, como contribuição desta pesquisa, a determinação de fases de produção e a elaboração do saldo líquido dos estados.

2.1 O início do etanol no Brasil

Introduzida no Brasil em 1532 pelos portugueses, a cana-de-açúcar foi fundamental para a formação econômica e inserção do país no mercado internacional através das exportações de açúcar. O “êxito dessa primeira grande empresa colonial agrícola europeia” (FURTADO, 2003, p.15) deve-se às condições edafoclimáticas⁸ e às experiências portuguesas no desenvolvimento de técnicas de produção nas ilhas do atlântico. Porém, após quase cinco séculos de ciclos de expansão e desaceleração, a importância histórica do setor reflete-se nos dias atuais, já que o país é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar.

Até a década de 1950, a produção de cana-de-açúcar estava concentrada no Nordeste, mas a crise do café e as ações do Instituto de Açúcar e Alcool – IAA para proteger a produção nordestina de açúcar durante a II Grande Guerra aceleraram a transformação de São Paulo no maior produtor, já que os cafeicultores paulistas encontraram na cana-de-açúcar uma nova fonte de renda. Esse fator, entre outros, como o período de safra, por exemplo, fizeram com que a produção geográfica brasileira de cana-de-açúcar fosse dividida entre Centro-Sul e Norte-Nordeste⁹.

No Brasil, por aproximadamente 400 anos, o principal produto extraído da cana-de-açúcar foi o açúcar. No entanto, independente de choques externos ou questões ambientais, o álcool-motor começou a ser utilizado há aproximadamente 100 anos.

Antes do Brasil, a França se destacava em pesquisas que visavam analisar o uso do álcool em motores a explosão, assim como também a Inglaterra, a Alemanha, a Holanda e a África do Sul. Posteriormente, em 1914, Henry Ford utilizou álcool em um Ford e em 1925

⁸ A cana-de-açúcar é originária da Papua Nova Guiné, a qual se encontra na mesma latitude do Brasil.

⁹ Mesmo diante da baixa representatividade da região Norte na produção de cana-de-açúcar, adota-se na sequência do texto a terminologia Norte-Nordeste.

fez uma previsão que foi divulgada no *New York Times*: o álcool seria o “combustível do futuro” (MARCOLIN, 2008).

A primeira iniciativa de divulgação do álcool no Brasil foi promovida pela Sociedade Nacional da Agricultura – SNA que, em outubro de 1903, realizou a Exposição Internacional de Aparelhos de Álcool e, paralelamente, o Congresso Internacional de Álcool, com o objetivo de apresentar propostas para ampliar o uso do produto na matriz energética, destacando a sua utilização em veículos automotores (SNA, 1904 *apud* DUNHAM, FLECK, BOMTEMPO, 2011).

Em 1922, o presidente Epitácio Pessoa (1920-1922) criticou a dependência brasileira da gasolina importada e propôs a sua substituição pelo álcool, prevendo que efeitos positivos seriam sentidos pela indústria canavieira (MARCOLIN, 2008). Ainda nesse ano, foi realizado o 3º Congresso Nacional da Agricultura, o qual propôs as seguintes ações: formação de uma “Liga Nacional de Defesa e Propaganda do Álcool-Motor”; reconhecimento do álcool-motor como de “utilidade pública” e de “interesse nacional”; e a criação, no Ministério da Agricultura, de uma seção dedicada a resolver as questões técnicas da industrialização do álcool-motor (SANTOS, 1982 *apud* DUNHAM, FLECK, BOMTEMPO, 2011, p. 54).

A Estação Experimental de Combustíveis e Minérios¹⁰ – EECM foi responsável pela utilização inicial do álcool em motores - um Ford percorreu 230 quilômetros no Rio de Janeiro com álcool etílico hidratado 70% (30% de água) em 1925 (MARCOLIN, 2008).

Segundo Mello (1942 *apud* Marcolin, 2008), a Unidade Industrial Serra Grande Alagoas lançou, em 1927, o primeiro combustível nacional (álcool-motor), sendo essa uma ação pioneira de atuação de Usinas, que até então só produziam açúcar, no mercado de combustíveis líquidos.

A crise de 1929 teve influência positiva na formação do mercado interno de álcool combustível, pois afetou o mercado externo, o qual era o principal destino do açúcar brasileiro. Houve quedas expressivas nos preços do mercado internacional e, no mercado interno a demanda se reduziu. Em 1931, Getúlio Vargas, através do Decreto 19.717/31, definiu compulsoriamente o uso da mistura de 5% de álcool anidro na gasolina importada¹¹ e, no mesmo ano, foi criada a Comissão de Estudos sobre Álcool-Motor – CEAM (DUNHAM, FLECK, BOMTEMPO, 2011). Em 1933, o IAA, que tinha entre os objetivos o estímulo à produção e consumo de álcool, passou a operar.

¹⁰ Órgão do governo de pesquisa que, em 1933, se torna o Instituto Nacional de Tecnologia – INT.

¹¹ Para os autores, esse decreto pode ser considerado o marco inicial da produção de etanol em larga escala no Brasil.

Szmrecsányi (1979, p. 170) cita que a partir de década de 1930¹², “o álcool passou a ganhar nova importância, deixando de constituir um simples subproduto, para tornar-se um fator de equilíbrio da agroindústria canavieira (...)”.

Com a eclosão da II Grande Guerra, segundo Moraes (2000, p.49), a produção de álcool anidro aumentou devido à escassez da gasolina, a qual era quase que totalmente importada. Leis e decretos que vigoraram entre 1937 e 1941 incentivaram a produção de álcool anidro e, em 1941, o teor de mistura desse produto na gasolina passou a 20%. Em 1942, segundo essa autora, através de um decreto-lei, “a indústria alcooleira foi declarada de interesse nacional” (p. 49) e foram garantidos, por quatro anos, preços mínimos para o álcool e suas matérias primas necessárias à fabricação. Os produtores deveriam seguir planos de produção definidos pelo IAA.

Nesse momento de conflito, vários países, por motivos evidentes, procuraram fontes alternativas ao petróleo, como o etanol de milho ou beterraba, além do biodiesel. No Brasil, segundo Dahab e Muller (1986), destacam-se duas pesquisas de aperfeiçoamento: a do engenheiro Eduardo Sabino de Oliveira, que pesquisou a eficiência do etanol em motores à gasolina e a da Escola Politécnica de São Paulo, que pesquisou os motores para receber a combinação de gasolina e etanol¹³. Com o fim da guerra, as pesquisas se tornaram secundárias. Segundo Santos (1982), o incentivo ao álcool foi eficaz apenas no período inicial da grande guerra.

A criação do IAA, as políticas públicas de incentivo (planos e decretos) e o advento da II Guerra influenciaram a produção de álcool anidro, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de destilarias e capacidade anual de produção de etanol anidro, em anos selecionados

	1933	1939	1941
Destilarias	1	31	44
Capacidade anual*	100	38.000	76.600

Fonte: SZMRECSÁNYI, 1979.

Nota: *em mil litros

A partir da safra 1943/1944, houve redução da produção de etanol devido à relação de preço favorável ao açúcar. Com o final da guerra, havia oportunidade do Brasil aumentar sua participação no mercado mundial de açúcar (SZMRECSÁNYI, 1979).

¹² Mais precisamente em 1933 com a criação do IAA, que será abordado na sequência do texto.

¹³ Essas pesquisas podem ser consideradas complementarias, pois o objetivo era a eficiência do combustível e do motor diante da adição do etanol.

Uma importante contribuição foi a do professor Urbano Ernesto Stumpf que retomou, em 1952, no Centro Técnico Aeroespacial, as pesquisas com o álcool, avançando também nas especificações dos motores (DAHAB, MULLER, 1986). O professor Stumpf é conhecido como o ‘pai do motor a álcool’ e sua empresa, a Pentra, foi a responsável pelo desenvolvimento dos motores a álcool no Brasil (BERTELLI, 2005).

2.2 A consolidação do mercado de etanol no Brasil: o Proálcool

O álcool, como já citado, era um produto secundário para o setor canavieiro. Mas um fator alterou a posição desse produto dentro da indústria e a maneira do Estado atuar no impulso à produção e consumo: os dois choques do petróleo da década de 1970.

A Guerra do Yom Kippur, ocorrida em outubro de 1973, resultou numa coalizão de países árabes contra Israel e conforme Santana (2006, p.159) “criou as condições políticas para o aumento do preço do barril de óleo por meio da ação coletiva dos membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo – Opep”. Para os árabes, o aumento do preço do petróleo do final de 1973 tinha como objetivo despertar a consciência moral do mundo diante do conflito contra Israel. Melo e Fonseca (1981) explicam que o preço do barril de petróleo importado pelo Brasil quadruplicou, passando de US\$ 3,00 para US\$ 12,00, sendo esse o primeiro ‘choque’ do petróleo. Entre 1973 e 1974, o petróleo importado pela Petrobras aumentou 225% (MORAES, 2000).

Em 1974, o Brasil era o maior importador de óleo entre os países em desenvolvimento e o sétimo em escala em mundial. Em 1972, antes do choque, o Brasil gastava aproximadamente 15% das receitas advindas das exportações com a importação do petróleo e, em 1974, esses gastos alcançaram cerca de 40%. Como dependia do petróleo importado, que representava próximo a 80% das necessidades energéticas, o projeto militar de desenvolvimento foi diretamente afetado pelo aumento do preço desse produto (SANTANA, 2006). O autor explica que o Brasil foi atingido de forma significativa pelo ocorrido, tendo se defrontado com aumento de preço e sendo insignificante na questão da exportação de produtos brasileiros para o Oriente Médio. Silva (2003) cita que o saldo negativo da balança comercial brasileira, em relação aos países árabes, era de US\$ 353 milhões em 1973, US\$ 1,759 bilhões em 1974 e, em 1978, alcançou US\$ 3,314 bilhões.

Em 1979/80, ocorre o segundo ‘choque’ do petróleo, em função da guerra entre Irã e Iraque. Segundo Melo e Fonseca (1981), o Brasil pagou, no primeiro semestre de 1981, US\$ 34,00 por barril de petróleo importado. As altas do petróleo afetaram, segundo Fishlow

(1986), o modelo brasileiro de transporte, o qual era baseado em modais escolhidos na época de petróleo barato. A ligação entre o interior e os mercados costais era feito por via rodoviária ao invés de trem ou navio. Além disso, o setor automobilístico desempenhava papel importante na indústria nacional, sendo ele o mais amplo entre os países em desenvolvimento. Consequentemente, o combustível era um insumo básico e de difícil substituição no curto prazo. Na Tabela 2 apresentam-se dados que evidenciam a dependência brasileira do petróleo importado, abrangendo o período anterior e posterior aos dois choques do petróleo.

Tabela 2 - Total das importações brasileiras e total de petróleo importado em anos selecionados, em US\$ bilhões (preços *Free on Board* – FOB), e participação do petróleo nas importações totais brasileiras

Ano	Total	Petróleo	Petróleo/total (%)
1973	6,2	0,8	12,9
1974	12,5	3	24,0
1978	13,7	4,5	32,8
1981	22,1	11,3	51,1
1984	13,9	7,3	52,5

Fonte: elaborado pelo autor com base em Fishlow (1986, p.513).

Conforme Fishlow (1986), em 1973 o petróleo importado representava 12,9% do total das importações nacionais em valores FOB; elas continuaram a crescer nos anos seguintes e atingiram 52,5% em 1984. O autor descreve que na época do segundo choque do petróleo, o primeiro mal tinha sido absorvido. Na ocasião desse segundo choque, a recessão dos países industrializados e as altas taxas de juros afetaram o nível de renda de todos os países de renda média da América Latina, fato que não havia ocorrido no pós-guerra.

Em síntese, esse cenário alterou de forma abrupta o rumo da economia brasileira, já que o período anterior ao primeiro choque é conhecido como o do ‘milagre econômico’ (1968-1973). Os principais problemas econômicos posteriores ao período do milagre se resumem no balanço de pagamento desfavorável e na inflação. A inflação anual medida pelo IPC (FIPE), de acordo com o IPEA (2013), cresceu de 29,26% em 1975 para 228,22% em 1985. O déficit em balanço de pagamento que era de US\$ 7,5 bilhões em 1974, chegou a US\$ 16,2 bilhões em 1982.

Diante da grande dependência do petróleo importado e seus derivados, o governo brasileiro lançou um programa, no âmbito do IAA, para substituir, em parte, o uso de combustível fóssil na frota de automóveis e comerciais leves. Esse programa, denominado de Proálcool, é considerado como único no mundo, dada a sua abrangência. Entre os objetivos

gerais de Proálcool, descrito por Santos (1993), destaca-se a redução da dependência de importações de petróleo e derivados, o que resultaria em economia de divisas para o país.

Para alcançar esse objetivo, o governo tinha varias alternativas de matéria-prima¹⁴ para a produção do etanol, como sorgo, batata doce, eucalipto, arroz, babaçu e a mandioca que, segundo Anciães (1980, p.63), “é a segunda matéria-prima em importância na obtenção do etanol”. A mandioca, segundo o autor, foi utilizada na produção de etanol na década de 1930/40, sendo que em 1938 (em Divinópolis – MG) funcionava uma destilaria que utilizava essa raiz. Outras duas destilarias (Rio de Janeiro e Sorocaba) foram montadas, mas não chegaram a operar. O autor também cita a existência de uma usina em operação¹⁵ em Curvelo (MG), “considerada oficialmente como fator de estímulo da produção de álcool a partir da mandioca”.

Anciães (1980) ressalta que a mandioca recebeu grande atenção devido a algumas vantagens agrícolas, como maior tolerância à seca, poucos problemas com pragas e baixo consumo de insumos (fertilizantes). Mas, segundo o autor (p.110), a mandioca representa a “outra face da moeda” em relação à cana-de-açúcar, caracterizada como um exemplo de agricultura capitalista. Tal fato é comprovado quando se comparam os dados do sistema produtivo dessas duas culturas alternativas: a de mandioca se caracterizava por ser produzida predominantemente (87,3%) em propriedades com menos de 10 ha, enquanto que 59% das destilarias aprovadas para receber recursos do Proálcool cultivavam cana em áreas acima de 5.000 ha.

Portanto, as altas do petróleo e seus derivados resultaram em um ambiente favorável ao uso do etanol como substituto energético, tanto para o governo, tendo em vista o balanço de pagamentos, como para os usineiros, que diante da crise no mercado internacional do açúcar viam no combustível uma possibilidade de garantia de renda. Assim, a ‘pressão’ dos usineiros foi condizente com as metas do programa, já que, por se tratar do mais antigo complexo agroindustrial brasileiro, havia infraestrutura montada, experiência de quase 500 anos sobre a cultura e centros de pesquisa, tanto básica como aplicada que se dedicavam ao estudo da atividade canavieira. Assim, em 1975, é lançado o Proálcool, sendo a cana-de-açúcar a matéria-prima escolhida.

Além dessa ‘orquestração’, definida assim por Shikida (1998), há também de se ressaltar que o investimento na fase anterior (1970-76) foi importante para o arranque do

¹⁴ Nesse caso, refere-se à produção de etanol, já que, segundo Melo e Fonseca (1981, p.51), havia outras possibilidades de diminuir a dependência do petróleo, como a substituição do óleo diesel por álcool (dependendo do ciclo do motor), mistura de álcool ao óleo diesel e a utilização de óleos vegetais.

¹⁵ Pela edição do livro, refere-se a 1981.

programa, já que um erro de planejamento superestimou a expansão do mercado de açúcar, tanto nacional como internacional, criando assim uma capacidade produtiva instalada ociosa. Soma-se a esse fato a crise no mercado de açúcar - em novembro de 1974, o preço do açúcar era de US\$ 1.388,56/TM e, em maio de 1975, caiu para US\$ 336,12/TM (BACCARIN, 2005).

Assim, a alta dos preços do petróleo e a crescente dívida externa do Brasil passaram a influenciar a política energética, resultando no ressurgimento do interesse pelo etanol como combustível por ambos os lados: o governo, diante dos problemas da Balança de Pagamentos, e os usineiros, frustrados após aumentarem os investimentos frente às expectativas de obter receita através das exportações de açúcar, que foi prejudicada devido à queda dos preços. Segundo Moraes, (2000 p. 62) “desta forma, a situação conjunta desses dois mercados - o do açúcar e do petróleo - acabou determinando a política do álcool combustível”.

A meta do Proálcool, na primeira fase (1975-79), era de uma produção de 3 bilhões de litros em 1980, frente a produção de 625 milhões de litros na safra anterior ao lançamento do programa (1974-1975). No ano-safra 1979-1980, a produção superou a expectativa, alcançando aproximadamente 3,4 bilhões de litros. Esse aumento deve-se a melhoria na produtividade da cana-de-açúcar, já que a área cresceu 29% entre 1976 e 1980 e a produção 43,7% no mesmo período. Toda a cana-de-açúcar colhida em área de expansão no período 1976 a 1979 foi destinada à produção de etanol (MELO; FONSECA, 1981). A superação da estimativa e o aumento da produtividade reforçaram a ideia de que a cana-de-açúcar foi a melhor escolha dentre as culturas alternativas para a implantação do Proálcool.

Shikida (1998) descreve que o Estado assume o papel de minimizar os riscos e vira capitalista do programa (tomador de riscos). O autor divide o Proálcool em três fases¹⁶: (i) expansão moderada, de 1975 a 1979, com o Governo investindo 75% do montante; (ii) expansão acelerada, de 1980 a 1985, no qual o Governo era responsável por 56% dos investimentos; (iii) desaceleração e crise, de 1986 a 1995, com 39% de participação do capital estatal. Segundo Melo e Fonseca (1981, p.12), para estimular a produção de cana-de-açúcar e álcool a partir de 1975, o governo utilizou, como principal instrumento, o “crédito subsidiado concedido aos projetos aprovados pelos órgãos executivos do programa”.

Nos dois primeiros anos do Proálcool, o incentivo foi dado ao etanol anidro, para este ser misturado à gasolina A na proporção de 20%. Em 1977, o incentivo passa a ser dado também ao etanol hidratado. Diante da resistência das montadoras em produzir veículos

¹⁶ Os dados referentes ao montante estatal investido são de Lopes (1996 *apud* Shikida, 1998).

movidos a etanol, adotou-se como estratégia para disseminar o uso desse último combustível, a conversão de motores a gasolina para que funcionassem com etanol hidratado. Em 1979, ocorre um acordo entre representantes do Governo responsáveis pelo Proálcool e a ANFAVEA para início da produção de carros movido a etanol, levando assim o programa a segunda fase (NIGRO; SZWARC, 2010).

Publicado em julho de 1979, o ‘projeto básico’ da política energética para a segunda fase (1980-85) tinha como objetivo produzir 10,7 bilhões de litros de etanol em 1985, mas após o segundo choque do petróleo, a meta de produção foi alterada para 14 bilhões de litros em 1987 (MELO; FONSECA, 1981). Após 1979, segundo os autores, o crédito subsidiado continuou a ser o principal instrumento de incentivo à produção de cana-de-açúcar e etanol. Na Figura 1 são apresentados dados de quantidade de etanol (anidro e hidratado) produzida e o número de veículos movidos a etanol existente no período de 1979 a 1985.

Figura 1 - Produção de etanol anidro e hidratado (em mil m³) e produção de veículos movidos a etanol, de 1979 a 1985*

Fonte: MAPA (2010); ANFAVEA (2013).

Nota: *Para os dados de etanol, o ano representa o primeiro do ano safra (Exemplo: 1979 representa 1979/1980)

O acordo para a produção de carros movido a álcool surtiu efeito, já que a produção passou de um pouco mais de 3.000 em 1979 para 573.000 em 1985, sendo que no ano seguinte (1986) ocorreu a maior produção da história do Brasil - mais de 697 mil veículos. Consequentemente, o incentivo à produção de etanol hidratado gerou um crescimento expressivo desse combustível, enquanto que a de anidro apresentou oscilações. Assim, os dados explicam porque essa fase foi denominada de ‘expansão acelerada’, já que os

incentivos refletiram na produção do hidratado e veículos movidos a esse combustível. No entanto, o objetivo de produção de 14 bilhões de litros em 1987 não foi alcançado – no ano-safra 1987/1988 foram produzidos 11,5 bilhões de litros. Mesmo assim, superou em 800 milhões de litros o objetivo inicial de 10,7 bilhões (MAPA, 2010).

A fase de ‘desaceleração e crise’ é caracterizada pela constância na produção de etanol hidratado e queda na produção dos veículos a álcool. Segundo os dados da ANFAVEA (2013), o primeiro ano dessa fase, 1986, representou o auge da produção de veículos movidos a esse combustível (697.731), e no último ano da fase, 1995, foram produzidos apenas 40.844. Em relação à produção do etanol hidratado, os dados do MAPA (2010) mostram que este se manteve no período entre 8 e 10 bilhões de litros.

Em síntese, nota-se que a participação do Estado foi importante para a utilização do etanol como combustível.

O principal fator que gerou a crise foi certamente a queda no preço do petróleo e seus derivados. Segundo Kohlhepp (2010), o Proálcool era viável com o preço do barril acima de US\$ 40/barril e, em 1986, este caiu para US\$13-14/barril. Somando a esse fato, tem-se também a situação econômica do país que motivou a redução das subvenções para a produção de etanol e a liberalização da exportação do açúcar.

Outro fator que contribuiu para a crise do Proálcool foi o desabastecimento ocorrido em 1989, afetando a confiança do consumidor. Vian (2002, p. 101) explica que “o ano de 1989 foi um divisor de águas na história do complexo canavieiro”, já que, pela primeira vez desde o lançamento do programa, o consumo de álcool superou a oferta, sendo necessária a importação de metanol para atender a demanda frente ao desabastecimento do etanol hidratado.

Esse desabastecimento gerou algumas trocas de acusação entre o Estado, os usineiros e a Petrobrás. Dentre as acusações¹⁷, o autor, referenciando-se no ‘discurso’ de alguns usineiros e na utilização de dados, indica que o motivo mais coerente é que “a oferta de veículos a álcool deveria ser reduzida, pois o setor não tinha capacidade de continuar atendendo à crescente demanda” (VIAN, 2002, p. 102). Essa crise de desabastecimento afetou a confiança do consumidor.

Segundo Nigro e Szwarc (2010), o problema de desabastecimento de etanol¹⁸, a queda dos preços do petróleo, a deficiência da mecânica dos carros movidos a álcool e a abertura

¹⁷ Para mais, ver Vian (2002, p. 101-102)

¹⁸ Para mais, ver Ramos (2008).

econômica, que possibilitou a importação de veículos (em sua maioria movidos à gasolina), foram os fatores responsáveis pela queda na demanda dos carros movidos a etanol.

O licenciamento de autoveículos a álcool, segundo dados da ANFAVEA (2013), representaram, em média, 93,1% dos veículos novos no quinquênio 1984-88, caindo para 56,8% em 1989 e para 12,4% em 1990. O fim do subsídio ao etanol em 1986 (IPEA, 2010; KOHLHEPP, 2010) coincide com o início da crise definida por Shikida (1998). E é nesse momento de crise do Programa que ocorreram mudanças estruturais no setor - a desregulamentação.

2.3 A desregulamentação do setor e os impactos sobre o etanol

Para um melhor entendimento sobre a desregulamentação do setor sucroenergético ocorrida na década de 1990, será apresentado um breve resumo da intervenção estatal no setor após 1933, seguindo dois trabalhos básicos: Baccarin (2005) e Moraes (2000).

Segundo Baccarin (2005, p.49), a intervenção pública no complexo sucroenergético é evidenciada pela história, mas foi “reforçada a partir de 1933, quando se constituiu um aparato institucional mais consistente e permanente, através do Decreto n. 22.789, de 1/6/1933, que deu origem ao Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA)”, cujo objetivo maior era “planejar e controlar a produção setorial”.

Moraes (2000) explica que o setor sempre viveu ciclos alternados de grande e pequena produção, sendo que a intervenção governamental teve como objetivo fundamental preservar, através dos planos de safra e políticas de preço e crédito, o equilíbrio entre produção e consumo de açúcar. A intervenção do Estado na economia açucareira, segundo a autora, se confunde com o próprio surgimento do setor, mas o planejamento da produção ocorre com a criação do IAA em 1933.

Mas o IAA¹⁹ não é ‘obra’ de uma ação unilateral governamental: a criação do IAA foi decorrente da pressão dos usineiros nordestinos que queriam um órgão público que controlasse a oferta e garantisse a participação relativa deles diante da expansão da produção do Centro-Sul, principalmente da observada no Estado de São Paulo (BACCARIN, 2005). O autor, tratando dos trabalhos de Szmrecsányi (1978 e 1979), entre outros, descreve com detalhes o papel do IAA na regulamentação do setor desde sua criação até a década de 1970, citando também a ‘disputa’ que o Instituto arbitrou entre os usineiros nordestinos e paulistas.

¹⁹ Baccarin (2005) explica que o IAA surgiu da fusão entre a "Comissão de Estudos sobre o Alcool Motor" e a "Comissão de Defesa da Produção do Açúcar".

As medidas da Entidade nesse período, citadas no trabalho de Baccarin (2005)²⁰, são divididas em curto e longo prazo.

No curto prazo, as principais ações iniciais do IAA foram a introdução da obrigatoriedade de uso de 5% de álcool anidro na gasolina comercializada, além dos incentivos para ampliação e instalação de destilarias anexas ou centrais. Em relação ao açúcar, estabeleceu quotas de produção por usina (novas unidades, ampliação e transferências de quotas somente com autorização do IAA) e quotas de produção por estados. A partir de 1939, o instrumento utilizado foi os planos de safra. Segundo Baccarin (2005, p. 51) “fixavam-se, anualmente, a produção de cana-de-açúcar e de açúcar e seus respectivos preços, por estado e por usinas”. De 1942 em diante, também a produção e o preço do álcool passaram a integrar os planos de safra. Cabe ressaltar o decreto 1.831, de 4/12/1939, que garantiu o monopólio das exportações de açúcar ao Instituto.

A disputa entre os usineiros paulistas (que queriam aumentar a produção) e os usineiros nordestinos (que se viam ameaçados devido às melhores condições técnicas e edafoclimáticas da região Centro-Sul) foi a principal questão nas décadas de 1940 e 50 tratadas pelo IAA. As resoluções do IAA resultaram em excesso de açúcar no mercado interno e a solução foi o aumento das exportações. Com a entrada no mercado preferencial dos EUA, devido à crise com Cuba, o mercado externo deixa de ser um escape e começa a fazer parte do planejamento do setor, necessitando ser mais competitivo, fato que altera as características de planejamento de curto para médio e longo prazo. Conforme Baccarin (2005, p. 54), de uma preocupação basicamente com “o controle da produção no curto prazo, o IAA passou a formular e implementar programas de médio e longo prazo, com objetivo de aumentar a racionalidade e a produtividade setoriais”, ou seja, a ‘obrigação’ do país ser mais competitivo internacionalmente “levou a uma mudança importante no caráter do planejamento do complexo”. Em outras palavras, pode-se dizer que o objetivo foi a organização da cadeia produtiva.

Em 1963 foi elaborado o Plano de Expansão da Indústria Açucareira Nacional, cujo objetivo era aumentar a produção e, em 1965, entrou em vigência a Lei 4.870/65, considerada um marco da evolução institucional do complexo sucroenergético, já que a determinação do preço passou a se dar em função do custo de produção, com prêmio ou desconto de acordo com a qualidade da cana (teor de sacarose e pureza). Essa lei aumentou o poder do IAA e

²⁰ O autor cita que a intervenção pública no complexo sucroenergético, da criação do IAA até a década de 1970, foi estudada e detalhada por Szmrecsányi (1978, 1979), sendo esses trabalhos a base para as informações apresentadas.

permitiu disciplinar as relações entre fornecedores de cana e usineiros. A lei 5.654/1971 alterou as quotas de produção para as duas grandes regiões, Norte-Nordeste e Centro-Sul, e tinha como objetivo de política a centralização das unidades de produção (maior racionalidade e produtividade). Em 1973 é instituído o Programa de Apoio à Agroindústria Açucareira, cujo objetivo era aumentar a produção de açúcar elevando a eficiência do complexo através de fusões e aquisições que eliminavam as unidades menos eficientes.

Moraes (2000, p.45) divide em quatro fases distintas o processo de intervenção do Estado no setor desde o início do funcionamento do IAA até a desregulamentação, na década de 1990. A primeira fase, período referente às décadas de 1930 a 1960, é caracterizada por uma intervenção intensa. A segunda fase, referente à década de 1970, é caracterizada ainda por uma forte intervenção, sendo mantidas as características da fase anterior em relação a cotas e preços e o estímulo à demanda e produção. Objetivava aumentar as exportações diante da conjuntura internacional e aumentar a competitividade externa (produtividade, modernização agrícola e industrial, fusões). É nessa fase que ocorre o lançamento do Proálcool, o qual tinha regras de produção e comercialização bem definidas para proteger os produtores dos riscos.

As duas primeiras fases descritas por Moraes (2000) se compatibilizam com o período de curto e longo prazo definidos por Baccarin (2005).

O início da década de 80 marca uma nova fase da intervenção estatal devido ao esgotamento dos recursos públicos para investimentos. Destaca-se a privatização das exportações de açúcar em 1989, até então feitas pelo IAA (MORAES, 2000).

A quarta fase, início dos anos 90, é marcada pela crise de desabastecimento devido à demanda aquecida do etanol hidratado (problema entre oferta e demanda) e um impasse entre o governo e o setor privado. A abertura comercial promovida pelo governo Collor evidenciou “a necessidade de um novo modelo de intervenção estatal no setor” (MORAES, 2000, p. 46). Essa fase é caracterizada pela redução drástica da atuação governamental diante das mudanças institucionais, resultando mudanças em relação aos moldes anteriores. A desregulamentação foi feita em momento de oferta em alta dos produtos e crise no setor, já que a segurança de um mercado garantido pelo governo devido à intervenção foi ‘substituído’ por um de oferta excessiva (MORAES, 2000).

Mas como ocorreu o processo de desregulamentação?

A Constituição Federal de 1988 modificou significativamente o papel interventor do Estado, alterando sua função para planejador de caráter indicativo (MORAES, 2000, p. 85). A autora descreve que a desregulamentação de vários setores (café, trigo, leite e açúcar) foi

iniciada na metade da década de 80 e intensificada na década de 90. Segundo ela “a cadeia agroindustrial sucroalcooleira certamente era uma das mais controladas administrativamente pelo Estado brasileiro”.

Moraes (2000, p.15-16) descreve que a mudança do autoritarismo (regime militar) para a democracia (Constituição Federal de 1988) reforçou o poder do Congresso e diminuiu a intervenção do Estado na economia, “alterando completamente as relações entre o Estado e setor sucroalcooleiro anteriormente estabelecidas”. Assim, as funções que eram exercidas pelo governo passam a ser responsabilidade dos segmentos da cadeia produtiva, exigindo assim uma reorganização diante das “profundas mudanças”.

“Os efeitos do processo de liberação no setor sucroalcooleiro fazem-se sentir no seu ambiente institucional e organizacional; no sistema de fixação de preços dos insumos e produtos desta cadeia e nas suas formas de comercialização (incluindo as exportações); nos controles de produção e Planos de Safra até então emitidos pelo governo; nas políticas de sustentação do álcool combustível e da cana-de-açúcar, e no próprio modo de atuação dos diversos agentes envolvidos (incluindo os governos federais e estaduais)” (MORAES, 2000, p. 85).

Collor, em 1990, reconheceu a limitação do álcool em substituição aos derivados de petróleo, mas manteve a produção determinada pela capacidade instalada. Ressaltou a necessidade de investimentos na Petrobras para aumentar a produção de petróleo (MORAES, 2000). Em março de 1990, o IAA foi extinto, além de outras entidades da Administração Pública Federal.

Em março de 1991, a Lei N. 8178 foi importante para o processo de desregulamentação na economia brasileira, ao estabelecer regras sobre preços e salários. Em março de 1996, a portaria nº 64 do Ministério da Fazenda liberou os preços dos produtos²¹ da cadeia sucroalcooleira, para entrar em vigor em 1º de janeiro de 1997 (MORAES, 2000, p. 86). No entanto, houve três adiantamentos: o primeiro adiantamento foi para 1º de maio de 1997 para álcool anidro (o que aconteceu) e 1º de maio de 1998 para os demais produtos. O segundo adiantamento prorrogou a liberação dos preços para 1º de novembro de 1998 e o terceiro adiantamento foi para 1º de fevereiro de 1999, quando ocorreu a liberalização dos preços da cana-de-açúcar e de todos os produtos da agroindústria sucroalcooleira (MORAES, 2000). Esses adiantamentos foram justificados para uma melhor avaliação da situação em relação à renda dos produtores, desequilíbrios estruturais do setor, entre outros.

Para centralizar as ações governamentais referentes ao setor, em agosto de 1997 foi criado o Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool – CIMA, com o objetivo de analisar

²¹ Da cana-de-açúcar, inclusive dos fretes, açúcar cristal standard, todos os tipos de álcool (combustível ou não) e do mel residual (Moraes, 2000, p. 86).

e propor políticas. No mesmo ano é criada a Agência Nacional do Petróleo – ANP que, entre outras atribuições, era responsável pela distribuição e revenda do álcool combustível, além dos derivados do petróleo (MORAES, 2000).

O CIMA, entre 1997 e 1998, tomou várias decisões referentes ao álcool, entre elas a compra do produto para a realização de estoques e a adoção de medidas de incentivos à demanda, como a elevação percentual de álcool anidro na gasolina (MORAES, 2000). No Rio Grande do Sul, a adição do *Metil-Tércio-Butil-Éter* – MTBE na gasolina deixou de ser praticada. Serodio (1999 *apud* MORAES, 2000) destaca também o aumento do imposto de importação do etanol e a suspensão da mistura MEG. Outra medida, segundo Moraes (2000), foi estabelecida pela lei de 1998 que tratava da substituição gradual da frota de veículos oficiais movidos à combustível fóssil para etanol. A aquisição de etanol pelo Governo para a formação de estoques reguladores passou a ser feita através de leilões públicos a partir de maio de 1999. Mas, devido ao custo de produção mais elevado, o álcool hidratado não era viável em termos estritamente econômicos frente à gasolina. Seu uso se viabilizava devido a um mecanismo de complementação de preços ao produtor, cujos recursos vinham da cobrança de um sobre-preço nos dos combustíveis derivados de petróleo. Esse mecanismo estava previsto para acabar em janeiro de 1997, mas foi prorrogado até agosto de 2000. O sistema de cálculo²² de suporte do governo ao etanol era baseado na relação do preço da gasolina e do combustível renovável. Em outubro de 1999, devido à conjuntura econômica (elevação do preço do petróleo e valorização do real), foi extinta a complementação de preços ao etanol hidratado (MORAES, 2000).

A partir de 2002, o governo não mais fixou o preço da gasolina A nas refinarias e permitiu a importação de derivados de petróleo, inclusive combustíveis líquidos (gasolina A, comum e *premium*, e óleo diesel), flexibilizando o monopólio da Petrobras e tornando o mercado de combustíveis liberado no Brasil, mesmo sob o controle da ANP (MORAES, 2002). A autora cita que essa flexibilidade encerrou o mecanismo de sustentação do preço do etanol combustível.

Portanto, a partir da década de 1930, o governo estabelecia a produção (cotas de produção para cada unidade industrial), administrava a comercialização dos produtos (ditava os preços e determinava os compradores e vendedores), realizando inclusive a exportação do açúcar e etanol. No novo ambiente desregulamentado, as relações entre todos os agentes da cadeia foram afetadas: produtores de cana, usinas, destilarias e distribuidoras de combustível,

²² Para mais detalhes sobre a lógica do cálculo, Moraes (2000, p. 103-105).

além dos consumidores de açúcar e etanol, já que os preços passaram a ser formados numa nova conjuntura (MORAES, 2000).

Em relação à produção total de etanol no Brasil nesse período de desregulamentação, de 1998 a 2002, esta se apresentou instável, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Produção total de etanol (em bilhões de litros) no Brasil de 1998 a 2002

Ano	
Safra	Produção
1998/99	13,8
1999/00	13
2000/01	10,6
2001/02	11,6
2002/03	12,6

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

No entanto, logo após a desregulamentação do mercado, um novo impulso alterou o cenário de etanol no Brasil, assunto que será tratado no próximo tópico.

2.4 A tecnologia *flex* e a expansão para o Centro-Oeste

Os mercados de automóveis e combustíveis foram modificados a partir da introdução da nova tecnologia *flex-fuel*. Essa tecnologia foi desenvolvida nos Estados Unidos, onde a primeira montadora a criar veículos *flex* foi a Ford em 1984. Em 1992, a GM lançou comercialmente o seu primeiro carro *flex* nos EUA, o qual possuía um “sensor capacitivo para medição do teor de etanol no combustível”. Mesmo com problemas relacionados à infraestrutura de abastecimento, o incentivo fiscal e a regulamentação do governo americano resultaram em um acréscimo da venda dos carros bicomustíveis nos EUA, os quais podiam utilizar a gasolina ou o E85 (etanol anidro com 15% de gasolina) (NIGRO; SZWARC, 2010, p.163).

No Brasil, o desenvolvimento dessa tecnologia remete à participação de três empresas: a Bosch, a Magneti Marelli e a Delphi, as quais estabeleceram parcerias com empresas automotivas para o desenvolvimento dos motores *flex*. Lima (2009)²³ descreve cronologicamente o desenvolvimento da tecnologia *flex* no Brasil. Segundo o autor, a Bosch

²³ Consultor Legislativo da Área XII - Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Nota Técnica da Câmara dos Deputados de Brasília.

norte-americana tinha uma patente²⁴ sobre *flex fuel* de 1988. Diante da crise do Proálcool, engenheiros da Bosch no Brasil iniciam as pesquisas nesse sentido. A empresa apresentou a 3 montadoras (GM, Fiat e VW) o projeto e estabeleceu parceria com a GM, que em 1994 liberou o produto final. Mas o sensor desenvolvido pela Bosch apresentava alto custo, inviabilizando a tecnologia *flex fuel*. Em 1996, a Magneti Marelli iniciou pesquisas para reduzir o custo do sensor ou até elimina-lo. Em 1998, a Bosch lançou um protótipo sem o sensor. Ambas as empresas apresentaram as propostas para as montadoras, mas elas tiveram baixa aceitação. No entanto, as pesquisas continuaram: a GM em parceria com a Delphi e Bosch; Ford e Fiat com a Magneti Marelli; e a VW trabalhou tanto com a Delphi, Bosch e Magneti Marelli. Um estímulo financeiro, via tributo, ocorreu em 2002, quando os carros *flex* foram enquadrados na categoria de carros a álcool. Em abril de 2003, foi lançado o primeiro carro *flex* no Brasil – Gol Total Flex 1.6, desenvolvido em parceria da VW com a Magneti Marelli. Em junho de 2003, integrou o mercado de *flex*, o Corsa *Flexpower*, fruto da parceria entre GM e Delphi. Gatti Junior (2010) descreve detalhadamente todo o processo de desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* nas três empresas citadas (Bosch, Magneti Marelli e Delphi) no Brasil.

O pioneirismo norte-americano na tecnologia *flex* deve-se, provavelmente, a questões relacionadas à dependência do petróleo, já que a Ford desenvolveu a tecnologia cinco anos após o segundo choque do petróleo. Nessa época, o Brasil vivia a fase de expansão do Proálcool e, diante da crise do programa brasileiro, a tecnologia *flex* começou a ser desenvolvida aqui como uma inovação que resgataria o uso do etanol hidratado, fato que ocorreu. Também as questões ambientais ajudaram nessa proposta, mesmo esse não sendo o objetivo. A tecnologia *flex* teve um emprego crescente, conforme mostra a Tabela 4, que apresenta dados de licenciamentos de veículos por tipo de combustível utilizado.

²⁴ Lima (2009, p.5) explica que a tecnologia *flex fuel* desenvolvida nos EUA não era compatível com os combustíveis nacionais e que “o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* ‘brasileira’ foi o que causou uma verdadeira revolução no mercado nacional de automóveis”.

Tabela 4 - Licenciamento de carros autoveículos leves novos, por tipo de combustível, de 2003 a 2012

Ano	Gasolina	Flex fuel
2003	1.152.463	48.178
2004	1.077.945	328.379
2005	697.033	812.104
2006	316.561	1.430.334
2007	245.660	2.003.090
2008	217.021	2.329.247
2009	221.732	2.652.298
2010	280.724	2.876.173
2011	376.804	2.848.271
2012	273.922	3.162.939

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da ANFAVEA (2013).

Em 2003, o licenciamento de autoveículos leves novos movidos à gasolina representaram 89,2% do total da frota de automóveis e comerciais leves, contra 2,8% no caso de veículos *flex*. A inversão ocorreu em 2005, quando os veículos *flex* representaram 50,2% do licenciamento da mencionada frota; esse percentual subiu para 87% em 2012. Tais números demonstram o mercado potencial para o etanol, retratando o efeito que a tecnologia *flex* teve sobre o setor sucroenergético brasileiro.

A tecnologia *flex* desenvolvida no Brasil permite que o consumidor opte entre o uso da gasolina e do etanol, ou pela mistura de ambos, sendo que um dos determinantes na escolha do consumidor é o preço relativo dos combustíveis mencionados: para ser economicamente viável, o preço do litro do etanol hidratado tem que se situar igual ou abaixo de 70% do preço do litro da gasolina. Dada essa relação, o etanol ficou economicamente viável em vários meses em alguns estados, mas essa viabilidade econômica diminuiu em tempo recente, principalmente após 2009, por fatores que afetaram a oferta do combustível. Essa questão, discutida no decorrer do texto, afetou a participação das vendas de automóveis *flex*, sendo observado um aumento das vendas de veículos à gasolina entre 2009 e 2011 e uma pequena queda na dos *flex* em 2011, fato inédito desde o lançamento da tecnologia.

A expansão da produção de cana-de-açúcar no Centro-Oeste foi um fator resultante do uso do etanol nos veículos *flex* no país. Diferentemente da participação que teve no lançamento do Proálcool, quando foi praticamente ‘ignorada’ pelo programa por motivos já apresentados, a região Centro-Oeste teve um papel de destaque diante do segundo grande incentivo ao etanol no país decorrente da tecnologia *flex*, sendo esta região a principal fronteira de expansão dos canaviais. A Figura 2 mostra a expansão da cana-de-açúcar nas grandes regiões brasileiras após 2003.

Figura 2 - Produção de cana-de-açúcar, por grandes regiões, de 2003/04 a 2011/12, em milhões toneladas
Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

A região Sudeste se apresenta como a grande produtora de cana-de-açúcar no Brasil, sendo esta a que apresentou a maior elevação da produção após 2003. Em termos de *ranking*, a região Nordeste ocupava o segundo lugar, posto que perdeu para a região Centro-Oeste após a safra 2009/10. A região Centro-Oeste representava 10,1% da produção de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2003/04 e na safra 2011/12 produziu 16,5% do total da matéria-prima.

A Figura 3 restringe a análise aos estados que compõe a região Centro-Oeste e abrange um período maior, possibilitando uma melhor visualização da expansão e a participação de cada estado. Pode-se observar que a produção dos três estados era praticamente inexpressiva até a safra 1983/84, mas apresentou um crescimento constante até a safra 2006/07, quando Goiás e Mato Grosso do Sul apresentaram um aumento expressivo e Mato Grosso continuou a ter taxas de crescimento semelhantes ao longo dos anos. No entanto, ocorreu uma queda de produção na última safra de Goiás e Mato Grosso do Sul e instabilidade na produção de Mato Grosso a partir da safra 2009/10.

Figura 3 - Produção de cana-de-açúcar dos três estados da região Centro-Oeste, de 1980/81 a 2011/12, em milhões de toneladas

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

Em relação à produção de etanol, a Figura 4 apresenta a produção nas grandes regiões brasileiras após 2003. A região Centro-Oeste se manteve como segunda maior força produtiva no período analisado, atrás apenas da região Sudeste. Nota-se que a diferença para a região Nordeste é maior no caso do etanol em comparação com a produção de cana-de-açúcar. Em relação à participação do total de etanol produzido no país, na safra 2003/04 a região foi responsável por 13% e aumentou para 22% na safra 2011/12.

Figura 4 - Produção de etanol, por grandes regiões, de 2003/04 a 2011/12, em bilhões de litros.
Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013)

A figura 5 apresenta a produção de etanol dos três estados da região Centro-Oeste, abrangendo a safra de 1980/81 a 2011/12.

Figura 5 - Produção de etanol dos três estados da região Centro-Oeste, de 1980/81 a 2011/12, em bilhões de litros
Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

A análise da produção de etanol é similar a da produção de cana-de-açúcar: inexpressivo no início do período, crescimento a partir de 1983/84 e a partir da safra 2006/07

crescimento exponencial em Goiás e Mato Grosso do Sul. Influenciada pela produção de cana-de-açúcar, ocorreu uma queda de produção de etanol na última safra de Goiás e Mato Grosso do Sul e instabilidade na produção de Mato Grosso após 2009/10.

Shikida (2013) analisou a expansão canavieira na região Centro-Oeste com o objetivo de caracterizar os principais limites e potencialidades. O autor cita que os determinantes da expansão na região são a busca de energia sustentável, no caso do etanol, e por segurança alimentar, no caso do açúcar, e também em função da elevação do preço da terra no Estado de São Paulo. Cita, ainda, a decadência de regiões tradicionais do Nordeste, além das perspectivas de melhorias logísticas. Em relação às limitações, o autor cita o cenário de instabilidade do etanol, a ineficiência da escoação da produção baseada no modal rodoviário e a pouca tradição do setor na região, resultando em maiores custos para o processo de aprendizagem.

2.5 Cenário recente do etanol no Brasil

Após uma breve análise da história do etanol no Brasil, será discutido o cenário recente desse biocombustível. Serão discutidos os aspectos relacionados à produção de etanol, enquadrando-a em fases distintas. Também serão discutidos os motivos da crise do setor a partir de 2008.

2.5.1 Definição das fases

Shikida (1998) divide a expansão de produção de álcool no Brasil iniciada com o Proálcool em três fases, como descrito anteriormente, terminando a análise com o período de 1986 a 1995, denominado pelo autor como de desaceleração. Seguindo a ordem cronológica, considera-se neste estudo outras três fases que sucederam as definidas por Shikida: ‘adormecido’ (1996-2002) ‘revolução-flex’ (2003-2008) e ‘incerteza/estagnação’ (2009-2013) (Figura 6). As linhas verticais nas figuras distinguem as três fases. A citada definição das fases se baseia na produção do etanol hidratado (Figura 7).

A região Norte-Nordeste apresenta constância no período, com produção dentro do intervalo de 1,3 a 2,4 bilhões de litros, enquanto a região Centro-Sul, responsável por aproximadamente 90% (em média) da produção total de etanol nesse período, tem uma maior variabilidade.

Figura 6 - Produção total de etanol no Brasil com participação das duas regiões produtoras, em bilhões de litros, da safra 1995/96 a 2012/13

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

Na Figura 7 apresentam-se dados de produção do etanol no período de análise, considerando os tipos anidro e hidratado. Após a crise do Proálcool, a fase ‘adormecido’, período marcado pela desregulamentação do setor, é caracterizada por aumento na produção de etanol anidro, em função da retomada do crescimento do consumo da gasolina diante da crise do programa, e pela queda acentuada do consumo do hidratado. Esse último combustível continuou a ser produzido visando o abastecimento da frota de veículos a álcool em circulação, oriundos da década de 1980 e início de 1990, já que o licenciamento de autoveículos leves a álcool, segundo a ANFAVEA (2013), representou, entre 1996 e 2001, menos de 1% do total licenciados.

Figura 7 – Produção brasileira de etanol anidro e hidratado, em bilhões de litros, de 1995/96 a 2012/13
Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA (2013).

A fase seguinte, denominada de ‘revolução-*flex*’, é caracterizada pelo lançamento de uma nova tecnologia, a qual já foi mencionada. É denominada de revolução devido aos efeitos sobre todo o setor sucroenergético, com ênfase no etanol hidratado, como verificado nas Figuras 6 e 7, e sobre as vendas de carros, já que estes representaram 87% dos autoveículos leves licenciados (Tabela 4). Diferente dos carros movidos a álcool, essa tecnologia permite que o consumidor escolha o combustível (gasolina ou etanol hidratado) em função dos preços relativos desses combustíveis.

Diante da predominância dos carros *flex*, a produção de etanol hidratado passou de 5,6 bilhões de litros na safra 2002/03 para mais de 18,1 bilhões de litros na safra 2008/09, ou seja, mais do que triplicou em sete safras, fato que expressa o investimento feito pelo setor diante dessa ‘revolução’. A produção do etanol anidro variou entre 7 e 9,3 bilhões de litros, apresentando uma produção média de 8,2 bilhões de litros. Destaca-se aqui a inversão observada na produção de hidratado e anidro, já que a de hidratado iniciou o período abaixo da produção do anidro e terminou sendo duas vezes maior.

Após essa fase de expansão caracterizada pelas vendas de etanol superiores à da gasolina, sendo 2008 o auge, uma crise atinge o setor e a produção de etanol hidratado começa a declinar, caindo de 18,6 bilhões de litros na safra 2008/09 para 13,96 bilhões na safra 2009/10 para 13,96 bilhões na safra 2012/13. Na direção contrária, a produção de etanol anidro aumentou de 7 bilhões de litros na safra 2009/10 para 9,6 bilhões na safra 2012/13. Como a gasolina e o etanol

hidratado são substitutos perfeitos para os carros *flex*, o aumento do preço do hidratado acima de 70% do preço da gasolina incentiva a demanda do combustível fóssil, o qual contém uma percentagem de etanol anidro determinado por lei.

2.5.2 Os motivos da crise e as incertezas com o etanol

Os motivos que levaram à crise o setor sucroenergético após 2008 podem ser divididos em três grupos: financeiro, agrônômicos e mercado. Ressalta-se que a crise veio em um momento de euforia em relação ao etanol hidratado, iniciado em 2003: carros *flex* representando 87% das vendas, consumo de etanol hidratado ultrapassando o de gasolina e aumento das exportações.

- Financeiro

A crise que se iniciou em 2004 no mercado imobiliário norte-americano e foi deflagrada no segundo semestre de 2008, gerou desconfiança do sistema financeiro. Atitudes oportunistas e de especulação passaram a fazer parte do cotidiano das empresas emergentes e com fragilidades de mercado, como algumas empresas do setor sucroenergético (TORQUATO; BINI, 2009). Mas porque algumas empresas estavam frágeis?

Milanez et al. (2012) descrevem que o crescimento do setor sucroenergético de 2003 até a safra 2008/2009 só foi possível pelo aumento das dívidas dos grupos econômicos que operam no setor. Mas o crescente nível de alavancagem e o período necessário para a maturação dos investimentos resultaram em um cenário negativo para a aquisição de novos débitos. Assim, a situação piorou com a crise internacional de 2009, já que os agentes financeiros retraíram o crédito às empresas do setor, inclusive o referente à capital de giro, devido à maior aversão ao risco do setor privado. Durante a safra, a ausência de capital de giro fez com que as empresas acelerassem as vendas de etanol, deprimindo fortemente os preços, deteriorando ainda mais a capacidade de investimento do setor.

Torquato e Bini (2009, p.2) fazem uma análise semelhante, acrescentando que até 2006 a demanda pelo etanol gerou retornos oriundos do mercado interno, e que em 2007 e 2008 grandes investimentos em usinas e canaviais foram feitos com base nas expectativas de consolidação do mercado internacional de etanol, fato que não se concretizou. Consequentemente, diante da projeção ‘irreal’ da demanda de açúcar e etanol, do erro nas interpretações dos sinais do mercado e das dificuldades em saldar as dívidas, os preços foram afetados. Segundo os autores “... a retração ou paralisação dos fluxos de investimentos

estrangeiros no setor não acontece somente devido à crise financeira agravada no atual momento, mas sim é acentuada por ela”.

Dentre os efeitos da crise, no tocante ao setor investimento/financeiro, dois pontos merecem destaque. Primeiramente, as dívidas do setor, segundo Alexandre Figliolino, diretor comercial de açúcar e etanol do Itaú BBA, alcançaram R\$ 5 bilhões no fechamento da safra 2011/2012. Esse valor foi apresentado em reunião no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA em 17 de agosto de 2012 (MAPA, 2012). Em entrevista, o diretor ressalta que a dívida líquida do setor alcançou R\$ 48 bilhões em função do aumento dos investimentos em mecanização e recuperação de canaviais, da quebra da safra de cana e da falta de competitividade do etanol. O diretor divide os 64 grupos do setor (região Centro-Sul) em quatro grupos: os com pleno acesso ao capital, representando 36%; os nacionais com excelente *performance* e endividamento adequado, representando 29%; os em recuperação, com elevada alavancagem (16%); enquanto que 18% dos grupos necessitaram passar por processo de fusão ou aquisição (FIGLIOLINO, 2012).

Outro efeito foi a intensificação no processo de fusão e aquisição no setor em função da queda dos preços dos ativos. Grandes grupos econômicos, principalmente petroleiras e *trading companies*, ao invés de construir novas empresas, começaram a comprar e/ou fundir com empresas já estabelecidas. Entre 2006 e 2008, a construção de novas unidades eram investimentos mais atrativos, enquanto que de 2009 a 2011, as fusões e aquisições mantiveram-se mais atrativas. Esses investimentos se concentraram em usinas paulistas que tinham condições de construir fabricas de açúcar (MILANEZ et al., 2012).

Consequentemente, a concentração no setor aumentou. Dados da apresentação de Alexandre Figliolino feita no MAPA mostraram que a concentração, por capacidade de moagem, passou de 30% na safra 2005/2006 para 43% na safra 2010/2011. Outro efeito da crise sobre as usinas é relatado pela consultoria Datagro (2012), que estimou um número de 41 não operantes na safra 2012/2013, sendo 36 na região Centro-Sul.

A falta de investimentos também afetou a produção agrícola, além de outros fatores.

- Agrônomo

Antes de analisar como a falta de investimentos afetou a produção agrícola, é necessário enfatizar dois pontos importantes sobre a produção da cana-de-açúcar: a sazonalidade e o clima.

O ano-safra da cana-de-açúcar na região Centro-sul compreende o período de abril a março do ano seguinte, mas a colheita se concentra de abril a dezembro, enquanto que na

região Norte-Nordeste o ano-safra, para os principais produtores, inicia-se em setembro e termina em agosto do próximo ano - a colheita concentra-se em setembro a março.

Além da sazonalidade da produção da matéria-prima, problemas de clima afetaram os canaviais nas últimas safras. Os levantamentos das safras de cana-de-açúcar feitos pelo Conab relativos aos períodos 2010/11 e 2011/12, permitem fazer inferências sobre os problemas gerados por fatores climáticos, como chuva em excesso, por exemplo. Fatores climáticos desfavoráveis interferem na produtividade, sendo que os levantamentos citam o clima como o principal fator que afeta essa variável. Em números, o secretário de produção e agroenergia, Manoel Bertone²⁵ do MAPA afirmou que houve uma perda de 60 milhões de toneladas de cana na safra 2011/12 decorrente do clima adverso.

Em relação aos efeitos da falta de investimentos na área agrícola, a renovação dos canaviais pode ser considerada a principal. No primeiro levantamento da safra 2011/12, divulgado em maio de 2011, a Conab identificou um problema na renovação dos canaviais. A previsão de renovação foi de 801 mil hectares, mas pelas estimativas do órgão, seria necessário renovar 1.407 mil hectares. Um canavial renovado produz 115 t/ha contra 55 t/ha de um canavial no sexto corte, resultando em uma diferença de 60 t/ha. Como são 606 mil hectares que não foram renovados ($1.407 - 801$) e cada hectare tem a perda de 60 t ($115 - 55$), o resultado final é uma perda total de 36.360 mil toneladas, o que é bastante significativo segundo Manoel Bertone (CONAB, 2013). O documento afirma que o motivo da não renovação dos canaviais foi a falta de recursos financeiros.

Cabe ressaltar que após essa constatação da Conab, o Governo incluiu no lançamento do Plano Agrícola e Pecuário 2011/12²⁶, uma linha de crédito para expansão e renovação dos canaviais, como parte de um conjunto de políticas públicas para a expansão produtiva, sendo que um dos principais objetivos era estimular a renovação e ampliação das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, o que permitiria aumentar a produção e, consequentemente, a estabilização da oferta de etanol (MAPA, 2011). Para atingir tal objetivo, uma das principais medidas foi o financiamento de até R\$ 1 milhão pelo crédito rural para implantação ou renovação de canaviais, com prazo de pagamento de cinco anos, incluídos até 18 meses de carência (MAPA, 2011).

Além do clima e da falta de investimentos agrícolas, Milanez et al. (2012, p.290) ressaltam outro problema que interferiu na produtividade: a mecanização da colheita,

²⁵ Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=747732>>. Acesso em 09/janeiro/2013.

²⁶ Lançado em 17 de junho de 2011, em Ribeirão Preto.

principalmente no Estado de São Paulo. Segundo especialistas do setor, citados pelos autores, três razões podem explicar essa situação: (i) a compactação do solo; (ii) a menor densidade de plantas por área plantada, já que o plantio deve se ajustar ao corte mecanizado; e (iii) a maior altura em que o colmo é cortado pelas colheitadeiras em relação à altura do corte manual, de modo a evitar que a máquina arranque as soqueiras de cana no momento da colheita.

O aumento da mecanização tem sido expressivo nas últimas safras no Estado de São Paulo, em virtude da extinção das queimas, seguindo um cronograma definido pelo Governo e lideranças do setor. Nesse cronograma, encontra-se estabelecido que até 2014 toda a cana plantada em áreas que pode ser mecanizada deve ser colhida na forma crua (o que ocorre normalmente com máquinas). De acordo com Secretária do Meio Ambiente – SMA do Estado de São Paulo, responsável pelo projeto Etanol Verde, na safra 2006/07 a porcentagem de cana colhida crua foi de 34,2 %, e na safra 2011/12 ela atingiu 65,2% (SMA, 2013). Mas queda na produtividade em virtude do aumento da mecanização, segundo Milanez et al. (2012), tende a mudar em função do aumento do conhecimento dos produtores em relação ao manejo agrícola mecanizado.

Problemas de investimentos e de produtividade impactaram a produção de etanol, principalmente a do hidratado, afetando, assim, o mercado de combustíveis no Brasil.

- Mercado

Inicialmente, torna-se necessário discutir porque o impacto da crise foi maior sobre o etanol hidratado do que sobre o açúcar. Diante da queda da produtividade da cana-de-açúcar, a maioria das usinas, com destilarias autônomas, tem a opção de destinar a matéria-prima para a produção de açúcar ou etanol, dentro de certos limites estabelecidos por questões técnicas, comerciais e políticas.

Milanez et al. (2012), citando dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - ESALQ, mostraram que a remuneração do açúcar ficou acima da remuneração do etanol hidratado desde 2006, sendo que houve um salto em 2009 diante da quebra de safra da Índia e Tailândia, fato que alterou o *mix* a favor do açúcar. Os dados da amostra dos autores permitiram concluir que a taxa média de ociosidade nas fábricas de açúcar foi de 13% na safra 2011/12 enquanto que nas destilarias de etanol foi de 29%.

Portanto, os preços internacionais do açúcar justificam a alteração, em algum grau, do *mix* de produção das usinas com destilarias anexas, podendo-se afirmar que a crise se concentrou na produção de etanol hidratado, e coube ao açúcar garantir a renda nesse período.

Tal fato reflete as fusões e aquisições de novas unidades produtoras de etanol com possibilidade de abrigar fábricas de açúcar. No mercado de etanol, uma importante fusão deve ser mencionada, sendo ela a da Copersucar e a *trading* norte-americana Eco-Energy, uma das principais *trandings* de biocombustível nos EUA. Segundo Magnabosco (2012), com capacidade de comercializar 10 bilhões de litros de etanol ao ano, esse grupo estima que poderá ser responsável por 12% do mercado mundial do etanol.

A opção que os proprietários de *flex* têm para a escolha do combustível no momento da aquisição faz com que a demanda do etanol hidratado dependa do preço da gasolina, como já discutido. O Governo está, nos últimos anos, influenciando diretamente o mercado de combustíveis, dada a sua política de manter o preço da gasolina estável, visando conter o processo inflacionário.

A Petrobras reajustou em final de junho de 2012 em 7,83% o preço da gasolina, mas este aumento não foi repassado ao consumidor, já que em seguida o governo zerou a alíquota da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (DECRETO nº 7.764, de 22 de junho de 2012). Este repasse, segundo o ministro Guido Mantega, ocorrerá em 2013 (SIMÃO et al., 2012). Essa manutenção artificial do preço da gasolina afeta diretamente a demanda pelo etanol hidratado, uma vez que ele perde a competitividade na maior parte dos estados brasileiros.

Cabe ressaltar que devido à política de preços do governo, o presidente do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – IBP, João Carlos de Luca, disse que a Petrobras deixou de arrecadar US\$ 12 bilhões devido à defasagem de preços dos combustíveis no mercado doméstico (POLITO; BRUNO; MARTINS, 2012).

Outra interferência do governo no setor sucroenergético está relacionada à definição do percentual de etanol anidro a ser adicionado à gasolina A para a produção de gasolina C. Diante do aumento do preço do hidratado, ultrapassando a paridade de 70%, o consumidor *flex* migra para a gasolina, aumentando a demanda da gasolina e, conseqüentemente, do anidro. O governo diminui a mistura para garantir o abastecimento quando há expectativa de que a oferta será menor que a demanda. A última mudança na mistura é decorrente da Portaria do MAPA nº 678, que reduziu a mistura de 25% para 20% a partir de 01/10/2011.

O etanol tem a rentabilidade atrelada ao preço da gasolina. Analisando dados do Estado de São Paulo no período janeiro de 2008 a outubro de 2011, Milanez et al., (2012) concluiu que o produtor raramente conseguiu remuneração acima de seus custos. Afirma também que o preço do etanol raramente se manteve acima do limite superior, dado pelo

preço da gasolina (considerando o diferencial de rendimento energético relativamente ao etanol), já que tal situação não é sustentável.

Em suma, a manutenção do preço internacional do açúcar elevado nos últimos anos, principalmente de 2008 a 2010, a estagnação na produção da cana-de-açúcar (clima e investimentos), a falta de investimentos em novas usinas produtoras de etanol, a manutenção artificial do preço da gasolina e a rentabilidade inexistente do etanol hidratado afetaram a produção de etanol hidratado e, consequentemente, a rentabilidade do setor.

Na Figura 8 é possível visualizar a evolução dos preços da gasolina e etanol (anidro e hidratado) ao consumidor, de etanol hidratado ao produtor, bem como o custo de produção e a relação de preço entre gasolina e etanol hidratado.

Figura 8 - Preço da gasolina e etanol hidratado ao consumidor, preço do etanol ao produtor e custo de produção e paridade 70% gasolina c/etanol hidratado, de 2006 a 2012, em reais por litro

Fonte: ANP/UNICA *apud* MAPA (2012).

Durante boa parte do período, o preço do etanol ao produtor ficou abaixo do custo de produção, afetando assim a rentabilidade. Nota-se, também, que o preço da gasolina mantém-se praticamente estável, diante dos motivos já expostos. A partir de 2010, e intensificando a partir de 2011, o etanol torna-se inviável frente à gasolina.

2.5.3 Caracterização da produção recente do etanol no Brasil

Diante da maior representatividade das usinas mistas, 73% do total das usinas brasileiras, a cana-de-açúcar pode ser destinada a produção de açúcar ou etanol, motivo pelo qual também serão apresentados dados referentes ao mercado de açúcar. Na Figura 9

apresentam-se os percentuais de destinação da cana-de-açúcar (*mix* de produção) das regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul para o açúcar, etanol anidro e o hidratado.

Figura 9 - Mix de produção das regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, em %, de 2005/06 a 2012/13
 Fonte: Elaborado pelo autor com base nos 3º levantamento de cada safra do CONAB.

Na região Norte-Nordeste, maiores volumes de cana-de-açúcar foram alocados para a produção de açúcar, já que no período a percentagem de cana destinada ao açúcar sempre esteve acima dos 56%. Com exceção das duas primeiras safras, a cana destinada à produção de etanol (anidro e hidratado) superou os 50% na região Centro-Sul, sendo que a safra 2008/09 registrou a maior destinação da cana para o etanol - quase 60%. Nas últimas quatro safras verificou-se uma queda da cana destinada à produção de etanol, atingindo 51% na safra 2012/2013.

Na Figura 10 apresentam-se dados sobre a produção de açúcar no Norte-Nordeste, no Centro-Sul e em São Paulo. O crescimento da produção de açúcar na região Centro-Sul seguiu uma tendência de alta, passando de uma produção de 20 milhões de toneladas na safra 2003/04 para 33,5 milhões de toneladas na safra 2010/11. Porém, houve uma queda na safra 2011/12, quando se produziu 31,1 milhões de toneladas, e voltou a crescer na última safra, atingindo a produção de 34,1 milhões de toneladas. A região Norte-Nordeste apresentou uma produção de açúcar praticamente constante.

Figura 10 - Produção de açúcar nas duas grandes regiões e no Estado de São Paulo, de 2003/2004 a 2012/2013, em milhões de toneladas

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA, 2013.

Mesmo com a expansão da produção de cana-de-açúcar para o Centro-Oeste e a tradicional produção nordestina, a produção de açúcar concentra-se principalmente no Estado de São Paulo, elevando assim a representatividade da região Centro-Sul neste contexto. Considerando as safras de 2003/04 a 2012/13, tem-se que a participação da região Norte-Nordeste no total de açúcar produzido no Brasil foi, em média, de 14,68%, sendo todo o restante produzido na região Centro-Sul. O Estado de São Paulo foi responsável por 63% do açúcar produzido no país, na média do período.

Em relação ao etanol, a Figura 11 mostra a evolução da produção das duas regiões produtoras do Brasil e a do Estado de São Paulo. No ano-safra 2003/04, a produção total de etanol foi de 14,8 bilhões de litros, sendo que a região Centro-Sul produziu 88,25% desse total; o Estado de São Paulo foi responsável por 59,61% do total produzido no país. O crescimento da produção na região Centro-Sul se deu até o ano-safra 2008/09, quando alcançou 25,1 bilhões de litros, mas caiu no ano-safra seguinte para 23,6 bilhões, voltando para o patamar de 25 bilhões no ano-safra 2010/11. No ano-safra 2011/12 registrou-se uma queda significativa, alcançando nível semelhante ao do ano-safra 2007/08 (20 bilhões de litros). No ano-safra 2012/2013, houve um crescimento moderado em relação à safra anterior. Dada à elevada participação de São Paulo na produção de etanol, nota-se forte influência entre a produção do estado e a da região Centro-Sul. Já a produção nordestina se manteve praticamente constante, semelhantemente ao que ocorreu com o açúcar.

Figura 11 - Produção total de etanol das regiões Centro-Sul, Nordeste e do Estado de São Paulo, em bilhões de litros, entre as safras 2003/04 e 2012/13

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da UNICA, 2013.

No período considerado, a produção média de etanol da região Centro-Sul representou 90,26% da produção brasileira. O Estado de São Paulo foi responsável por 58,93% (em média) do etanol produzido no país nesse período. Observa-se que a sua participação caiu de 60,92% no ano-safra 2002/03 para 51,2% no ano-safra 2012/13.

Ao confrontar os dados da produção de açúcar e de etanol, nota-se que as produções de ambos os produtos se manteve estável na região Norte-Nordeste. Mas o *mix* de produção apresenta uma oscilação: a percentagem do açúcar cai no período (de 66% em 2005/06 para 58% em 2012/13), ocorre um aumento no hidratado (12% em 2005/06 para 19% em 2012/13, sendo que alcançou 24% em 2009/10) e o anidro se manteve estável. No entanto, essa mudança no destino na cana-de-açúcar não afetou de maneira significativa a produção da região, como verificado.

Já na região Centro-sul, verifica-se que a produção de açúcar cresceu até a safra 2010/11 e a de etanol até 2008/09, que é o ano-safra que apresenta o maior uso da cana-de-açúcar para a produção de etanol (aproximadamente 60%). A partir do ano-safra 2009/10, o açúcar teve uma elevação da representatividade no *mix* de produção, enquanto que o etanol hidratado apresentou queda e o anidro aumentou nas duas últimas safras. Portanto, a queda na produção do hidratado ocorre após o aumento da destinação da cana-de-açúcar para a produção de açúcar e anidro.

2.5.4 Fluxo de etanol entre estados

Uma vez que o objetivo primeiro desta tese é avaliar a relação entre os preços de etanol hidratado nos diferentes estados produtores do Brasil, se faz necessário conduzir uma análise dos estados que são deficitários e dos que têm excedentes para suprir os que produzem abaixo do seu consumo. Como já mencionado, o comércio entre estados é responsável pela integração de mercado e faz com que os preços estejam relacionados. Assim, foi estimado o saldo líquido das regiões e dos estados brasileiros, dados que são apresentados na Tabela 5. O cálculo para estimar o saldo líquido do etanol hidratado foi feito subtraindo da produção interna as exportações líquidas (exportação menos importação) e o consumo interno. No caso do consumo, utilizou-se como *proxy* a venda das distribuidoras. As regiões ou os estados deficitários foram supridos com etanol proveniente de regiões superavitárias.

Tabela 5 - Saldo líquido, em mil m3, de etanol hidratado no Brasil, regiões e estados, de 2003 a 2012

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
(continua)										
Região Norte	(41,91)	(45,74)	(49,07)	(38,68)	(95,72)	(162,87)	(228,23)	(172,37)	(76,30)	(53,51)
Rondônia	(11,94)	(12,74)	(13,63)	(10,62)	(21,53)	(40,58)	(48,64)	(29,32)	(14,09)	(11,06)
Acre	(3,65)	(3,75)	(4,00)	(4,14)	(6,37)	(9,51)	(11,95)	(8,00)	(5,90)	(1,65)
Amazonas	(8,18)	(8,86)	(13,01)	(10,62)	(24,24)	(46,74)	(74,86)	(47,74)	(34,09)	(36,02)
Roraima	(0,57)	(0,58)	(0,74)	(1,30)	(2,26)	(2,87)	(2,91)	(2,76)	(2,49)	(1,93)
Pará	(4,51)	(5,94)	(3,32)	0,95	(8,11)	(6,29)	(14,28)	(29,36)	(11,18)	(19,85)
Amapá	(0,88)	(0,77)	(0,89)	(0,93)	(1,45)	(2,77)	(8,30)	(6,72)	(4,93)	(3,31)
Tocantins	(12,17)	(13,09)	(13,49)	(12,03)	(31,76)	(54,10)	(67,29)	(48,47)	(3,62)	20,29
Região Nordeste	200,81	71,73	(76,67)	(156,18)	(199,72)	(543,92)	(620,39)	(494,99)	(34,46)	174,54
Maranhão	(2,99)	0,46	(0,19)	3,67	(3,54)	(55,82)	(92,78)	(49,34)	(4,53)	(0,40)
Piauí	(11,10)	(11,89)	(9,14)	(0,09)	(9,91)	(19,44)	(30,47)	(16,86)	(11,98)	(14,50)
Ceará	(33,92)	(35,47)	(39,48)	(65,10)	(107,31)	(146,04)	(163,83)	(153,47)	(104,83)	(89,44)
Rio Grande do Norte	(8,18)	(6,20)	2,01	(57,04)	(56,47)	(82,87)	(16,01)	(29,86)	(12,50)	(8,57)
Paraíba	28,48	55,47	68,09	84,65	118,05	112,51	122,87	90,42	115,55	142,03
Pernambuco	94,27	34,95	(20,04)	(78,32)	(1,89)	(24,42)	(90,24)	(84,32)	(0,13)	(21,45)
Alagoas	150,49	56,46	(55,05)	5,41	(15,56)	(4,82)	85,62	139,93	147,26	191,77
Sergipe	15,59	19,02	25,53	17,71	(4,39)	(5,03)	32,89	29,27	52,77	82,24
Bahia	(31,83)	(41,06)	(48,39)	(67,08)	(118,69)	(317,98)	(468,43)	(420,76)	(216,09)	(107,13)
Região Sudeste	1.022,05	(175,19)	284,44	122,29	803,14	(479,64)	(505,38)	1.913,56	(396,01)	930,21
Minas Gerais	19,54	(43,57)	26,18	193,28	281,13	368,32	357,19	1.105,26	719,02	668,27
Espírito Santo	(17,23)	(4,06)	(13,76)	4,86	17,89	(29,19)	(54,05)	13,00	13,29	21,28
Rio de Janeiro	(31,87)	(7,87)	(96,26)	(164,72)	(329,51)	(673,40)	(805,18)	(676,18)	(449,87)	(367,18)
São Paulo	1.051,61	(119,68)	368,29	88,86	833,66	(145,38)	(3,33)	1.471,47	(678,45)	607,85

Tabela 5 - Saldo líquido, em mil m³, de etanol hidratado no Brasil, regiões e estados, de 2003 a 2012

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Sul	28,09	(272,15)	(395,93)	(276,65)	(64,01)	(870,42)	(1.005,47)	(817,03)	(249,03)	(104,67)
Paraná	328,78	88,98	(34,10)	69,67	391,69	(175,69)	(106,25)	(305,43)	4,61	103,54
Santa Catarina	(155,00)	(173,87)	(175,27)	(193,06)	(242,40)	(376,16)	(498,65)	(290,59)	(123,08)	(94,66)
Rio Grande do Sul	(145,70)	(187,25)	(186,56)	(153,26)	(213,30)	(318,57)	(400,57)	(220,99)	(130,54)	(113,55)
Região Centro-Oeste	506,05	501,07	900,78	915,90	1.047,22	1.249,87	1.684,69	2.787,10	2.435,80	3.056,32
Mato Grosso do Sul	191,26	168,78	330,24	372,11	553,96	530,48	867,90	1.351,85	1.078,32	1.364,60
Mato Grosso	273,06	304,92	365,03	407,99	378,98	269,37	144,41	163,07	193,94	129,95
Goiás	130,92	103,57	283,05	216,66	264,50	624,80	911,74	1.406,31	1.247,58	1.619,90
Distrito Federal	(89,17)	(76,20)	(77,56)	(80,86)	(150,22)	(174,78)	(239,35)	(134,13)	(84,02)	(58,13)

Fonte: elaborado pelo autor com base em ANP (2013) e AliceWeb/Secex (2013).

Nota: *Dados até 2006, conforme a Portaria CNP n° 221/1981. Dados a partir de 2007, conforme Resolução ANP no 17/2004.

**Até 2006, inclui as vendas e o consumo próprio das distribuidoras. A partir de 2007, inclui apenas as vendas.

Dentre as regiões, apenas o Centro-Oeste apresentou saldo líquido positivo em todos os anos analisados, já que sua produção aumentou significativamente, acompanhada pelo consumo. As exportações se mantiveram em um patamar baixo, provavelmente devido à grande distância dos portos exportadores, o que se traduz em menor competitividade. Nessa região, todos os estados apresentaram superávit em todos os anos analisados, com exceção do Distrito Federal.

O Estado do Mato Grosso do Sul, tradicional na produção de soja e na pecuária, recebeu investimento em novas unidades produtivas durante o período denominado ‘incerteza/estagnação’, passando de 14 usinas na safra 2008/2009 para 22 na safra 2012/2013. Por outro lado, também tradicional na soja e pecuária, no Estado do Mato Grosso, o número de usinas no período variou entre 9 e 11 no período.

O Estado de Goiás é o maior produtor de cana-de-açúcar (Figura 3) e etanol (Figura 5) da região Centro-Oeste e, também, o que apresenta o maior saldo líquido no caso do etanol hidratado no período de 2008 a 2012 (Tabela 5). Além disso, o número de usinas também cresceu na fase de ‘incerteza/estagnação’, passando de 29 usinas na safra 2008/2009 para 37 na safra 2012/2013.

Complementado a análise de Shikida (2013) que trata das causas da expansão do setor sucroenergético para a região Centro-Oeste, Vian (2003) e Vian e Moraes (2005) citam como responsáveis o fator relevo (terras planas) e as condições climáticas que permitem uma alta produtividade.

Neste contexto, cita-se o ZaeCana²⁷ (2009), no qual foram estimadas, para o Estado do Mato Grosso, uma área de mais de 2,5 milhões de hectares aptas para o plantio de cana; para o Mato Grosso do Sul, um número maior foi estimado - 6,2 milhões de hectares. Essas áreas referem-se apenas a localidades para as quais se tem alta ou média expectativa para a produtividade da cultura, considerando-se também a substituição de áreas destinadas à agropecuária e pastagem. Um fato relevante é que no ZaeCana considerou-se que o plantio de cana-de-açúcar só poderia ser feita em áreas onde seja possível a colheita mecanizada.

Portanto, clima propício para a cultura da cana-de-açúcar e grandes áreas aptas para o plantio mecanizado alteraram o papel do Centro-Oeste na dinâmica do mercado de etanol brasileiro. Investimento em unidades produtoras de etanol e em logística, como em

²⁷ O objetivo do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZaeCana) é “fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando a expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro” (ZAECA, 2009, p.1).

álcool, por exemplo, dá maior expressão à região Centro-Oeste na produção do combustível renovável.

A região Sudeste apresentou uma variância entre anos superavitários e anos deficitários, mas é a região que apresenta o maior número de anos superavitários depois do Centro-Oeste. A região, liderada por São Paulo, apresenta os maiores volumes de produção, de consumo e de exportação entre todos os estados.

A região Norte foi deficitária em termos de produção de etanol hidratado em todo o período analisado, fato esperado diante da sua baixa produção e aumento do consumo. Não foram registradas exportações dessa região no período analisado. No Nordeste, apenas os dois primeiros anos a produção foi superavitária, registrando saldo líquido negativo de 2005 a 2011, e voltando a apresentar saldo superavitário em 2012. Na região Sul, houve uma predominância de anos com déficit, já que apenas em 2003 o saldo foi positivo. O Paraná é responsável por quase a totalidade da produção dessa região e por toda exportação proveniente da região.

Nesta tese, ao limitar a análise aos estados de Paraíba, Alagoas e Pernambuco (região Norte-Nordeste) e Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (região Centro-Sul) se está englobando a maior parte das operações de produção, exportação e consumo de etanol hidratado brasileiro. Utilizando 2011 e 2012 como referência, estes estados em conjunto representaram 96,6% da produção em 2012, 99% das exportações em 2011²⁸ e 87% do consumo em 2012. Diante dessa representatividade, esse estudo focará a relação de preços entre estes estados, com ressalva da Paraíba por indisponibilidade de dados. Desconsiderando a Paraíba, a representatividade dos oito estados não é alterada de maneira significativa, com uma queda de 1,4% na produção.

Na região Centro-Oeste, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul são superavitários durante todo o período da análise, permitindo inferir que esses estados abastecem outros estados da região Norte/Nordeste e Sudeste/Sul. Em Alagoas e Pernambuco não há constância, sendo observados anos em que há excedente e anos em que há déficit. Tomando a região Nordeste como um todo, observa-se que ela é deficitária na maior parte do período. Somente em 2003, 2004 e 2012 houve excedente. No Norte todos os estados são deficitários durante todo o período da análise. A região Sudeste foi deficitária em 4 dos 10 anos analisados, sendo estes déficits associados aos dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro

²⁸ Consideraram-se as exportações de 2011 devido à queda significativa das exportações em 2012.

principalmente, já que o Estado de Minas Gerais foi deficitário apenas em 2004. Pelos baixos valores, o Estado do Espírito Santo é inexpressivo.

Também foram estimados os valores referentes ao saldo líquido para o caso do etanol anidro nos diferentes estados do Brasil, valores estes que são apresentados no anexo I. O cálculo para estimar o saldo líquido do etanol anidro foi feito subtraindo as exportações líquidas (exportação menos importação) da produção interna e, desse resultado, subtraiu-se o consumo (considerando o percentual de etanol misturado à gasolina). Para as exportações foram somados dois tipos de etanol²⁹.

Vale lembrar aqui que, como o consumo de etanol anidro foi estimado com base no da gasolina, essa análise não tem a mesma conotação da anterior, realizada para o etanol hidratado. No entanto, ela representa a produção e o uso do etanol em cada estado, motivo pelo qual se decidiu apresentá-la.

Em relação aos aspectos da comercialização do etanol, no apêndice I encontra-se uma breve explanação.

²⁹ Utilizou-se a Nomenclatura Comum do MERCOSUL – NCM: 22071010 - Álcool etílico n/desnaturado c /teor água <=1%; e 22072011- Álcool etílico com teor de água <= 1%.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em três subtópicos. Inicialmente serão apresentados conceitos relevantes à proposta metodológica. Em seguida, discute-se a evolução da metodologia e, por último, faz-se uma revisão dos estudos de *commodities* agrícolas que utilizam metodologia semelhante a do presente estudo. Cabe ressaltar que os dois primeiros subtópicos são baseados em grande parte em Fackler e Goodwin (2001) por ser referência importante no assunto.

3.1 Análise espacial de preços: Lei do Preço Único, arbitragem, mercados integrados e transmissão de preços

Na análise de preços, um conceito importante diz respeito a arbitragem, que dá base para a definição da Lei do Preço Único – LPU. Como termo relacionado cita-se integração espacial de mercado (FACKLER; GOODWIN, 2001).

A LPU estabelece que em mercados em concorrência, mas isentos de barreiras comerciais e custos de transporte, bens idênticos devem ser vendidos ao mesmo preço quando expressos na mesma moeda (KRUGMAN; OBSTFELD, 2005). Barret (2001) cita que ocorrendo o comércio e oportunidades de arbitragem, os preços são equalizados até o custo do comércio. Torna-se necessário, portanto, explicar o conceito de arbitragem.

Quando o preço do bem homogêneo apresenta diferença em mercados³⁰ distintos, mas comunicantes, ocorre fluxo de bens do mercado cujo preço é inferior para o mercado que apresenta o preço maior. Esse processo de transferência de bens ocorre devido às operações de arbitragem, a qual é definida por Pindyck e Rubinfeld (2004, p. 8) como “a prática de comprar a um preço mais baixo em uma localidade para vender a um preço maior em outra”. Goodwin e Piggott (1999) descrevem que o mecanismo primário que garante a integração espacial é a arbitragem e o comércio.

³⁰ “A comercialização é um processo social que envolve interações entre agentes econômicos através de instituições apropriadas” (BARROS, 2006, p.1), sendo o mercado, caracterizado por um ‘local’ onde as forças de oferta e demanda atuam; é uma importante instituição. O ‘local’ é uma definição abstrata de mercado, mas possibilita caracterizar diferentes tipos de mercado, como um local específico ou a um produto definido. A dispersão dos consumidores determina a extensão do mercado (BARROS, 2006).

Para Fackler e Goodwin (2001), as ações de arbitradores vão garantir que os preços de um bem homogêneo em dois locais distintos sejam diferentes por, no máximo, o valor do custo de mover o bem da região com menor preço para a região com o preço mais alto. Pode-se expressar esse conceito por:

$$p_j - p_i \leq r_{ij} \quad (1)$$

onde

p_j é o preço do bem na região 'j';

p_i é o preço do bem na região 'i';

r_{ij} é o custo de transação de mover o bem da região 'i' para a região 'j'.

Barros (2006, p.2) explica que o custo de transporte pode limitar a inclusão de regiões no mesmo mercado, pois “o comércio entre regiões somente ocorrerá se os preços locais nas diferentes regiões diferirem por um valor superior ao custo de transporte”.

Complementando a análise de Fackler e Goodwin (2001), Barros (2006)³¹ formaliza o princípio do comércio inter-regional utilizando ferramenta gráfica. Quando duas regiões (X e Y) produzem o mesmo bem, e não havendo comércio entre elas, as respectivas curvas de oferta e demanda determinará o preço em cada região (P_x e P_y). A figura 12 representa essa situação.

Figura 12 - Determinação do preço de um bem em duas regiões
Fonte: Bressler e King (1970 *apud* Barros, 2006).

³¹ Barros (2006) descreve que se baseou no trabalho de Bressler e King (1970).

Ao considerar-se que seja possível o comércio entre as duas regiões, dada a diferença de preço ($P_x > P_y$), pode-se inferir que é lucrativo transferir o produto da região Y para a região X . Essa transferência ocorrerá até o momento em que os preços se igualem nas duas regiões, como representado na figura 13. Nesse caso, desconsidera-se o custo de transporte do produto entre as regiões. Observa-se que a soma horizontal das curvas de oferta e demanda de cada região resulta nas curvas de oferta e demanda combinadas, cuja interseção determina o preço comum (P^*) e a demanda e oferta total das duas regiões ($O''Q^*$) (BARROS, 2006).

Figura 13 - Comércio regional sem custo de transferência
Fonte: Bressler e King (1970 *apud* Barros 2006).

Com a hipótese de comércio inter-regional, a região X demandará Ob de produto e ofertará Oa , apresentando um déficit de ab , enquanto que a região Y demandará $O'd$ e ofertará $O'c$, resultando em um superávit de produto cd . Logo, o déficit da região X é coberto pelo superávit da região Y , ou seja, $ab=cd$.

Barros (2006) apresenta uma maneira alternativa de representar o fluxo de comércio entre duas regiões, denominada de diagrama “back to back”³² (figura 14).

³² Para mais, ver Barros (2006, p. 77-79).

Figura 14 - Diagrama “Back to Back” e curvas de excesso de oferta e equilíbrio regional
Fonte: Bressler e King (1970 *apud* Barros 2006).

Através do diagrama “back to back”, Barros (2006, p.79-80) introduz o custo de transferência – CT entre as regiões. “Nesse caso, a transferência de produtos de Y para X não prosseguiria até o ponto de igualdade entre P_x e P_y , mas sim, enquanto a diferença entre esses preços for maior ou, quando muito, igual a CT”, ou seja, o comércio inter-regional ocorre enquanto $P_x - P_y \geq CT$, resultado similar ao apresentado por Fackler e Goodwin (2001).

Através das Figuras 13 e 14, Barros (2006) avalia que:

- em função do comércio, a produção tende a aumentar na região de menor preço (Y) e retrair na região com maior preço (X);
- o consumo do produto em análise aumenta na região X e cai na região Y;
- o comércio resulta em uma “realocação das rendas regionais entre os diferentes bens de consumo” (p. 78);
- essa realocação dos recursos produtivos, a qual pode resultar em insatisfação aos produtores cuja produção retraiu (região X), não significa o desemprego dos mesmos, ou seja, outras atividades podem ser realizadas com os recursos.

Ao final das análises feitas sobre o comércio entre duas regiões, Barros (2006) conclui que: i) a diferença de preço entre duas regiões que comercializam é, no limite, o custo de transferência; ii) e que quanto maior o custo de transferência, menor a quantidade comercializada e maior a diferença de preços.

A primeira conclusão de Barros (2006) está diretamente relacionada à LPU definida anteriormente por Barret (2001). Para Fackler e Goodwin (2001), a LPU sustenta que, abstraindo de custos de transação, os mercados regionais que são contemplados pelo comércio e arbitragem irão ter um preço comum. Há também a versão agregada da LPU, a qual utiliza índice de preços e é conhecida como Paridade de Poder de Compra – PPC.

Um dos primeiros modelos utilizados para testar a validade da LPU foi o multiplicativo³³ proposto por Richardson (1978). Fackler e Goodwin (2001) descrevem que muitos trabalhos utilizaram modelo similar ao apresentado pelo autor:

$$P_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{jt} + \beta_2 T_t + \beta_3 R_t \quad (2)$$

onde

P_{it} (com $i = 1, 2$) representa o preço no mercado i ;

P_{jt} (com $j = 1, 2$) representa o preço no mercado j ;

T_t representa o custo de transação;

R_t representa o termo residual para as diferenças de preços não explicadas pelas variáveis incluídas na equação;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3 são os parâmetros a serem estimados.

Verifica-se a LPU nesse modelo se $\beta_1 = \beta_2 = 1$ e $\beta_0 = \beta_3 = 0$. Geralmente, os modelos utilizam as variáveis originais ou em logaritmo. Quando em valores originais, o coeficiente da variável preço representa o efeito marginal de uma mudança de um preço (variável explicativa) sobre outro (variável dependente), sendo válida a lei do preço único quando as igualdades acima são observadas.

Considera-se, quando as variáveis são expressas em logaritmo (coeficientes representam as elasticidades de transmissão de preços), que os mercados são perfeitamente integrados quando o coeficiente da variável explicativa preço é igual a 1 (FACKLER; GOODWIN, 2001). No entanto, como será discutido mais adiante, esse modelo, por se tratar de uma regressão simples, não é o mais indicado para testar a LPU.

Existe uma discussão muito grande a respeito da diferença entre os conceitos LPU e mercados perfeitamente integrados. Rapsomanikis, Hallam e Conforti (2003) definem integração de mercados como a satisfação da Lei do Preço Único. Para Fackler e Goodwin (2001), o conceito de integração de mercado é menos forte do que o conceito da LPU.

O uso inicial do termo integração é definido como o grau de co-movimento dos preços em locais diferentes, mensurado pela correlação entre eles. Segundo Fackler e Goodwin (2001), diante da ausência de uma definição completamente satisfatória na literatura, alguns

³³ Para mais, ver Richardson (1978, p. 342-344).

autores propõem que o termo integração de mercado é melhor utilizado quando tomado como uma medida que trata da intensidade em que os choques de oferta e demanda em uma região são transmitidos para outras regiões. Os autores ilustram o conceito de integração espacial de mercado através de um choque hipotético, ε_A , que altera o excesso demanda por um bem na região A, mas não na região B. A taxa de transmissão de preço (da região A para a região B) associada ao choque é:

$$R_{AB} = \frac{\partial_{PB}/\partial\varepsilon_A}{\partial_{PA}/\partial\varepsilon_A} \quad (3)$$

onde $\partial_{PB}/\partial\varepsilon_A$ é a variação infinitesimal do choque econômico que modifica o preço do bem na região B (decorrente do choque em A), e $\partial_{PA}/\partial\varepsilon_A$ é a variação infinitesimal do choque econômico que modifica o preço do bem na região A. Se a relação de transmissão de preço, R_{AB} , for 1, há perfeita integração de mercado. Diante da possibilidade da razão não ser simétrica ($R_{AB} \neq R_{BA}$) é possível que uma região receba mais influência de outra do que o inverso.

Fackler e Goodwin (2001) ressaltam que é possível que duas regiões apresentem alto grau de integração sem que sejam parceiras diretas no comércio de um bem. Para tal, necessitam fazer parte de uma rede comum de comércio, a qual vai transmitir, de maneira indireta, os choques de preços. Por exemplo, as regiões A e B tem um comércio intenso com a região C e, assim, podem ser altamente integrados como se fossem parceiros comerciais diretos.

Entretanto, é importante distinguir entre o termo de integração de mercado e outras formas de integração. Duas regiões podem ser “economicamente integradas”, no sentido de que não há barreiras que restrinjam o fluxo de produtos, mas podem não ser integradas quando se considera um produto específico (FACKLER; GOODWIN, 2001).

Fackler e Goodwin (2001) apontam que a perfeita integração de mercado e a forma forte da LPU, como definida³⁴ por eles, são conceitos distintos. Por exemplo, é possível que a LPU seja satisfeita em regiões onde a elasticidade de transmissão de preço seja menor que 1 ($R_{AB} < 1$), significando que as regiões não são perfeitamente integradas. Mas por outro lado, quando a elasticidade de transmissão de preço for 1 ($R_{AB} = 1$), a LPU é satisfeita.

³⁴ Os autores descrevem que quando a condição de arbitragem espacial se mantém como uma igualdade (a presunção é que o comércio é contínuo) tem-se a LPU forte.

Ao analisar a dinâmica de ajustes de preços, estudos empíricos têm abordado noções de integração de mercado mais fracas e menos restritivas, as quais reconhecem que as diferenças de preços de curto prazo podem existir. Há também testes realizados para a falta de integração: dois mercados para os quais não há transmissão de choques são não-integrados ou são separados (FACKLER, GOODWIN, 2001).

Meyer (2004) cita que o termo integração de mercado, definido como o grau de transmissão de preços entre mercados espacialmente separados, tem sido usado por economistas como uma *proxy* para a eficiência do mercado. Mas Barret (2001) critica essa proposta. Para o autor, a eficiência relaciona-se a noção de preço de equilíbrio, enquanto que a integração considera os indicadores do fluxo de comercialização.

Barros (2006, p.2) descreve que duas regiões são integradas em um só mercado se houver “possibilidade de comunicação de modo que compradores e vendedores em potencial mantenham contato que permita a transferência de propriedade das mercadorias”. Quando mercados não estão integrados, segundo Goodwin e Schroeder (1991), pode ocorrer transmissão de informações de preços imprecisas, distorcendo as decisões de comercialização dos produtores, contribuindo, assim, para movimentos ineficientes dos produtos.

Para Barret (1996), quando dois mercados são integrados, um choque de preço em um mercado deve se manifestar no preço do bem no outro mercado. Nesse sentido, Meyer (2004) descreve que estudos de integração de mercado, sob a ótica da análise econométrica, estão crescendo, já que a análise da transmissão dos choques de preços entre os mercados é de interesse de economistas agrícolas e agricultores.

Sobre o conceito de transmissão de preços, Aguiar (1993) explica que as questões que pretendem ser respondidas pelos estudos³⁵ teóricos e empíricos nesse contexto são: i) qual o nível de mercado que se origina as variações de preços e o sentido da transmissão dessas variações; ii) a intensidade e o período da transmissão; iii) a existência ou não de simetria na transmissão.

O conceito de transmissão de preço, segundo Rapsomanikis, Hallam e Conforti (2003), está fundamentado em três pressupostos: i) transmissão completa em um ponto do

³⁵ No entanto, o autor refere-se à transmissão de preços agrícolas entre níveis de mercado. Mas a literatura referente a estudos de transmissão de preços também apresenta análises entre um mercado mundial e um mercado doméstico, ou de um elo para outro ao longo de uma cadeia, por exemplo.

tempo em função dos movimentos de preço e ajustamento integral; ii) a velocidade e dinâmica de ajustamento; iii) assimetria nas variações de preços entre mercados.

No presente estudo consideram-se mercados integrados quando há relações de longo prazo em seus preços, medidos pela existência de cointegração. Isso significa que os preços dos diferentes mercados analisados têm seus caminhos temporais ligados, embora possa haver alguns movimentos não sincronizados no curto prazo. Nesse sentido, considera-se que se está tratando de mercados integrados ou de uma Lei do Preço Único “fraca”. Segundo Hamilton (1994) refere-se à Lei do Preço Único é válida se existir relações de longo prazo entre as variáveis.

3.2 Evolução dos métodos de análise

Diante das definições apresentadas, os métodos de análises sobre integração de mercado apresentam uma evolução, partindo de simples regressões até modelos que contemplam os custos de transação.

O primeiro grupo de metodologias, apresentada por Fackler e Goodwin (2001), são regressões simples e análise de correlação. Os autores descrevem que muitos dos primeiros estudos sobre integração de mercado, principalmente os aplicados à mercados agrícolas de países em desenvolvimento, utilizavam a simples ideia que os preços em mercados espacialmente ligados devem ser altamente correlacionados. Eles citam que, provavelmente, o primeiro autor a trabalhar com esse tipo de análise foi Mohendru, em 1937, o qual analisou o mercado de trigo na Índia. O modelo de Richardson, já apresentado, também se enquadra nesse ‘grupo’.

No entanto, os autores citam duas falhas relacionadas ao uso de coeficiente de correlação como instrumento de mensuração de integração entre dois mercados. A primeira refere-se à influência de componentes comuns, como inflação, crescimento populacional e clima, que afetam os diversos mercados analisados, podendo, assim, observar-se uma correlação de natureza espúria. Outra falha é referente à variação independente dos preços dentro de uma margem procedente dos custos de transação.

O segundo grupo de metodologia apresentado por Facker e Goodwin (2001), denominado de modelos de regressão dinâmica, analisa a integração de mercado utilizando uma ou mais técnicas de série de tempos. Os modelos de regressão dinâmica, segundo os autores, utilizam alguma versão do modelo de Vetores Auto-Regressivos (VAR). Um grande número de estudos proposto para testar a LPU ou integração perfeita de mercado pode ser

expresso como restrições sobre os coeficientes do modelo básico. Os autores destacam os seguintes modelos: causalidade de Granger, critérios de integração de mercado de Ravallion/Timmer, análise impulso resposta e análise de cointegração. Os trabalhos que utilizaram esses métodos são apresentados pelos autores em uma tabela, a qual se encontra no Anexo II³⁶.

- Causalidade de Granger

De acordo com Fackler e Goodwin (2001), no teste de causalidade de Granger, conduzidos no âmbito da metodologia VAR (modelos Auto-Regressivos), os preços regionais para um mercado são regredidos sobre valores defasados do próprio preço e do preço de outro mercado, sendo que coeficientes significativos implicam que choques nos preços de um mercado provocam resposta em outro, com defasagem.

Causalidade, segundo Granger (1969), ocorre quando uma variável *X* causa outra variável *Y*, sendo que a observação de *X* no passado ajuda a prever os valores futuros de *Y*. De maneira mais genérica, Gujarati e Porter (2011, p.627) explica que “se a variável *X* causa (no sentido de Granger) a variável *Y*, então mudanças em *X* devem preceder mudanças em *Y*”.

Fackler e Goodwin (2001) descrevem que Granger formalizou a noção de causalidade em termos de uma relação líder-defasagem entre variáveis dinamicamente inter-relacionadas. No entanto, os autores citam que mesmo fornecendo inferências sobre a existência de uma ligação líder-defasagem entre preços regionais, os testes de causalidade de Granger apresentam limitações, sendo necessário que os resultados dessas análises sejam complementados por outros procedimentos. Uma das limitações diz respeito à incompatibilidade entre a velocidade de transmissão de preços e a frequência das séries utilizadas na análise. Por exemplo, ao se utilizar dados mensais e se a velocidade de transmissão de preços for elevada, é possível que todas as variações da variável explicativa tenham apenas efeito contemporâneo sobre a dependente, o que não pode ser caracterizado como causalidade, conceito que exige precedência temporal.

Nesse sentido, as análises de integração de mercado tem utilizado a causalidade de Granger como uma ferramenta auxiliar em associação aos modelos de cointegração.

³⁶ Nessa tabela, Fackler e Goodwin (2001, p.991-992) apresentam os autores, o local estudado, o produto e a metodologia utilizada, de 1937 a 1999.

- *Crterios de integrao de mercado de Ravallion/Timmer*

Fackler e Goodwin (2001) descrevem que Ravallion (1986) e Timmer (1987) propuseram testes de integrao de mercado baseados em modelos de regresso dinmica, sendo que esses modelos podem ser interpretados como um VAR com testes de restries sobre a forma reduzida do modelo.

Ravallion (1986) explica que a abordagem dinmica permite uma clara distino entre a integrao de curto prazo e a integrao como uma tendncia de longo prazo. O autor prope um modelo em que exista um grupo de mercados locais (rural) e um nico mercado central (urbano). O preo formado no mercado central, mas h possibilidade de existir comrcio entre o mercado central e os locais, sendo que o preo no mercado central pode influenciar os preos dos mercados regionais. Seu modelo, o qual prope que o mercado central transmita choques de preos aos mercados locais, permite testar :

- segmentao de mercado: o mercado central no influencia os preos dos mercados regionais;

- integrao de curto prazo: uma variao no preo do mercado central imediatamente repassada aos mercados regionais. No entanto, h uma forma fraca de integrao no curto prazo, caso onde os efeitos no so repassados integralmente de imediatamente;

- integrao de longo prazo: existe quando as diferenas dos preos de mercado so constantes ao longo do tempo. Isso equivale a existncia de cointegrao entre as sries do modelo.

Ravallion (1986) explica que integrao de curto prazo implica em integrao de longo prazo, mas o inverso no verdadeiro.

H um consenso na literatura que este o primeiro modelo a considerar um processo dinmico, sendo um avano estatstico em relao aos estudos anteriores que tratavam apenas de correlao dos preos.

Ravallion (1986) analisou a relao de preos em diversos mercados agrcolas de arroz durante a grande fome de Bangladesh em 1974, com dados mensais de 1972 a 1975.

Fackler e Goodwin (2001) citam que o modelo de Timmer, que tambm trata de regresso dinmica, adota algumas premissas diferentes do modelo de Ravallion. Seu modelo assume que o preo no mercado central (referncia) predeterminado em funo dos preos dos mercados locais (interior) e que uma defasagem suficiente para capturar a dinmica dos

preços. Ao determinar a relação dos preços do mercado local com os preços do mercado central, ele define o Índice de Conexão de Mercado – IMC³⁷.

- Análise impulso resposta

Segundo Fackler e Goodwin (2001), a análise impulso-resposta representa os efeitos de choques exógenos às variáveis incluídas num sistema VAR, ou seja, a Função de Impulso Resposta – FIR mede a ‘resposta’, ao longo do tempo, das variáveis incluídas no VAR a choques exógenos sobre uma das variáveis do modelo. Tal modelo tem sido utilizado para examinar questões dinâmicas de um conjunto de preços em estudos de integração de mercado. Os autores citam que ao analisar as ligações entre os mercados na Rússia após a reforma utilizando uma FIR, Goodwin, Grennes e McCurdy (1999) argumentaram que tal abordagem possibilita melhores inferências sobre a dinâmica dos ajustes dos preços relativamente a análises padrão de regressão, já que é possível avaliar a dinâmica das respostas ao longo do tempo devida a choques nos preços, além de examinar a intensidade do ajuste do preço ao longo do tempo.

Gonzáles-Rivera e Helfand (2001) descrevem que como se trata de uma medida de grau de integração, definida por eles como a reação para remover desequilíbrios entre locais que pertencem ao mesmo mercado, as FIRs apresentam uma importante limitação: elas não são exclusivamente identificáveis quando choques são correlacionados. Diante desse fato, os autores propõe uma medida, desenvolvida por Pesaran e Shin (1996), denominada de perfil de persistência, que são funções exclusivas que permitem quantificar o grau de integração de todos os locais que pertencem ao mesmo mercado econômico.

- Análise de cointegração

Fackler e Goodwin (2001) citam que o reconhecimento de que muitas variáveis econômicas comportam-se de maneira não-estacionária, apresentando raiz unitárias, invalida as inferências sobre a integração de mercado utilizando abordagens convencionais, como Richardson (1978). Com os avanços das técnicas econométricas e a identificação desse problema, uma extensa literatura tem aplicado testes de raiz unitária e cointegração para avaliações de integração espacial de mercados.

Diante desses avanços, a cointegração, introduzida por Engle e Granger (1987), passou a ser a técnica mais frequente³⁸ para analisar a integração de mercados, principalmente de

³⁷ Para mais, ver Fackler e Goodwin (2001, p. 1002-1003).

³⁸ Fackler e Goodwin (2001), em sua revisão, citam que quase metade dos artigos aplicam métodos de cointegração.

produtos agrícolas. Além de Engle e Granger (1987), outros testes frequentemente aplicados para cointegração é a abordagem de máxima verossimilhança de Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990).

Enders (1995) descreve que a ideia intuitiva de cointegração é que as variáveis não-estacionárias apresentam trajetórias temporais interligadas, de modo que tenha uma relação de equilíbrio no longo prazo. Vasconcellos e Alves (1999, p.250) definem que cointegração requer duas condições: “que todas as variáveis sejam integradas de mesma ordem” e “que a combinação linear das variáveis do modelo resulte em uma série cuja ordem de integração é menor do que a das séries originais”.

Um dos primeiros autores que analisou o processo de formação de preços utilizando testes de cointegração foi Ardeni (1989). O autor descreve que, mesmo diante do fracasso empírico da LPU, os argumentos que os preços das matérias-primas são perfeitamente integrados, ao menos no longo prazo, são baseados em pesquisas com deficiências econométricas³⁹ (regressões espúrias, estacionariedade dos dados, o uso inadequado de primeiras diferenças). O autor propõe uma metodologia alternativa (cointegração), na qual séries não-estacionárias podem ser testada. O autor aplicou essa metodologia aos preços de um grupo de produtos agrícolas (trigo, lã, carne bovina, açúcar, chá, estanho, zinco) e às taxas de câmbios de quatro países (Austrália, Canadá, Reino Unido e EUA) e os resultados mostraram que as duas séries não são cointegradas (variações no câmbio não são totalmente repassados aos preços), ressaltando a falta de suporte empírico para a LPU.

Para Goodwin (1992), cointegração não é uma condição necessária e nem suficiente para integração de mercados, pois a maioria dos trabalhos considera como hipótese a estacionariedade dos custos de transação. Barret (1996, p. 827) concorda com esse autor e descreve que cointegração de preços é insuficiente como medida de integração de mercados por quatro razões:

- ao invés de se moverem juntos, os preços se movem em direção oposta quando a estimativa de β é negativa (ou seja, preços podem ser cointegrados, mas os mercados não);

- “a magnitude do coeficiente de cointegração é informativo das taxas relativas de mudança, e muitos relataram coeficientes com magnitudes implausivelmente longe da unidade”;

³⁹ O autor cita que entre as deficiências que afetam estudos anteriores são a não consideração das propriedades das variáveis analisadas de séries temporais (estacionariedade) e a aplicação inadequada de transformações sobre estas variáveis (primeiras diferenças).

- margens inter-mercados maiores que o custo de transferência pode explicar a segmentação do mercado, implicando em um intercâmbio ineficiente do produto entre regiões (ausência de arbitragem racional);

- devido às variações sazonais, principalmente dos produtos agrícolas, os fluxos de comércio são, muitas vezes, temporariamente descontínuos, fato que faz com que nesses pontos o coeficiente que estima a relação entre os preços seja zero, enquanto que em outros é aproximadamente um. Outro problema com esses pontos é que para uma função provavelmente não linear, os testes de cointegração impõe uma aproximação linear.

Baulch (1997) descreve que os avanços recentes das técnicas de séries temporais, o qual a autora inclui cointegração, são baseados em co-movimentos de preços, sem reconhecer o papel central desempenhado pelos custos de transferência, resultando, assim, em estudos que abordam indiretamente a questão da integração de mercado.

Mas segundo Mattos et al. (2010), as limitações da cointegração são superadas pelos modelos Auto-Regressivos com *threshold* (modelos TAR)⁴⁰, também conhecidos como Auto-Regressivos não-lineares, pois estes consideram os efeitos dos custos de transação. No entanto, o autor descreve que as críticas aos modelos TAR referem-se ao fato de que os custos de transação são assumidos como constante ao longo do tempo e a impossibilidade de identificação das causas de não-linearidades. Outro problema reside na dificuldade de se ter séries temporais que expresse adequadamente os custos de transação.

Cabe ressaltar que as barreiras impostas pela utilização dos dados de custo de transporte, como dificuldades para obtenção, periodicidade inadequada e qualidade dos dados quando disponíveis, fazem com que muitos autores optem por considerar que eles sejam estacionários. O custo médio de transação são captados pela constante nos modelos onde esse parâmetro é incluído.

Portanto, quando a preocupação do estudo é identificar se há relações de longo prazo entre os preços, mesmo havendo alguns movimentos não sincronizados no curto prazo, a análise de cointegração é a melhor ferramenta para identificar essas relações.

⁴⁰ Para mais, ver Mattos et al. (2010, p. 544-546).

3.3 Revisão bibliográfica

Os estudos relacionados a integração de mercados podem ser feitos considerando países ou regiões/estados dentro de um país. Os estudos de integração de mercados entre preços de *commodities* agrícolas e entre regiões brasileiras, que utilizam cointegração foram feitos predominantemente após o ano 2000. Alguns trabalhos analisaram a transmissão de preço através da causalidade de Granger, podendo-se citar o caso do carvão em quatro mercados regionais de Minas Gerais (FONTES; SILVA; LIMA, 2005); o do café arábica nos dois principais produtores, São Paulo e Minas Gerais (NOGUEIRA; AGUIAR; LIMA, 2005) e o caso do arroz entre os principais produtores brasileiros, Rio Grande do Sul e Mato Grosso (ADAMI; MIRANDA, 2011). Outros trabalhos utilizaram o procedimento de Johansen, decomposição da variância dos erros de previsão e função impulso resposta, citando-se o caso do melão amarelo no segmento atacadista entre sete capitais mais o Distrito Federal (MAYORGA et al., 2007); o caso do milho nos estados do sul do Brasil (SOUSA; BRAGA; CUNHA, 2010), o da mandioca entre os segmentos de produtor de São Paulo e Paraná (SILVA; MARGARIDO, 2009); o da soja entre Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (SOUSA; CAMPOS, 2009a) e o do algodão entre EUA e Brasil (SOUSA; CAMPOS, 2009b). Rosado (2006) utiliza o procedimento de Johansen e perfis de persistência para analisar relações entre preços dos suínos em grande parte dos estados brasileiros, além de testar restrições sobre beta e alfa (ambos iguais a zero).

Em relação ao setor sucroenergético, podem-se destacar três tipos de trabalhos: os que analisam a relação dos preços do açúcar no mercado doméstico com os preços internacionais, os que relacionam os preços de etanol aos de gasolina ou outros produtos do setor e os que tratam da integração de mercado entre regiões brasileiras.

Borges (2010) analisou a integração do mercado de açúcar nacional, representado pelos cinco maiores produtores (São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Alagoas e Pernambuco) e destes com o mercado internacional, representado pelos preços da Bolsa de Commodities de Nova Iorque – NYBOT. O período considerado foi março de 2003 a setembro de 2010 e a metodologia utilizada consistiu em análise de perfil de persistência e testes sobre parâmetros. O autor concluiu em sua pesquisa que as praças nacionais são integradas e que estas se integram ao mercado internacional, sendo São Paulo o estado que apresentou as respostas mais rápidas aos choques advindos do mercado externo. São Paulo também foi o estado que, em relação ao grau de integração, teve os ajustes mais rápidos partindo-se de choque em mercados regionais. A pesquisa também demonstrou que, quando analisado o tempo de

ajustamento aos choques, a região Norte-Nordeste apresenta um comportamento muito menos dinâmico que o da região Centro-Sul.

Serigati, Azevedo e Margarido (2012) analisaram, através do procedimento de Johansen, se o preço do etanol nos EUA e no Brasil são cointegrados, ou seja, buscaram responder se existe um mercado internacional bem desenvolvido, já que se trata dos maiores produtores de etanol. Por possuir uma relação direta, consideraram também o preço do petróleo bruto no mercado internacional. Os dados analisados foram do período de 2002 a setembro de 2011, sendo o preço mercado brasileiro representado pelo do Estado de São Paulo e o preço dos EUA pelo de Omaha. No caso do petróleo bruto, o preço foi o divulgado pelo FMI. O principal resultado da pesquisa foi que o mercado brasileiro e o norte-americano não são cointegrados.

Em relação aos estudos de cointegração com objetivo de avaliar a relação do preço do etanol com o da gasolina ou com os de outros produtos do setor, Gamarra e Waquil (2009) analisaram a existência de integração entre os mercados de gasolina e etanol (integração de mercados por substituição) a partir do lançamento dos carros *flex*. O autor utilizou a metodologia de causalidade de Granger e dados dos preços médios mensais para o consumidor no Estado de São Paulo, de março de 2003 até julho de 2008. Os resultados mostraram que os dois mercados são cointegrados e que variações no preço da gasolina causam (no sentido de Granger) variações no preço do etanol.

Block, Coronel e Veloso (2012) analisaram o processo de transmissão de preço no setor sucroenergético, buscando explicar as influências de cada produto na formação do seu e dos demais preços. Utilizaram no estudo os preços de cana-de-açúcar, do etanol hidratado e do açúcar no Estado de São Paulo, referentes ao período de 1999 a 2010. A metodologia usada foi a cointegração de Engle-Granger. Os resultados mostraram que existe relação de longo prazo entre os preços dos produtos analisados e que os preços do açúcar e da cana-de-açúcar são influenciados pelo preço do etanol hidratado, mas este não é influenciado pelo preço dos demais produtos.

Alves e Lima (2010) analisaram, através do procedimento de Johansen, a transmissão de preços entre os mercados de açúcar espacialmente separados no Brasil, considerando os preços dos estados de Alagoas, Pernambuco, São Paulo, Paraná e Minas Gerais, no período de maio de 2003 a dezembro de 2008. Os principais resultados foram: o mercado central para o açúcar é Ribeirão Preto/SP; os mercados de açúcar são cointegrados, quando analisados aos

pares. No entanto, quando impostas as restrições sobre os parâmetros, não se encontrou evidência de integração perfeita entre os pares de mercados.

Alves e Lima (2011), utilizando o procedimento de Joahnsen, analisaram a integração dos mercados de etanol anidro e hidratado dos estados de Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Paraná, no período de maio de 2003 a dezembro de 2008. Os resultados apontaram Ribeirão Preto/SP como o mercado central para o etanol anidro e hidratado. Apontaram ainda que os de mercados de etanol anidro e hidratado são cointegrados e que choques de preço no anidro em Alagoas e Maringá/PR não são transmitidos para Ribeirão Preto. Os autores observaram, também, que o preço vigente no mercado de hidratado de Alagoas sofre influência o preço de Ribeirão Preto, mas o inverso não ocorre. De maneira semelhante ao trabalho anterior, a restrição aos parâmetros não evidenciou a integração perfeita entre os pares de mercados analisados.

Guimarães (2011) analisou como as variações dos preços pagos ao produtor em São Paulo são transmitidas aos consumidores de outras regiões. O autor utilizou a média mensal dos preços do etanol (de janeiro de 2007 a dezembro de 2010) de 16 localidades do Brasil, compreendendo as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, e os estados do Amazonas, Pernambuco, Bahia e Maranhão. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: causalidade de Granger; teste de cointegração de Johansen; a decomposição da variância dos erros de previsão e função impulso resposta da metodologia VAR. Dentre os resultados, destaca-se a ausência de causalidade entre os preços de etanol ao consumidor no Nordeste com os preços ao produtor no Estado de São Paulo.

Em suma, considera-se que as principais semelhanças desses estudos citados com o presente referem-se aos preços e ao objetivo. Entretanto, as diferenças estão na metodologia empregada e nos dados (período e localidades diferentes).

Não especificamente para o mercado de etanol, mas utilizando os mesmos procedimentos metodológicos propostos para o presente estudo, pode-se citar:

Coelho (2002) analisou a influência da abertura comercial dos anos 90 sobre o preço do algodão no mercado brasileiro. Considerou a cotação do contrato futuro da Bolsa de Nova York como representativo do preço internacional, além de dois índices de preços do mercado físico externo. O autor dividiu a análise em dois períodos distintos: década de 80 e década de 90, ou seja, antes e depois da abertura comercial, além de considerar também o período como um todo. O autor conclui que, neste último caso, os mercados brasileiro e norte-americano são perfeitamente integrados. Na década de 1980, não se observou integração, fato que reforça que o mercado brasileiro era fechado neste período; na década de 1990 o mercado brasileiro

apresentou-se perfeitamente integrado com o mercado externo quando se utilizou como representativo do mercado internacional os índices selecionados. No entanto, o preço da Bolsa de Futuros de Nova York ficou excluído do equilíbrio de longo prazo.

Chiodi (2006) analisou as relações de longo prazo dos preços dos estados relevantes na produção, consumo e comercialização de milho, de 1996 a 2004, período caracterizado por menor intervenção governamental e pela liberalização comercial. As principais conclusões da autora foram que os estados de São Paulo e Minas Gerais tem influência na formação dos preços internos, já que são perfeitamente integrados com quase todos os estados; a Bahia apresenta certa independência em relação aos demais estados; e não se verifica integração significativa entre o Paraná e os demais estados da região Sul.

Pitelli (2008) utilizou a metodologia de cointegração e os testes sobre parâmetros para determinar o mercado relevante para bovinos (boi gordo e a vaca gorda) no Brasil, nas dimensões produto e geográfica. No estudo foram utilizados dados diários do período janeiro de 2003 a outubro de 2006. O objetivo foi verificar a integração entre praças dentro do estado e entre praças de diferentes estados. Os resultados mostraram que na dimensão produto, o boi gordo e a vaca gorda não estão no mesmo mercado, exceto na praça de Coxim. Na dimensão produto, algumas praças do Estado de São Paulo se apresentaram integradas, ocorrendo o mesmo para Goiás. Foram observadas, ainda, algumas relações que indicam integração entre praças de diferentes estados.

Como já discutido anteriormente, a contribuição do presente estudo está em utilizar, na determinação da integração de preços ao produtor no mercado de etanol hidratado, dados de período recente, quando os estados do Centro-Oeste passaram a ter uma maior representatividade na produção e venda desse biocombustível. Estudos dessa natureza, que permitem identificar o mercado relevante para o produto em questão, podem auxiliar, por exemplo, órgãos responsáveis pela defesa da concorrência, como o CADE, na emissão de pareceres sobre fusões e aquisições do setor, além de ser uma ferramenta, somada a outras, útil para a definição de políticas públicas no que diz respeito à tributação. Pode-se, ainda, fazer inferências sobre arbitragem considerando diferentes regiões produtoras.

4 METODOLOGIA E DADOS

O objetivo desta pesquisa é verificar as relações de longo prazo entre os preços do etanol hidratado dos principais estados produtores brasileiros. Para a obtenção dos objetivos propostos nesta pesquisa, foram realizados três procedimentos econométricos: i) teste de estacionariedade das séries temporais de preços do etanol; ii) testes de cointegração entre as séries temporais para determinar as relações de longo prazo existentes; iii) testes de hipótese sobre os parâmetros da relação de cointegração para identificar a participação de cada mercado nas relações de longo prazo, a sensibilidade de resposta desses mercados a desequilíbrios de curto prazo e se esses mercados podem ser considerados perfeitamente integrados. Esse procedimento é semelhante ao utilizado por Chiodi (2006) para analisar cointegração no mercado brasileiro de milho.

Cada uma dessas etapas será detalhada a seguir.

4.1 Estacionariedade

Uma série temporal é uma sequência de dados numéricos no qual cada item é associado a um instante no tempo ou, segundo Morettin e Tolo (2004, p. 1), “... é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo”. As séries temporais podem ser estacionárias ou não estacionárias. Gujarati e Porter (2012, p.734) descreve que um processo estocástico é estacionário “se sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre os dois períodos de tempo depender apenas da distância, do intervalo ou da defasagem entre os dois períodos e não o tempo real ao qual a covariância é computada”. Algebricamente, uma série é estacionária se, e somente se:

1. $\mu(t) = \mu$ para todo t ;
2. $V(t) = \sigma^2$ para todo t ;
3. $Cov [y(t), y(t + k)] = \gamma_k$ para todo t e qualquer $k \neq 0$.

Assim, choques sobre as variáveis estacionárias são temporários, já que os efeitos se dissipam rapidamente e elas convergem ao nível de equilíbrio de longo prazo. Em séries não estacionárias, um choque pode causar efeitos explosivos ou permanentes.

Morettin e Toloi (2004) citam que a maioria das séries tem alguma forma de não estacionariedade, devendo, antes de utilizá-las em modelos econométrico transforma-las em séries estacionárias.

O procedimento utilizado para a transformação de séries cuja não estacionariedade em relação à média seja devida a componente estocástico (não determinista) é tomar diferenças sucessivas (no caso de uma diferença tem-se $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$) até se obter uma série estacionária, ou seja, integrada de ordem zero, $I(0)$. A ordem, d , de integração é referente ao número de vezes que a série foi diferenciada para se tornar estacionária, ou seja, após d diferenças a série é estacionária de ordem d , $I(d)$.

A análise gráfica é o primeiro passo para detectar algumas características das séries, como, por exemplo, a existência de quebra estrutural ou tendência determinista. Outras ferramentas para a análise do comportamento das séries de tempo são os cálculos das funções de autocorrelação, que é um indicativo da estacionariedade da série, e autocorrelação parcial, que auxilia na identificação no número de defasagens a ser incluído em procedimento estatísticos posteriores. No entanto, os testes que fornecem a ordem de integração das séries (número de raízes unitárias) são os mais indicados para definir a necessidade ou não de ser trabalhar com as séries diferenciadas.

4.1.1 Testes de raiz unitária

Entre os testes de raiz unitária citam-se os de Dickey-Fuller – DF, de Dickey-Fuller Aumentado – ADF, o de Dickey e Pantula – DP para duas raízes, o DF GLS, entre outros⁴¹.

Diante da constatação de Granger e Newbold (1974) sobre a existência de relações espúrias quando se utiliza nos modelos séries não estacionárias⁴², uma série de testes foram propostos após no final da década de 1970 e durante as décadas de 1980 e 1990, encabeçados pelos de Dickey e Fuller (1979 e 1981) e Phillips e Perron (1988)⁴³.

Dentre os testes de raiz unitária, o mais usual é o teste de Dickey-Fuller Aumentado – ADF. O teste desenvolvido por Elliott, Rothenberg e Stock (1996) consiste em um teste do tipo ADF modificado, e recebe a denominação de Teste Dickey-Fuller – *Generalized Least Squares* ou simplesmente teste DF-GLS.

⁴¹ Para mais detalhes, ver Bueno (2008, p. 97-123).

⁴² Caracterizada por um R^2 alto, mas sem relação significativa entre as variáveis.

⁴³ Esses testes têm como hipótese nula a existência de apenas uma raiz unitária, ou seja, ordem de integração $I(1)$, tendo como hipótese alternativa série estacionária.

Bueno (2008) cita que o teste ADF tem seu poder reduzido consideravelmente na presença de termos deterministas, sendo que o DF-GLS é um teste que filtra a presença de constante e/ou tendência, geralmente presentes em séries temporais, aumentando o poder do teste. Outra vantagem demonstrada pelos autores através do experimento de Monte Carlo é o bom desempenho do teste DF-GLS em pequenas amostras.

A extração de constante e ou tendência nas séries é realizada utilizando o método de Mínimos Quadrados Generalizados – MQG. Após a filtragem, aplica-se o teste ADF ou DF convencional, sem componentes deterministas. O teste DF-GLS é realizado avaliando a hipótese de presença de raiz unitária $H_0: \gamma_0 = 0$ contra a alternativa $H_1: \gamma_0 < 0$, série estacionária. A equação abaixo representa formalmente o teste DF - GLS:

$$\Delta y_t^d = \gamma_0 y_{t-1}^d + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta y_{t-j}^d + \varepsilon_t \quad (4)$$

A equação é estimada por MQO, onde y_t^d é uma série filtrada para intercepto e/ou tendência. Para a seleção do número de defasagens é utilizado o Critério Modificado de Akaike – MAIC proposto por Ng e Perron (2001). Os autores citam que os tradicionais critérios de Akaike – AIC e de Schwartz – BIC tendem de selecionar pequenos valores das defasagens, quando há grandes raízes unitárias negativas (próximas de -1), produzindo análises e conclusões distorcidas.

4.2 Testes de Cointegração – Métodos de Engle e Granger e Johansen

Verificada a presença de raiz unitária nas séries temporais usadas no modelo, a análise de cointegração torna-se importante. Cointegração é uma combinação linear de variáveis não estacionárias que, no longo prazo, apresentam uma relação de equilíbrio. Segundo Engle e Granger (1987, p. 253) “*The components of the vector $\mathbf{X}_t$ are said to be co-integrated of order d, b, denoted $x_t \sim CI(d, b)$, if: (i) all components of $\mathbf{X}_t$ are $I(d)$; (ii) there exists a vector $\alpha (\neq 0)$ so that $z_t = \alpha' x_t \sim I(d, b)$, $b > 0$. The vector α is called the co-integrating vector.*”

Considerando que as variáveis são integradas de ordem 1, estima-se a relação de equilíbrio de longo prazo entre y_t e z_t da seguinte forma:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t \quad (5)$$

Se existir um vetor β de forma que o termo do erro seja estacionário, as séries são cointegradas. Portanto, se y_t e z_t são $I(1)$ e $\hat{e}_t \sim I(0)$, as duas séries são cointegradas de ordem $CI(1,1)$.

Assim, para a verificação de cointegração entre duas variáveis $I(1)$ aplica-se o teste de raiz unitária sobre os resíduos e, rejeitada a hipótese nula de raiz unitária (resíduo é de ordem 0), conclui-se que as séries são cointegradas, ou seja, que possuem uma relação de equilíbrio de longo prazo.

A relação de longo prazo é perturbada por choques de curto prazo representados por $\hat{e}_t$ que tende a se dissipar ao longo do tempo. Portanto, o termo $\hat{e}_t$ expressa os desvios temporários do equilíbrio de longo prazo. Bacchi (1994) cita que esses desvios devem ser incorporados no modelo através do *Mecanismo de Correção de Erro*, o qual consiste em incluir no modelo com as séries nas diferenças de primeira ordem o termo de erro defasado de um período. Isso é feito a fim de recuperar as relações de longo prazo que foram perdidas ao se diferenciar as séries. Portanto, o seguinte modelo deve ser ajustado:

$$\Delta y = \gamma + \gamma_1 \Delta z_t + \omega \hat{e}_{t-1} + v_t \quad (6)$$

sendo

$$\hat{e}_{t-1} = y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 z_{t-1} \quad (7)$$

No entanto, Enders (2010) menciona que o procedimento de Engle e Granger (1987) deve ser utilizado apenas quando o modelo é restrito a um sistema de duas variáveis, já que nesse caso há apenas um vetor de cointegração. Em modelos com três ou mais variáveis é possível existir mais de um vetor de cointegração, e o teste de Engle e Granger permite a identificação de apenas um, não sendo, portanto, indicado nesses casos. Outra limitação é o sistema de estimação em dois estágios⁴⁴. O teste de Engle e Granger pressupõe, também, exogeneidade do regressor.

O teste de Johansen (1988)⁴⁵ possibilita estimar e testar a presença de múltiplos vetores de cointegração e não exige a pressuposição de exogeneidade dos regressores. O

⁴⁴ Enders (2010, p. 386) explica que o primeiro passo consiste em gerar a série residual ($\hat{e}_t$) e o segundo passo utiliza estes erros gerados para estimar uma regressão ($\Delta \hat{e}_t = a_1 \hat{e}_{t-1} + \dots$), ou seja, o coeficiente (a_1) é obtido estimando uma regressão utilizando os resíduos de outra regressão. Logo, qualquer erro introduzido pelo pesquisador na etapa 1 é transportado para a etapa 2.

⁴⁵ O teste de Johansen (1988) está baseado em Enders (2010), Bueno (2008) e nos originais.

procedimento, que se baseia na identificação do posto de uma matriz (número de raízes características diferentes de zero) é uma generalização multivariada do teste de Dickey-Fuller Aumentado – ADF. O procedimento se baseia no uso de modelo de Auto-Regressão Vetorial (VAR) reparametrizado e utiliza Máxima Verossimilhança no seu ajustamento. O procedimento será detalhado na sequência.

Considerando um VAR de primeira ordem com n variáveis:

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{A}_1 \mathbf{x}_{t-1} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (8)$$

A partir desse modelo inicial⁴⁶, um modelo multivariado pode ser generalizado, incluindo constante e um termo representando variáveis não estocásticas:

$$\mathbf{x}_t = \mathbf{A}_0 + \mathbf{A}_1 \mathbf{x}_{t-1} + \dots + \mathbf{A}_p \mathbf{x}_{t-p} + \boldsymbol{\psi} \mathbf{D}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad t = 1, \dots, T \quad (9)$$

na qual x_t é um vetor $(n \times 1)$ de variáveis estocásticas, D_t é um vetor $((f-1) \times 1)$ de variáveis não estocásticas (variáveis binárias sazonais) e $\boldsymbol{\psi}$ é uma matriz de $(n \times (f-1))$ parâmetros.

Assumindo que todas as variáveis têm a mesma ordem de integração, a eq. 7 pode ser escrita como um Vetor de Correção de Erro – VECM:

$$\Delta \mathbf{x}_t = \boldsymbol{\Gamma}_1 \Delta \mathbf{x}_{t-1} + \dots + \boldsymbol{\Gamma}_{p-1} \Delta \mathbf{x}_{t-p+1} + \boldsymbol{\Pi} \mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{A}_0 + \boldsymbol{\psi} \mathbf{D}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (10)$$

sendo

$$\boldsymbol{\Gamma}_i = -(\mathbf{I} - \mathbf{A}_1 - \dots - \mathbf{A}_i), \quad i = (1, \dots, p-1) \text{ e } \boldsymbol{\Pi} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_1 - \dots - \mathbf{A}_p)$$

A obtenção do número de vetores de cointegração é feita pela análise do posto (ou *rank*) da matriz $\boldsymbol{\Pi}$, o qual pode ser determinado identificando o número de raízes características diferente de zero. Sendo r o posto da matriz $\boldsymbol{\Pi}$, de ordem $(n \times n)$, Johansen e Juselius (1990, p.170) citam três casos possíveis:

⁴⁶ Para mais detalhes, ver Enders (2010, p. 386-390).

i) se as variáveis não são cointegradas, r é zero e todas as raízes características serão iguais a zero;

ii) se r for igual a n , variáveis são estacionárias;

iii) se $0 < r < n$, existem r relações de longo prazo, ou seja, existem r vetores de integração, sendo o limite, no caso de n variáveis, $n - 1$ vetores de cointegração.

Na ocorrência desse último caso, Johansen propõe a decomposição da matriz Π , de ordem $n \times n$, nas matrizes β e α , ambas de ordem $n \times r$, de modo que $\Pi = \alpha\beta'$. A matriz β é chamada de matriz de cointegração e contém os coeficientes que revelam as relações de longo prazo entre as variáveis. A matriz α é a matriz de coeficientes de ajustamento para o equilíbrio de longo prazo, ou seja, ela dá informações sobre a velocidade de ajustamento quando o modelo se desvia de sua trajetória de longo prazo.

Para identificar o número de vetores de cointegração (r) há dois testes que podem ser realizados, ambos designados por Johansen:

$$\lambda_{traço}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (11)$$

$$\lambda_{\max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (12)$$

onde $\hat{\lambda}_i$ é o valor estimado da raiz característica obtida da matriz estimada Π ; e T é o número de observações usadas no ajustamento.

O primeiro teste (*traço*) assume como hipótese nula que o número de vetores de cointegração é igual ou menor do que r . Já na estatística λ máximo, a hipótese nula é que o número de vetores de cointegração é r , contra a hipótese alternativa de $r + 1$ vetores de cointegração. No entanto, Harris (1995) cita que entre as duas estatísticas utilizadas por Johansen nos testes de cointegração, o teste traço é mais robusto.

O número de defasagens a ser incluído no modelo é determinado pela forma multivariada dos critérios de informação Schwarz – SC.

4.3 Teste de hipóteses sobre as relações de cointegração⁴⁷

Após determinar o posto da matriz Π pela análise das estatísticas (11) e (12), as quais indicarão quantos são os vetores de cointegração (r), a matriz Π da equação (10) é decomposta na matriz β , a qual representa os coeficientes das relações de longo prazo, e na matriz α , que representa a velocidade de ajustamento aos desequilíbrios de longo prazo. Sobre a matriz β de longo prazo pode-se aplicar restrições, motivadas por argumentos econômicos, com a intenção de verificar se esses vetores revelam de relações como $\beta_{1j} = -\beta_{2j}$, ou seja, se esses mercados são perfeitamente integrados. Pode-se testar, também, se β_{ij} é nulo.

No caso da existência de cointegração, a seguinte equação é utilizada:

$$H_\beta : \beta = (H_1\varphi_1, H_2\varphi_2, \dots, H_r\varphi_r) \quad (13)$$

onde a matriz $H_1, \dots, H_r$, de ordem $n \times s_i$, expressa a hipótese econômica a ser testada em cada uma das r relações de cointegração, e φ_i é um vetor ($s_i \times 1$) dos parâmetros a serem estimados na *iésima* relação de cointegração. Sendo n o número de variáveis consideradas no modelo, s_i representa os parâmetros não restritos em β_i , e k_i o número de restrições impostas na matriz H_i , tal que $k_i + s_i = n$.

Johansen e Juselius (1992, p.226) sugerem três hipóteses a serem testadas sobre o vetor β :

a) na primeira hipótese impõe-se as mesmas restrições sobre todos os vetores de cointegração, sendo especificada da seguinte forma: $H_2 : \beta = H\varphi$, onde H é uma matriz de ordem $(n \times r)$ e φ é de ordem $(s \times r)$, $r \leq s \leq n$. Essa hipótese é utilizada para testar se uma determinada estrutura mantém-se em todas as relações de cointegração. De outro modo: testa-se $\beta_{1j} = -\beta_{2j}$ em todos os vetores para identificar a existência perfeita integração. Esse teste é baseado na distribuição χ^2 com $(r \times k)$ graus de liberdade;

⁴⁷ Tópico desenvolvido com base nos originais e Harris (1995).

b) na segunda hipótese assume-se que r_1 das r relações de cointegração tenham restrições e as demais não. Essa hipótese, menos restritiva que a anterior, pode ser especificada como $H_3 : \beta = (H_1\varphi_1, H_2\varphi_2)$, com H_1 e H_2 representando dois grupos, sendo o primeiro, com dimensão $(n \times s)$, dos parâmetros com restrições e o segundo, não restrito, é uma matriz identidade I_n com dimensão $(n \times n)$. Consequentemente, a matriz φ_1 , de ordem $(s \times r_1)$, refere-se aos parâmetros a serem estimados no grupo onde são impostas restrições, e φ_2 , de ordem $(n \times r_2)$, contemplam os parâmetros do segundo grupo. No caso do presente estudo, testa-se se a relação de perfeita integração prevalece em pelo menos um vetor de cointegração. Esse teste estatístico tem distribuição χ^2 com $r_1(n - r)$ graus de liberdade;

c) a terceira hipótese, menos restritiva ainda, apresenta uma diferença na matriz H_1 em relação à hipótese anterior. Aqui, não se exige que o conceito de perfeita integração prevaleça, admitindo-se uma relação estável (estacionária) entre duas variáveis. Esse teste possui distribuição χ^2 $(n - s - r_2)r_1$ graus de liberdade.

4.4 Teste de hipóteses sobre o parâmetro α - teste para exogeneidade fraca

Verificada a existência de r vetores de cointegração, a matriz Π da equação (10) é decomposta na matriz β , a qual representa os coeficientes das relações de longo prazo, e na matriz α , que representa a velocidade de ajustamento aos desequilíbrios de longo prazo. Bueno (2008) explica que economicamente cointegração significa que existe uma relação de longo prazo, a qual é perturbada por choques de curto prazo, mas que se dissipam ao longo do tempo, voltando ao equilíbrio de longo prazo. O parâmetro α está relacionado ao tempo necessário para a dissipação do choque, ou seja, pode ser interpretado como a velocidade de ajustamento quando a trajetória de longo prazo é alterada.

Enders (2010) explica que, em um sistema cointegrado, se o parâmetro α é zero, a variável em questão é fracamente exógena, de modo que essa variável não responde aos desvios da relação de equilíbrio de longo prazo.

Suponha, por exemplo⁴⁸, que se deseja testar a imposição de m restrições lineares sobre α da seguinte forma:

⁴⁸ Baseado em Nakane (1994).

$$\alpha = A\phi \text{ ou } B'\alpha = 0 \quad (14)$$

onde A é uma matriz $(n \times m)$, ϕ uma matriz $(m \times r)$ e B é de ordem $(n \times (n - m))$ e ortogonal a A , ou seja, $B'A = 0$. O teste corresponde a:

$$H_0 : \alpha_i = 0 \quad i = 1, 2, k, r. \quad (15)$$

Da mesma forma que os testes sobre o vetor β , os teste de hipótese sobre o vetor α , para a obtenção do nível de significância para a rejeição da hipótese nula, seguem uma distribuição χ^2 com $(r \times (n - m))$ graus de liberdade, sendo que $(n - m)$ refere-se ao número de linhas restritas sobre α .

4.5 Dados

Os dados utilizados são os preços mensais do etanol hidratado do segmento produtor nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Alagoas e Pernambuco, coletados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. A série histórica utilizada no estudo abrange o período de abril de 2008 a março de 2013. Optou-se por utilizar no estudo dados a partir de 2008, pois só nos últimos seis anos é que alguns estados da região Centro-Sul passaram a ter maior representatividade no mercado brasileiro de etanol.

Os preços foram deflacionados utilizando o Índice Geral de Preços (IGP-DI) divulgado pela Fundação Getúlio Vargas - FGV.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o software RATS – Regression Analysis of Time Series.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teste de raiz unitária utilizado, cujos resultados são apresentados na Tabela 6, foi o desenvolvido por Elliot, Rothenberg e Stock (1996), conhecido como DF-GLS. A segunda coluna da tabela apresenta o número de defasagens, a qual foi determinada de acordo com o critério de informação de *Akaike* modificado (MAIC). Na presença de dois valores nessa coluna, o primeiro refere-se ao modelo 1, no qual se considerou constante e tendência, e o segundo ao modelo com constante apenas, denominado de modelo 2.

Tabela 6 - Resultados dos testes de raiz unitária de Elliot-Rothenberg-Stock (DF-GLS) para o Brasil

Variáveis	Defasagens/Lag (p)	Modelo 1	Modelo 2
		Estatística DF-GLS	Estatística DF-GLS
Goiás	1;10	-3,348	-1,141
Mato Grosso	7	-1,576	-1,643
Mato Grosso do Sul	2;10	-2,942	-0,681
Minas Gerais	1	-2,818	-2,149
Paraná	1	-2,605	-1,947
São Paulo	1	-2,837	-2,026
Alagoas	2;10	-2,275	-0,586
Pernambuco	4	-2,113	-1,308

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Modelo 1: na versão com constante e tendência (valores críticos em Elliot, Rothenberg e Stock (1996) (5% = -2,93, 1% = -3,46)).

Modelo 2: na versão apenas com constante (valores críticos em Dickey e Fuller (1979;1981) (5% = -1,95 e 1% = -2,58)).

Verifica-se que todas as séries são $I(1)$, ou seja, não estacionárias, uma vez que a hipótese de raiz unitária não foi rejeitada. Esse resultado é obtido nas duas versões do modelo, o que os torna robustos.

São apresentados, a seguir, dois modelos para a análise de integração entre mercados. O modelo I engloba todos os estados selecionados (maiores produtores de etanol), sendo denominado de modelo Brasil, e o modelo II restringe-se aos estados da região Centro-Sul. Os organogramas referentes às relações entre os mercados serão apresentados ao final do modelo II.

5.1 Modelo Brasil

Constatada que as séries são integradas de ordem $I(1)$, realizou-se o teste de cointegração de Johansen (1988) para analisar a existência de relações de longo prazo entre as

variáveis. A inspeção gráfica das séries e dos resíduos dos modelos alternativos ajustados permitiu a definição do(s) termo(s) determinista(s) a serem incluídos no modelo: uma constante no vetor de cointegração. Em relação ao número de *lags* para os testes de cointegração, o Critério de Informação de Schwarz multiequacional (*Schwarz Criterion* – SC) foi utilizado e indicou que o modelo deveria ser ajustado como uma defasagem.

A Tabela 7 apresenta os resultados relativos ao teste de cointegração de Johansen. Desde que 6,216 é menor do que o valor crítico de 5% de 9,142, não é possível rejeitar a hipótese nula a este nível de significância. Portanto, os resultados dos testes de cointegração apontam para existência de sete vetores.

Tabela 7 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para o Brasil

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Estatística Traço	Valores Críticos (5%)
$\mathbf{r} \leq 7$	$\mathbf{r} > 7$	6,216	9,142
$\mathbf{r} \leq 6$	$\mathbf{r} > 6$	20,831	20,164
$\mathbf{r} \leq 5$	$\mathbf{r} > 5$	38,058	35,070
$\mathbf{r} \leq 4$	$\mathbf{r} > 4$	59,969	53,945
$\mathbf{r} \leq 3$	$\mathbf{r} > 3$	104,386	76,813
$\mathbf{r} \leq 2$	$\mathbf{r} > 2$	158,495	103,679
$\mathbf{r} \leq 1$	$\mathbf{r} > 1$	228,606	134,543
$\mathbf{r} = 0$	$\mathbf{r} > 0$	336,485	169,405

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Os valores críticos são de Osterwald-Lenun (1992).

Sabe-se que a existência dos vetores de cointegração não é condição necessária e suficiente para se determinar a participação de todas as séries no equilíbrio de longo prazo. Para tal, há necessidade de se aplicar testes de hipótese sobre os parâmetros.

Inicialmente testou-se a significância dos coeficientes β , a fim de determinar quais das variáveis participavam efetivamente do equilíbrio de longo prazo. A seguinte hipótese é considerada:

$$H_0: \beta_i = 0$$

Os resultados são apresentados na Tabela 8 e indicam a rejeição da hipótese nula de $\beta_i = 0$ para todas as séries de preços, ou seja, todos os parâmetros estimados participam das sete relações de cointegração, exercendo influência nos movimentos de preços do mercado.

Tabela 8 - Teste sobre a significância dos parâmetros β nas variáveis do Brasil

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = 0$	33.984**
$\beta_{MT} = 0$	18.424**
$\beta_{MS} = 0$	51.968**
$\beta_{MG} = 0$	53.543**
$\beta_{PR} = 0$	52.715**
$\beta_{SP} = 0$	91.970**
$\beta_{AL} = 0$	33.748**
$\beta_{PE} = 0$	36.382**
$\beta_{Constante} = 0$	23.257**

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição a 10% de significância - Valor Crítico χ^2 (10%) 12,02.

Constatada a existência de cointegração entre as variáveis, analisou-se a hipótese de perfeita integração entre os pares de mercados sem restringir a zero os parâmetros associados aos preços dos demais estados, conforme apresentado na metodologia. Os resultados de perfeita integração entre os estados do Brasil, sem restringir a zero os demais parâmetros, apresentados na Tabela 9, mostram que em todos os casos se rejeita a hipótese nula. Ressalta-se que a hipótese nula é imposta em todos os vetores de cointegração, sendo, portanto, bastante restritiva.

Na Tabela 10 apresentam-se os resultados dos testes de integração entre os pares de mercados considerando que os demais preços não interferem na existência de integração perfeita entre os mercados de interesse. Nesse, caso, restringe-se a zero os parâmetros dos preços que não estão sendo testados. Os resultados mostram que os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás são perfeitamente integrados entre si. Outra relação de perfeita integração é a existente entre os estados da região Norte-Nordeste: Pernambuco e Alagoas. Verificou-se que Alagoas apresenta perfeita integração com o Estado de Mato Grosso do Sul, resultado não esperado.

Tabela 9 - Teste sobre a perfeita integração sem restrições aos demais parâmetros - modelo Brasil

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = -\beta_{MT}$	54.537**
$\beta_{GO} = -\beta_{MS}$	43.421**
$\beta_{GO} = -\beta_{MG}$	50.795**
$\beta_{GO} = -\beta_{PR}$	44.338**
$\beta_{GO} = -\beta_{SP}$	79.722**
$\beta_{GO} = -\beta_{AL}$	21.322**
$\beta_{GO} = -\beta_{PE}$	48.041**
$\beta_{MT} = -\beta_{MS}$	50.668**
$\beta_{MT} = -\beta_{MG}$	46.778**
$\beta_{MT} = -\beta_{PR}$	56.466**
$\beta_{MT} = -\beta_{SP}$	87.412**
$\beta_{MT} = -\beta_{AL}$	30.492**
$\beta_{MT} = -\beta_{PE}$	35.146**
$\beta_{MS} = -\beta_{MG}$	58.948**
$\beta_{MS} = -\beta_{PR}$	65.166**
$\beta_{MS} = -\beta_{SP}$	59.900**
$\beta_{MS} = -\beta_{AL}$	47.004**
$\beta_{MS} = -\beta_{PE}$	47.698**
$\beta_{MG} = -\beta_{PR}$	62.980**
$\beta_{MG} = -\beta_{SP}$	58.435**
$\beta_{MG} = -\beta_{AL}$	52.828**
$\beta_{MG} = -\beta_{PE}$	46.454**
$\beta_{PR} = -\beta_{SP}$	48.730**
$\beta_{PR} = -\beta_{AL}$	55.914**
$\beta_{PR} = -\beta_{PE}$	39.726**
$\beta_{SP} = -\beta_{AL}$	76.455**
$\beta_{SP} = -\beta_{PE}$	74.401**
$\beta_{AL} = -\beta_{PE}$	20.579**

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 12,02.

Tabela 10 - Teste sobre a perfeita integração com restrições aos demais parâmetros - modelo Brasil

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = -\beta_{MT}$	7.203**
$\beta_{GO} = -\beta_{MS}$	8.009**
$\beta_{GO} = -\beta_{MG}$	2.609
$\beta_{GO} = -\beta_{PR}$	2.172
$\beta_{GO} = -\beta_{SP}$	3.092
$\beta_{GO} = -\beta_{AL}$	5.057**
$\beta_{GO} = -\beta_{PE}$	5.410**
$\beta_{MT} = -\beta_{MS}$	8.939**
$\beta_{MT} = -\beta_{MG}$	8.210**
$\beta_{MT} = -\beta_{PR}$	6.909**
$\beta_{MT} = -\beta_{SP}$	7.149**
$\beta_{MT} = -\beta_{AL}$	8.735**
$\beta_{MT} = -\beta_{PE}$	9.090**
$\beta_{MS} = -\beta_{MG}$	10.524**
$\beta_{MS} = -\beta_{PR}$	12.092**
$\beta_{MS} = -\beta_{SP}$	14.224**
$\beta_{MS} = -\beta_{AL}$	4.355
$\beta_{MS} = -\beta_{PE}$	4.860**
$\beta_{MG} = -\beta_{PR}$	1.428
$\beta_{MG} = -\beta_{SP}$	4.456
$\beta_{MG} = -\beta_{AL}$	5.460**
$\beta_{MG} = -\beta_{PE}$	6.032**
$\beta_{PR} = -\beta_{SP}$	4.579
$\beta_{PR} = -\beta_{AL}$	5.462**
$\beta_{PR} = -\beta_{PE}$	5.985**
$\beta_{SP} = -\beta_{AL}$	6.019**
$\beta_{SP} = -\beta_{PE}$	6.482**
$\beta_{AL} = -\beta_{PE}$	1.528

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 4,60.

Nos casos em que não se constatou, com os procedimentos anteriores, a existência de perfeita integração, com ou sem interferência dos demais preços no par que está sendo testado, formulou-se uma hipótese mais flexível, verificando se há uma relação estacionária entre as séries em um dos vetores de cointegração. A Tabela 11 apresenta esses resultados, verificando-se que a integração é rejeitada apenas nos casos de Mato Grosso do Sul com todos os demais estados, e também entre Mato Grosso e São Paulo. Nesses casos, constata-se que não há relações estacionárias entre os preços do etanol nesses estados. Assim, os preços em Mato Grosso do Sul parecem ter um comportamento mais independente do que os preços dos demais estados brasileiros.

Analisada a relação de integração entre os pares de mercados, a última hipótese a ser testada é sobre os parâmetros alfa, correspondentes aos desvios de curto prazo. O teste de exogeneidade fraca permite determinar de que forma cada variável reage aos desequilíbrios de curto prazo, retornando ao equilíbrio de longo prazo. Para tal, testa-se a seguinte hipótese:

$$H_0 : \alpha_i = 0$$

A Tabela 12 apresenta os resultados da significância dos parâmetros α , indicando a rejeição da hipótese nula. Assim, todos os preços dos estados analisados reagem aos desequilíbrios transitórios provenientes de choques não esperados, retomando ao equilíbrio de longo prazo.

Tabela 11 - Teste sobre a relação de integração entre os pares de mercados - modelo Brasil

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = \beta_{MT}$	1.280
$\beta_{GO} = \beta_{MS}$	4.846**
$\beta_{GO} = \beta_{AL}$	0.310
$\beta_{GO} = \beta_{PE}$	0.469
$\beta_{MT} = \beta_{MS}$	3.583**
$\beta_{MT} = \beta_{MG}$	2.159
$\beta_{MT} = \beta_{PR}$	2.132
$\beta_{MT} = \beta_{SP}$	2.842**
$\beta_{MT} = \beta_{AL}$	0.026
$\beta_{MT} = \beta_{PE}$	0.000
$\beta_{MS} = \beta_{MG}$	6.661**
$\beta_{MS} = \beta_{PR}$	7.007**
$\beta_{MS} = \beta_{SP}$	5.541**
$\beta_{MS} = \beta_{PE}$	2.921**
$\beta_{MG} = \beta_{AL}$	0.896
$\beta_{MG} = \beta_{PE}$	1.186
$\beta_{PR} = \beta_{AL}$	1.425
$\beta_{PR} = \beta_{PE}$	1.730
$\beta_{SP} = \beta_{AL}$	1.966
$\beta_{SP} = \beta_{PE}$	2.278

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 2,71.

Tabela 12 – Teste sobre a significância dos parâmetros α para o Brasil, sem restrições sobre os parâmetros β

H_0	Razão de verossimilhança
$\alpha_{GO} = 0$	23.054**
$\alpha_{MT} = 0$	30.543**
$\alpha_{MS} = 0$	12.480**
$\alpha_{MG} = 0$	18.398**
$\alpha_{PR} = 0$	33.159**
$\alpha_{SP} = 0$	20.663**
$\alpha_{AL} = 0$	24.816**
$\alpha_{PE} = 0$	15.501**

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição a 10% de significância – 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 12,02.

5.2 Modelo Centro-Sul

Com o objetivo de corroborar os resultados encontrados para o modelo Brasil, optou-se por realizar novamente todo o procedimento excluindo as séries de preços de Alagoas e Pernambuco do modelo inicial.

Da mesma forma que no modelo Brasil, os procedimentos econométricos iniciais indicaram a necessidade de inclusão de uma constante no vetor de cointegração e de uma defasagem nos testes de cointegração. Na Tabela 13 apresentam-se os resultados do teste de Johansen. Desde que 7,093 é menor do que o valor crítico de 5% de 9,142, não é possível rejeitar a hipótese nula a este nível de significância. Portanto, os resultados dos testes de cointegração apontam para existência de cinco vetores.

Tabela 13 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para o Centro-Sul

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Estatística Traço	Valores Críticos (5%)
$r \leq 5$	$r > 5$	7,093	9,142
$r \leq 4$	$r > 4$	20,882	20,164
$r \leq 3$	$r > 3$	36,469	35,070
$r \leq 2$	$r > 2$	87,374	53,945
$r \leq 1$	$r > 1$	148,972	76,813
$r = 0$	$r > 0$	252,528	103,679

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Os valores críticos são de Osterwald-Lenun (1992).

Testou-se, assim como no caso do modelo Brasil, a significância dos coeficientes β , a fim de determinar quais das variáveis participam efetivamente do equilíbrio de longo prazo,

sendo os resultados apresentados na Tabela 14. Rejeita-se a hipótese nula de $\beta_i = 0$ para todas as séries de preços, ou seja, todas elas participam das cinco relações de cointegração.

Tabela 14 - Teste sobre a significância dos parâmetros β nas variáveis do Centro-Sul

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = 0$	25.774 ^{**}
$\beta_{MT} = 0$	13.629 ^{**}
$\beta_{MS} = 0$	47.008 ^{**}
$\beta_{MG} = 0$	48.946 ^{**}
$\beta_{PR} = 0$	53.016 ^{**}
$\beta_{SP} = 0$	88.361 ^{**}
$\beta_{Constante} = 0$	22.749 ^{**}

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição a 10% de significância - Valor Crítico χ^2 (10%) 9,24.

Constatada a cointegração entre os mercados, analisou-se a hipótese de perfeita integração entre os pares de mercados sem restringir a zero os parâmetros associados aos preços dos demais estados. Os resultados apresentados na Tabela 15 mostram que em todos os casos se rejeita a hipótese nula de perfeita integração. Tal resultado é compatível com o obtido para o modelo Brasil.

Tabela 15 - Teste sobre a perfeita integração sem restrições aos demais parâmetros – modelo Centro-Sul

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = -\beta_{MT}$	44.401**
$\beta_{GO} = -\beta_{MS}$	39.047**
$\beta_{GO} = -\beta_{MG}$	47.340**
$\beta_{GO} = -\beta_{PR}$	39.361**
$\beta_{GO} = -\beta_{SP}$	74.175**
$\beta_{MT} = -\beta_{MS}$	45.880**
$\beta_{MT} = -\beta_{MG}$	42.940**
$\beta_{MT} = -\beta_{PR}$	55.218**
$\beta_{MT} = -\beta_{SP}$	81.987**
$\beta_{MS} = -\beta_{MG}$	50.921**
$\beta_{MS} = -\beta_{PR}$	60.772**
$\beta_{MS} = -\beta_{SP}$	59.350**
$\beta_{MG} = -\beta_{PR}$	60.287**
$\beta_{MG} = -\beta_{SP}$	53.240**
$\beta_{PR} = -\beta_{SP}$	42.331**

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico $\chi^2(10\%)$ 9,24.

Na Tabela 16 apresentam-se resultados do modelo no qual se restringe a zero os parâmetros associados aos preços que não estão sendo testados para integração perfeita. Eles mostram que os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás são perfeitamente integrados. Tal resultado é idêntico ao obtido para o modelo Brasil.

Tabela 16 - Teste sobre a perfeita integração com restrições aos demais parâmetros – modelo Centro-Sul

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = -\beta_{MT}$	6.640**
$\beta_{GO} = -\beta_{MS}$	7.006**
$\beta_{GO} = -\beta_{MG}$	2.395
$\beta_{GO} = -\beta_{PR}$	1.831
$\beta_{GO} = -\beta_{SP}$	2.207
$\beta_{MT} = -\beta_{MS}$	9.442**
$\beta_{MT} = -\beta_{MG}$	8.918**
$\beta_{MT} = -\beta_{PR}$	7.279**
$\beta_{MT} = -\beta_{SP}$	7.422**
$\beta_{MS} = -\beta_{MG}$	10.237**
$\beta_{MS} = -\beta_{PR}$	8.639**
$\beta_{MS} = -\beta_{SP}$	10.094**
$\beta_{MG} = -\beta_{PR}$	0.958
$\beta_{MG} = -\beta_{SP}$	2.768
$\beta_{PR} = -\beta_{SP}$	4.423

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 4,60.

Nos casos em que não se constatou, com o procedimento anterior, a existência de perfeita integração, formulou-se da mesma forma que foi feito para o modelo Brasil, a hipótese de relações de mercado menos restritivas – relações estáveis de longo prazo, sem a imposição de perfeita integração. Na Tabela 17 apresentam-se os resultados desse modelo. Integração é rejeitada apenas nos casos de Mato Grosso do Sul com Goiás, Minas Gerais e Paraná.

A última hipótese a ser testada é sobre os parâmetros alfa, correspondentes aos desvios de curto prazo. Na Tabela 18 apresentam os resultados para exogeneidade fraca e os resultados indicam a rejeição da hipótese nula para todos os estados, mas não a rejeição para o Estado de Mato Grosso do Sul. Assim, apenas Mato Grosso do Sul não reage aos desequilíbrios transitórios de curto prazo.

Tabela 17 - Teste sobre a relação de integração entre os pares de mercados – modelo Centro-Sul

H_0	Razão de Verossimilhança
$\beta_{GO} = -\beta_{MT}$	0.373
$\beta_{GO} = -\beta_{MS}$	3.174 **
$\beta_{MT} = -\beta_{MS}$	2.078
$\beta_{MT} = -\beta_{MG}$	0.964
$\beta_{MT} = -\beta_{PR}$	1.071
$\beta_{MT} = -\beta_{SP}$	1.527
$\beta_{MS} = -\beta_{MG}$	4.883 **
$\beta_{MS} = -\beta_{PR}$	3.305 **
$\beta_{MS} = -\beta_{SP}$	2.055

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição da hipótese de perfeita integração a um nível de significância de 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 2,71.

Tabela 18 - Teste sobre a significância dos parâmetros α para o modelo Centro-Sul, sem restrições sobre os parâmetros β

H_0	Razão de verossimilhança
$\alpha_{GO} = 0$	13.766 **
$\alpha_{MT} = 0$	18.598 **
$\alpha_{MS} = 0$	8.634
$\alpha_{MG} = 0$	14.329 **
$\alpha_{PR} = 0$	29.254 **
$\alpha_{SP} = 0$	16.810 **

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa.

Nota: Dois asteriscos indica rejeição a 10% de significância – 10% - Valor Crítico χ^2 (10%) 9,24.

Como verificado, poucas alterações para o Centro-Sul foram observadas em relação ao modelo Brasil. Nos casos em que se testa perfeita integração, os resultados foram exatamente os mesmos para os estados do Centro Sul.

Na Figura 15 apresentam-se as relações de perfeita integração para os pares de mercado analisados no caso Brasil. A parte superior da figura, como mencionado, é igual para ambos os modelos: Brasil e Centro-Sul.

Na parte inferior apresenta-se resultados de perfeita integração entre os estados da região Nordeste analisados: Pernambuco e Alagoas.

Figura 15 - Relação de perfeita integração entre os preços do mercado brasileiro de etanol hidratado significativo a 10%

Foram observadas relações adicionais quando foram consideradas condições menos restritivas que integração perfeita, sem ou com imposição de efeitos dos demais preços sobre os pares de mercado estudados.

As Figuras 16, 17, 18 e 19 apresentam as relações dos mercados que são perfeitamente integrados entre si (Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo) com os demais mercados.

Figura 16 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Goiás e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

Figura 17 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Minas Gerais e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

Figura 18 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado do Paraná e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

Figura 19 - Relação integração entre os preços do etanol hidratado de São Paulo e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10% - Modelo Centro-Sul

A integração perfeita entre os mercados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás pode ser explicada pela localização geográfica (logística) e pelo volume de produção, sendo esses estados os maiores produtores de cana-de-açúcar do país (Figura 20).

Figura 20 – Mapa com a produção espacial da cana-de-açúcar no Brasil
Fonte: CONAB (2013).

É possível ver que a maior concentração da produção da cana-de-açúcar ocorre em São Paulo e nos estados com que ele faz divisa (com exceção da pequena fronteira com o Rio de Janeiro). Na média do período de 2008 a 2012, os quatro estados (São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás) representaram 81,9% da produção nacional de etanol hidratado, sendo que o Estado de São Paulo tem um peso considerável (53,4% na média do período). Embora São Paulo apresente, na média do período, uma grande participação, vem se observando uma queda ao longo do tempo, de 59,8% em 2008 para 46% em 2012.

Em relação às unidades produtoras (usinas), no levantamento do MAPA (2013), havia 389 usinas em funcionamento no Brasil, sendo 250 mistas, 11 de açúcar, 117 de etanol e 11 sem lançamentos. Desse total, 75 na região Norte-Nordeste⁴⁹ e 314 no Centro-Sul. Os quatro principais estados produtores da região Centro-Sul possuem, em conjunto, 274 usinas, representado 87% do total da região. São Paulo tem 167 usinas, representando 53% do total das usinas da região Centro-Sul.

⁴⁹ 70 usinas estão na região Nordeste e 5 na região Norte.

Na Figura 20 também é possível fazer inferências sobre questões logísticas: a localização central desse grupo de estados possibilita escoamento de combustível para a região Norte e, principalmente, para a região Nordeste e Sul do Brasil.

Um fator que pode estar contribuindo para a existência de integração de preços de etanol entre estes estados brasileiros é a concentração crescente no setor produtivo e de comercialização. É sabido que grupos do segmento produtor de etanol do Estado de São Paulo expandiram a produção de suas empresas adquirindo outras no Centro-Oeste. Por outro lado, empresas de comercialização que representavam usinas de São Paulo passaram a comercializar também produto de outros estados. Além disso, grupos do Nordeste passaram a produzir e comercializar etanol em estados da Região Centro-Sul.

Os resultados apontaram que os estados de São Paulo, Goiás, Paraná e Minas Gerais, que são perfeitamente integrados entre si, apresentam relações de preços com os estados do Nordeste e Mato Grosso, embora não se configure perfeita integração.

As relações de integração dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul estão apresentado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Mato Grosso e dos demais estados

◄---► Mercados integrados a um nível de significância de 10%

◄---► Mercados integrados a um nível de significância de 10% - Modelo Centro-Sul

Figura 22 - Relação de perfeita integração entre os preços do etanol hidratado de Mato Grosso do Sul e dos demais estados

◄---► Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

◄---► Mercados integrados a um nível de significância de 10% - Modelo Centro-Sul

Observa-se que o Estado do Mato Grosso é o único analisado que não apresenta relação de perfeita integração com nenhum outro estado (Figura 21), mesmo que seus preços apresentem algumas relações com preços de alguns estados do Centro-Sul e do Norte-Nordeste.

A ausência de relação forte de preços do Estado de Mato Grosso com os demais estados pode ser explicada pelo fato deste estado referir-se ao mercado vocacional, isto é, a negócios feitos cuja origem e destino é o próprio estado.

Além do mais, a tributação de Mato Grosso no que diz respeito ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços – ICMS é totalmente diferente da praticada em outros estados, tanto da região Centro Sul quanto da região Norte-Nordeste. Em Mato Grosso, o ICMS é cobrado sobre valor de pauta estabelecido pelo Governo do Estado, tomando como referência o preço de varejo.

O montante associado a esse tributo não representa o que é recolhido na íntegra pela maior parte dos produtores de etanol: um incentivo do Governo Estadual, estabelecido através de um protocolo, isenta o recolhimento integral do ICMS devido. Além disso, a posição geográfica do estado possibilita o escoamento da produção para os da Região Norte. Em termos de fluxo, além dos estados da Região Norte, o Mato Grosso abastece o próprio estado, sendo raras outras rotas.

O Estado do Mato Grosso do Sul é aquele que apresenta o menor número de relações de preços com os demais estados (Figura 22). No modelo Brasil, o estado apresenta apenas uma relação de perfeita integração com o Estado de Alagoas, resultado esse não esperado. No modelo Centro-Sul, observa-se relações, embora não de perfeita integração, com os estados de São Paulo e Mato Grosso. O Estado do Mato Grosso do Sul possui benefícios via ICMS, podendo ser considerado como um incentivo fiscal, fato que aumenta a rentabilidade e possibilita o produtor do estado competir via preço para a inserção do seu produto no mercado.

As Figuras 23 e 24 apresentam as relações dos estados da região Nordeste com os demais estados brasileiros.

Figura 23 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Alagoas e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

Figura 24 - Relação de integração entre os preços do etanol hidratado de Pernambuco e dos demais estados

↔ Mercados perfeitamente integrados a um nível de significância de 10%

↔ Mercados integrados a um nível de significância de 10%

O Estado de Alagoas apresenta relação com todos os estados analisados, com exceção do Estado do Paraná. Já o Estado do Pernambuco também apresenta relação com todos os estados, exceção ao Estado do Mato Grosso do Sul.

A participação dos estados de Alagoas e Pernambuco na região Nordeste, na média do período, é de 57,1% da produção de etanol hidratado. No entanto, em 2008, esses estados representaram 65,4% da produção da região, caindo para 47% em 2012. Em relação ao número de usinas, esses estados, em conjunto, possuem 41 usinas, representando 58% das usinas da região.

Assim, a relação de perfeita integração entre os estados de Alagoas e Pernambuco era esperada, já que se trata dos maiores produtores da região Nordeste, juntamente com a Paraíba. No entanto, a relação perfeita entre Alagoas e Mato Grosso do Sul não era esperada, mesmo tendo sido considerada fraca do ponto de vista estatístico (valor do teste muito próximo ao crítico). A relação de perfeita integração não esperada entre os estados do Mato Grosso do Sul e Alagoas pode estar vinculada a movimentos aleatórios.

A ausência de 'fortes' relações dos preços dos estados do Centro-Sul com os do Norte-Nordeste deve-se, em grande medida, ao fato de o período de safra e entressafra nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul serem diferentes e, também, à representatividade ~~bastante~~

diferente das duas regiões no contexto da produção brasileira de etanol. Embora existam operações de cabotagem da Região Centro-Sul para a Norte-Nordeste e destinação de produto do Centro-Sul para o Norte-Nordeste por via rodoviária, elas não são tão expressivas de forma a permitir que as relações de preços sejam muito fortes.

A presença de relações, mesmo que ‘fracas’, entre os preços dessas duas regiões permite levantar a hipótese de que os produtores da região Nordeste precificam o etanol comercializado naquela região considerando os preços na região Centro-Sul e o diferencial de frete.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os choques do petróleo na década de 1970 afetaram o modelo brasileiro de transporte, o qual era baseado em modais escolhidos na época de petróleo barato. Diante dessa situação, o etanol da cana-de-açúcar, entre as possíveis alternativas de matéria-prima, foi o escolhido para o Proálcool, lançado em 1975, sendo esse então o primeiro grande impulso ao etanol no país. Em 1979, inicia-se a produção em larga escala do etanol hidratado diante da fabricação dos carros movidos apenas com esse combustível. O auge do programa ocorreu nos anos finais da década de 1980.

No final da década 1980 e início de 1990, o problema de desabastecimento de etanol e dos carros movidos a etanol, a abertura econômica que possibilitou a importação de veículos (em sua maioria movidos a gasolina) e, principalmente, a queda no preço do petróleo e seus derivados, levaram o programa à desaceleração e crise. De 1996 a 2002, a produção de etanol no país permaneceu estagnada.

Porém, em 2003, a parceria entre empresas de auto-peças e empresas automotivas resultaram em uma nova tecnologia, a qual possibilitou ao consumidor escolher, na hora do abastecimento, entre gasolina e etanol. A tecnologia *flex* gerou o segundo grande impulso ao etanol no Brasil: o licenciamento de automóveis e comerciais leves cresceu de forma acentuada a partir de 2005, chegando a aproximadamente 90% na década atual. Nesse momento, norteado por questões ambientais, outros países ‘olham’ para o etanol brasileiro, fato que cria a expectativa do Brasil em se transformar no maior exportador mundial desse combustível.

O etanol de cana-de-açúcar brasileiro tinha apenas um grande concorrente: o etanol de milho dos EUA. Mas, economicamente inviável em relação ao etanol brasileiro e com desvantagens ambientais, o setor tinha a expectativa de exportar para o mercado norte-americano, o qual apresentava crescimento acentuado da demanda. Essa fase, denominada de ‘revolução-flex’ (2003-2008), é caracterizada pela expansão da atividade canavieira para outras regiões que não as tradicionais, como o Centro-Oeste, a qual foi pouco beneficiada com investimentos do Proálcool.

A estagnação na produção da cana-de-açúcar devido ao clima não favorável, os baixos investimentos no setor causados pela crise mundial que se iniciou em 2008/09, a manutenção artificial do preço da gasolina, a falta de uma política de médio e longo prazo para combustíveis no Brasil são alguns dos fatores que afetaram a produção de etanol no Brasil nos

últimos 5 anos . Além de frustrar a expectativa do setor em vir a se tornar um grande exportador mundial, o Brasil viu os Estados Unidos, com desvantagens econômicas e ambientais para o seu biocombustível, se tornarem o maior produtor e exportador de etanol mundial. Essa fase é denominada de ‘incerteza/estagnação’ e abrange o período 2009 a 2013.

É nesse cenário de expansão dos canaviais para novas áreas que se buscou identificar, neste estudo, a dinâmica do processo de formação de preço no mercado doméstico, mais precisamente do segmento produtor nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (região Centro-Sul) e Alagoas e Pernambuco (região Norte-Nordeste), fundamentado na hipótese de que os preços dos estados analisados possam ser integrados, mesmo que não perfeitamente, dada a existência de arbitragem.

Os resultados mostram que os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás são perfeitamente integrados e apresentam integração, embora não perfeita, com os estados do Mato Grosso, Alagoas e Pernambuco.

A integração perfeita entre os mercados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás pode ser explicada não só por questões logísticas, mas também pelo fato de esses estados serem os maiores produtores de etanol do território nacional. Assim, espera-se que a arbitragem, em termos de volumes, seja maior entre esses estados, o que faz com que as relações de preços entre eles sejam fortes.

Os estados da região Norte-Nordeste são perfeitamente integrados. A relação de perfeita integração entre os estados de Alagoas e Pernambuco era esperada, já que se trata dos maiores produtores da região Nordeste, além de serem estados vizinhos.

A ausência de fortes relações dos preços dos estados do Centro-Sul com os do Norte-Nordeste deve-se ao fato de o período de safra e entressafra nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul serem diferentes e ao fato de a representatividade da produção de etanol de cada região na produção nacional ter uma diferença expressiva. Embora existam operações de cabotagem da Região Centro-Sul para a Norte-Nordeste e destinação de produto do Centro-Sul para o Norte-Nordeste por via rodoviária, elas não são tão expressivas de forma a permitir que as relações de preços sejam muito estreitas.

Mas a presença de relações, mesmo que ‘fracas’, entre os preços dessas duas regiões permite levantar a hipótese de que os produtores da região Nordeste precificam o etanol comercializado naquela região considerando os preços na região Centro-Sul e o diferencial de frete.

O fato de não se observar relações expressivas entre o preço do Mato Grosso do Sul com os dos demais estados da região Centro-Sul permite que se conclua que a questão

logística (proximidade), por si só não é suficiente para que exista integração perfeita. O Estado do Mato Grosso do Sul possui benefícios via ICMS, podendo ser considerado como um incentivo fiscal, fato que aumenta a rentabilidade e possibilita o produtor do estado competir via preço para a inserção do seu produto no mercado.

Destaca-se também que o Estado do Mato Grosso não apresentou relação de perfeita integração com qualquer outro estado. Um dos fatores que podem explicar a ausência de forte relação do preço do Estado de Mato Grosso com os dos demais estados do Centro-Sul é a tributação neste estado, no que diz respeito ao ICMS, a qual é diferente da praticada nos demais estados, quer da região Centro Sul, quer da Norte-Nordeste.

Conclui-se, assim, que relações de perfeita integração são encontradas, na maior parte das vezes, entre estados de uma mesma região (Centro-Sul e Norte-Nordeste). Constatou-se, no entanto, algumas relações de integração, ainda que não perfeitas, entre estados de regiões diferentes. Assim, a rejeição ou não da hipótese de existência de um único mercado para o etanol no Brasil depende das premissas adotadas em relação à integração perfeita ou não. Num cenário menos restritivo, em que se admite integração não perfeita, considera-se que existe um único mercado para o etanol no Brasil. Nessas condições pode-se considerar que o mercado relevante do etanol inclui a região Centro-Sul e o Norte-Nordeste.

O fato de se ter observado que mercados são integrados permite concluir que eventuais políticas que afetem o processo de formação de preços em um estado vai também ter efeito nos preços de todos os demais estados com os quais ele esteja integrado, especialmente naqueles nos quais as relações são fortes. O esforço que representantes do setor produtivo de etanol estão fazendo para que a política tributária relativa ao ICMS seja uniformizada pode permitir relações mais fortes de preços entre os estados, pois isso favorece a arbitragem. Isso porque o ICMS, que é a principal tributação doméstica que incide sobre o etanol, é estadual e difere entre os estados.

Observando-se relações de preços de longo prazo significativas entre estados de uma mesma região e, em alguns casos, de regiões diferentes, sugere-se, para completar essa análise, que se busque estimar elasticidades de transmissão de preços de curto e longo prazo, as quais poderão fundamentar análises prospectivas.

De um caráter mais descritivo e qualitativo, estudos futuros poderão buscar responder por que o etanol nem sempre é competitivo frente à gasolina em alguns estados do Centro-Oeste que são superavitários.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, A.C.O.; MIRANDA, S.H.G. Transmissão de preços e cointegração no mercado brasileiro de arroz. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 49, n. 1, p. 55-80, jan./mar., 2011.
- AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Dados sobre os fornecedores de etanol em 2013. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=40366>. Acesso em: 14 jan. 2013.
- _____. Anuário estatístico 2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60983>>. Acesso em: 20 jul. 2013.
- AGUIAR, D.R.D. A questão da transmissão de preços agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.31, n.4, p.291-308, out./dez., 1993.
- ALVES, J.S. ; LIMA, R.C. Transmissão de preços entre mercados de açúcar espacialmente separados no Brasil: uma análise de co-integração. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande-MS. **Anais eletrônicos...** Campo Grande-MS, 2010. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/15/1036.pdf> >. Acesso em: 18 jan. 2012.
- ALVES, J.S. ; LIMA, R.C. Integração dos mercados de etanol no Brasil: uma análise de co-integração. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 49., 2011, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte, 2011. Disponível em < >. Acesso em: 28 ago. 2010.
- ANCIÃES, A.W. **Avaliação tecnológica do álcool etílico**. Brasília: CNPq, 1980. 514p.
- ANDRADE, E.T.; CARVALHO, S.R.G.; SOUZA, L.F. Programa do Proácool e o etanol no Brasil. **Engevista**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2. p. 127-136, dez. 2009.
- ARDENI, P.G. Does the Law of One Price really hold for commodity prices? **American Journal of Agricultural Economics**, Baton Rouge, v. 71, n.3, p. 661-669, 1989.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Anuário Estatístico da Indústria Automobilística do Brasil 2013. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- BACCARIN, J.G. **A Desregulamentação e o Desempenho do Complexo Sucroalcooleiro no Brasil**. 2005. 291p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- BACCHI, M.R.P. **Previsão de preços de bovino, suíno e frango com modelos de séries temporais**. 1994. 172p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.
- BARRET, C.B. Market analysis methods: are our enriched toolkits well suited to enlivened markets? **American Journal of Agricultural Economics**, Toronto, v. 78, n. 3, p. 825-829, 1996.
- _____. Measuring Integration and Efficiency in International Agricultural Markets. **Review of Agricultural Economics**, Salonica, v. 23, n. 1, p. 19–32, 2001.

- BARROS, G.S.A.C. **Economia da comercialização agrícola**. 221p. 2007, Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/1_economia_comercializacao_agricola.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- BAULCH, R.J. Transfer costs, spatial arbitrage, and testing for food market integration. **American Journal of Agricultural Economics**, Salt Lake City, v. 79, n. 2, p. 477-487, 1997.
- BERTELLI, L.G. **Urbano Ernesto Stumpf, o pai do motor a álcool**. [Entrevista a UNICA, 2005]. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/opinioao/show.asp?msgCode=%7B86A7307D-21A2-455E-8E82-0D83A24ADD68%7D>>. Acesso em: 11 ago. 2012.
- BLOCK, A. S. ; CORONEL, D. A. ; VELOSO, G . Análise da transmissão de preços no setor sucroalcooleiro brasileiro. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 120-137, 2012.
- BORGES, S. L. **Integração espacial dos estados produtores de açúcar no Brasil e o mercado internacional**. 2010. 87p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- BUENO, R.L.S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 320p.
- CASTRO, S.S. ; ABDALA, K.; SILVA, A.A; BORGES, V. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 171-191, 2010.
- CHIODI, L. **Integração espacial no mercado brasileiro de milho**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- COELHO, A. B. **A cultura do algodão e a questão da integração entre preços internos e externos**. 2002. 136 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Levantamento de safras de cana-de-açúcar, de 2005/2006 a 2012/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em 03 jun. 2013.
- _____. Mapas da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1101&t=2>>. Acesso em 09 abr. 2013.
- DAHAB, S.; MÜLLER, H. Difusão de novos produtos: o caso do carro a álcool no Brasil. In: *XIV Encontro Nacional de Economia*. Brasília: ANPEC, p. 533-559, 1986. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 14., 1986, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília, 1986. Disponível em < >. Acesso em: 28 ago. 2010.
- DATAGRO (2012). Disponível em: <http://www.datagro.com.br>>. Acesso em: 08 jan. 2013.
- DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Boston, v. 74, n. 366, p. 427- 431, June 1979.
- _____. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, July 1981.

DUNHAM, F.B. ; FLECK, D.L. ; BOMTEMPO, J.V. A estruturação do sistema produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 10, n.1, p. 35-72, jan./jun. 2011.

ELLIOT, G.; ROTHENBERG, T.J.; STOCK, J.H. Efficient tests for an autoregressive unit root. **Econometrica**, Chicago, v.64, n.4, p.813-836, 1996.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. 3nd. ed. New York: John Wiley, 2010. 517p.

ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integration and error correction representation, estimation and testing. **Econometrica**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 257-276, 1987.

FACKLER, P.L.; GOODWIN, B.K. Spatial price analysis. In: GARDNER, B.L.; RAUSSER, G.C. (Ed.). **Handbook of Agricultural Economics**. Amsterdam: North-Holland Press, 2001, cap. 17, v. 1B, p. 971-1024.

FIGLIOLINO, A.E. **Divida do setor sucroalcooleiro**. [Entrevista 2012]. Disponível em: <<http://www.itaub.com.br/itaubba-pt/noticias/no-brasil-setor-esta-mais-endividado.html>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

FISHLOW, A. A economia política do ajustamento brasileiro aos choques do petróleo: uma nota sobre o período 1974-1984. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 507-550, dez. 1986.

FONTES, A.A. ; SILVA, M.L. ; LIMA, J. E. de . Integração espacial no mercado mineiro de carvão vegetal . **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.6, p. 937-946, 2005.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 2003. 291p.

GAMARRA, J.E.T. ; WAQUIL, P. Análise da transmissão de preços entre os mercados do etanol e da gasolina desde o lançamento dos carros flex-fuel no mercado brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre, 2009. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/13/767.pdf> >. Acesso em: 14 abr. 2010.

GATTI JUNIOR, W. **A construção do conhecimento no processo de inovação: o desenvolvimento da tecnologia flex fuel nos sistemas brasileiros**. 2010. 196p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, 2010.

GONÇALVES, D.B. Considerações sobre a expansão recente da lavoura canavieira no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 10, p. 70-82, out. 2009.

GONZÁLEZ-RIVERA, G. HELFAND, S.M. The extent, pattern, and degree of market integration: a multivariate approach for the Brazilian rice market. **American Journal of Agricultural Economics**, Salt Lake City, v. 83, n. 3, p. 576-592, 2001a.

GOODWIN , B.J.; GRENNES, T.J; MCCURDY, C. Spatial price dynamics and integration in Russian food markets. **Journal of Policy Reform**, London, v. 3, n. 2, p. 157-193, 1999.

GOODWIN, B.K.; PIGGOTT, N.E. Spatial market integration in the presence of threshold effects. **American Journal of Agricultural Economics**, Salt Lake City, v. 83, n. 2, p. 630-637, 1999.

GOODWIN, B.K. Multivariate cointegration Tests and the Law of One Price in International Wheat markets. **Review of Agriculture Economics**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 117-124, 1992.

GOODWIN, B.K.; SCHROEDER, T.C. Cointegration tests and spacial price linkages in regional cattle markets. **American Journal of Agricultural Economics**, Manhattan, v. 73, n. 2, p. 452-464, May 1991.

GRANGER, C.W.J. Investigating causal relations by econometric models and cross: spectral methods. **Econometrica**, Chicago, v. 37, n. 3, p. 424-438, Aug. 1969.

GRANGER, C.W.J.; NEWBOLD, P. Spurious Regression in Econometrics. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 2, p.111-120, 1974.

GUIMARÃES, F.L. **Preços de etanol no Brasil: uma análise espacial**. 2011. 126p. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP/FGV, São Paulo, 2011.

GUJARATI, D.N.; PORTER, D.C. **Econometria Básica**. 5. ed. São Paulo: Campus, 2011. 924p.

HAMILTON, J. D. **Time Series Analysis**. Princeton: Princeton University Press, 1994. 820 p.

HARRIS, R.I.D. **Using cointegration analysis in econometric modelling**. London: Prentice Hall/Harvester Wheatsheat, 1995. 176p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel**. Série eixos do Desenvolvimento Brasileiro, maio de 2010.p???? (Comunicados do IPEA,53).

_____. Dados. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2013.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economics Dynamics and Control**, Amsterdam, v. 12, n. 2/3, p. 231-254, 1988.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Oxford, v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990.

_____. Testing structural hypotheses in a multivariate cointegration analysis of the PPP and the UIP for UK. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 53, n. 1/3, p. 211-244, 1992.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 68, n. 24, p. 223-253, 2010.

KRUGMAN, P.R.; OBSTFELD, M. **International economics: theory and policy**. 4th. ed. Massachusetts: Addison Wesley, 1997. 784p.

LIMA, P.C.R. Os carros flex fuel no Brasil. Nota Técnica das Câmeras dos Deputados de Brasília, março/2009. Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1314/carros_flexfuel_lima.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 dez. 2012.

MAGNABOSCO, A. **Copersucar se une à Eco-Energy para negociar etanol**. Revista Exame, 5 nov. 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/empresas/aquisicoes-fusoes/noticias/copersucar-se-une-a-eco-energy-para-negociar-etanol>>. Acesso em 13 jun. 2012.

MARCOLIN, N. Era quase aguardente. FAPESP on line, 2008. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3468&bd=1&pg=1&lg>>. Acesso em: 17 set. 2012.

MARQUES, D.S.P.; PAULILLO, L.F.O.; VIAN, C.E.F.. Grupos de comercialização de etanol e governança em rede. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 19, n. 4 p. 825-840, 2012.

MATTOS, L.B.; LIRIO, V.S.; LIMA, J.E.; CAMPOS, A.C. Uma aplicação de modelos TAR para o mercado de carne de frango no Brasil. **Economia**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 537-557, set./dez. 2010.

MAYORGA, R.O. ; KHAN, A.S. ; MAYORGA, R.D. ; LIMA, P.V. ; MARGARIDO, M. A. Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 675-704, jul./set. 2007.

MELO, F.H.; FONSECA, E.G. **Proálcool, energia e transportes**. São Paulo: Pioneira/FIPE, 1981. 163p.

MEYER, J. Measuring market integration in the presence of transaction costs – a threshold vector error correction approach. **Agricultural Economics**, Blackwell, v. 31, p. 327-334, 2004.

MILANEZ, A.Y.; NYKO, D.; GARCIA, J.L.F.; REIS, B.L.S.F.S. **O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015**: determinantes, consequências e sugestões de política. Departamento de Biocombustíveis da Área Industrial do BNDES. BNDES Setorial 35, p. 277 – 302, mar. 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Anuário Estatístico da Agroenergia 2010**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia/index.html#>. Acesso em: 05 nov. 2012.

_____. **Plano Agrícola e Pecuário 2011-2012** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília : Mapa/SPA, 2011. 92p.

_____. **Panorama do setor de açúcar e álcool**. [Palestra de Alexandre Enrico Figliolino ministrada no MAPA, 17 de agosto de 2012]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Acucar_e_alcool/21RO/App_Itau_A%C3%A7%C3%BAcar.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.

_____. **Usinas e destilarias cadastradas**, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/agroenergia/orientacoes-tecnicas>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. – MDIC. ALICEWEB2/SECEX. Dados sobre o comércio exterior brasileiro. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em 17 jan. 2013.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. Americana: Caminho Editorial, 2000. 238p.

_____. Desregulamentação da agroindústria canavieira: novas formas de atuação do estado e desafios do setor privado. In: MORAES, M.A.F.D.; SHIKIDA, P.F.A. (Org.). **Agroindústria Canavieira no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2002. cap. 1, p. 21-42.

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

NAKANE, M.I. Testes de exogeneidade fraca e de superoxogeneidade para a demanda por moeda no Brasil. 18º Prêmio BNDES de Economia, 1994. 165p.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; CONSOLI, M. O mapa sucroenergético do Brasil. In: SOUZA, E.L.L.; MACEDO, I.S. (Org.). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010, cap. 1 p. 14-43.

NG, S.; PERRON, P. Lag length selection and the construction of unit root tests with good size and power. **Econometrica**, Chicago, v.69, n.6, p.1519-1554, nov. 2001.

NIGRO, F.; SZWARC, A. O etanol como combustível. In: SOUZA, E.L.L.; MACEDO, I.S. (Org.). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010. cap. 6, p. 154-189.

NOGUEIRA, F.T.P.; AGUIAR, D.R.D.; LIMA, J.E. Integração espacial no mercado brasileiro de café arábica. **Nova Economia**, Belo Horizonte v.15 n.2, p.91-112. Maio-agosto de 2005.

OSTERWALD-LENUM, M. A Note with Quantiles of the Asymptotic Distribution of the Maximum Likelihood Cointegration Rank Test Statistic. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Oxford, v. 54, p. 461-472, 1992.

PESARAN, M.H.; SHIN, Y. Cointegration and speed of convergence to equilibrium. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 71, p. 117-143, 1996.

PHILLIPS, P.C.B.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, Great Britain, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Econometria: modelos e previsões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 760p.

PITTA, F.T. **Modernização retardatária e agroindústria sucroalcooleira paulista: o Proálcool como reprodução fictícia do capital em crise**. 2011. 194p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PITELLI, M.M. **Testes de preços para a determinação do mercado relevante geográfico e de produto: uma aplicação empírica ao mercado brasileiro de compra de bovinos**. 2006. 90p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

POLITO, R; BRUNO, L.; MARTINS, D. Petrobras “perdeu um pré-sal” devido à política de preços, diz IBP. **Valor Econômico**, 10 dez. 2012b. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2934488/petrobras-perdeu-um-pre-sal-devido-politica-de-precos-diz-ibp>>. Acesso em: 12dez.2012.

RAMOS, P. A evolução da agroindústria canavieira e os mercados de açúcar e de álcool carburante no Brasil: a necessidade de planejamento e controle. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco - Acre. **Anais eletrônicos...** Rio Branco - Acre, 2008. Disponível em < <http://www.sober.org.br/palestra/9/35.pdf> >. Acesso em: 27 ago. 2011.

RAPSOMANIKIS, G.; HALLAM, D.; CONFORTI, P. **Market integration and price transmission in selected food and cash crop markets of developing countries: review and applications.** In: Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (Org.). COMMODITY MARKET REVIEW, 2003-2004. Roma, 2003. p. 51-76.

RAVALLION, M. Testing marketing integration. **American Journal of Agriculture Economics**, Reno, v. 68, n. 1, p. 102-109, Feb. 1986.

RICHARDSON, J.D. Some empirical evidence on commodity arbitrage and the law of one price. **Journal of International Economics**, Madison, v. 8, n. 2, p. 341-351, 1978.

ROSADO, P.L. **Integração espacial entre os mercados brasileiros de suínos.** 2006. 135p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SANTANA, C.R. O aprofundamento das relações do Brasil com os países do Oriente Médio durante os dois choques do petróleo da década de 1970: um exemplo de ação pragmática. **Revista Brasileira de Política Internacional**, [online], v. 49, n. 2, 157-177, 2006.

SANTOS, M.H.C. **Álcool: subproduto do açúcar ou combustível? Uma perspectiva histórica (1900-1975).** Rio de Janeiro: FINEP, 1982. 160p.

_____. **Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool.** Rio de Janeiro: Notrya, 1993. 352p.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – SMA do Estado de São Paulo. **Resultado das safras.** Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/resultado-das-safras/>>. Acesso em 02 jan. 2013.

SERIGATI, F.; AZEVEDO, P.F. ; MARGARIDO, M.A. How integrated are the main markets of ethanol. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 40., 2012, Recife-PE. **Anais eletrônicos...** Recife-PE, 2012. Disponível em: < http://www.anpec.org.br/encontro/2012/inscricao/files_I/i10-96974ce01864bb7d2b7cd5454d831613.pdf >. Acesso em: 17 jan. 2013.

SHIKIDA, P.F. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995.** Cascavel: Edunioste, 1998. 191p.

_____. Expansão canavieira no Centro-oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 122-137, Abril-junho, 2013.

SILVA, H.C.M. Da Substituição de Importações à Substituição de Exportações: a política de comércio exterior brasileira de 1945-1979. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 1, n.1, p. 32-61, 2003.

SILVA, J.R.; MARGARIDO, M.A. Análise da transmissão espacial de preços no mercado de mandioca. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 464-484, 2009.

SIMÃO, E.; CAMPOS, E.; RESENDE, T.; MARCHESISNI, L. Mantega diz que haverá aumento do preço da gasolina em 2013. **Valor Econômico**, 19 dez. 2012. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/2946110/mantega-diz-que-havera-aumento-do-preco-da-gasolina-em-2013>>. Acesso em: 23 dez. 2012.

SOUSA, E.P. ; BRAGA, M.J. ; CUNHA, D.A. Interdependência dos preços do milho no Sul brasileiro. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 71-90, 2010.

SOUSA, E.P. ; CAMPOS, A.C. Transmissão inter-regional de preços no mercado brasileiro de soja. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 51, n. 27, p. 83-105, 2009a.

_____. Efeitos de acordos comerciais sobre a integração de preços do algodão nos mercados interno e externo. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 173-196, 2009b.

SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira no Brasil: 1930-1975**. São Paulo: Hucitec, 1979. 540p.

TORQUATO, S.A.; BINI, D.L.C. Crise na cana? **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v.4, n.2, p. 1-5, fev. 2009.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR – UNICA. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

VASCONCELOS, M.S.; ALVES, D. **Manual de Econometria**. São Paulo: Atlas, 1999. 308p.

VIAN, C.E.F. **Inércia e mudança institucional: estratégias competitivas do complexo agroindustrial canavieiro no centro-sul do Brasil**. 2002. 294p. Tese (Doutorado em Ciência Econômica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

_____. **Agroindústria canavieira: estratégias competitivas e modernização**. Campinas: Átomo, 2003. 216p.

VIAN, C.E.F.; MORAES, M.A.F.D. de. Um estudo sobre o progresso técnico e as relações de trabalho na agroindústria canavieira nacional. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DO AÇÚCAR: HISTÓRIA E CULTURA MATERIAL, 1., 2005, Itu. **Anais...** São Paulo: USP, 2005. 1 CD ROM.

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR – ZaeCana, 2009. Disponível em:< http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/ZAE_Cana.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Aspectos de comercialização de etanol

A resolução N° 43 de 22/12/2009 da ANP definiu os agentes envolvidos no processo de produção e comercialização do etanol, considerando que o abastecimento nacional de etanol abrange a atividade de comercialização, distribuição, revenda e controle de qualidade de etanol combustível. Essa resolução define fornecedor como sendo o produtor com unidade fabril instalada no território nacional, cooperativa de produtores de etanol ou empresa comercializadora de etanol e agente operador de etanol e importador de etanol. De acordo com a (ANP, 2013)⁵⁰, há 514 fornecedores de etanol cadastrados no órgão.

Mas o principal fornecedor de etanol são as usinas de cana-de-açúcar. Existem três tipos de processadoras de cana-de-açúcar: usinas de açúcar (exclusivas), usinas de açúcar com destilarias anexas (açúcar e etanol) e destilarias autônomas (exclusivas de etanol), sendo que predomina no Brasil a segunda modalidade.

A comercialização do etanol entre o segmento produtor (usinas) e as distribuidoras é realizada, muitas vezes, por grupos de comercialização e corretores, como, por exemplo, a Sociedade Corretora de Álcool – SCA, que presta serviço de comercialização para mais de 60 produtores. Marques, Paulillo e Vian (2012, p.838) analisaram, através de um estudo de casos múltiplos na região Centro-Sul, as transações entre os elos de produção e distribuição com foco nos grupos de comercialização. Os resultados mostraram que os grupos de comercialização caracterizam como governança em rede, já que as empresas coordenadoras de cada grupo “... criam uma nova dinâmica, ao proporcionar a seus associados melhor acesso ao mercado, sinalizar preços, organizar arranjos logísticos, negociar e administrar contratos”, além de possibilitar a troca de informações entre as usinas, até nas esferas agrícolas e industriais, e acesso a consultorias.

A resolução n° 43 da ANP define como distribuidor de etanol a pessoa jurídica, constituída sob as leis brasileiras, autorizada para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, etanol combustível, biodiesel, mistura óleo diesel/biodiesel especificada ou autorizada pela ANP e outros combustíveis automotivos. Com base nos dados da ANP (2012), havia 153 distribuidoras de etanol hidratado em 2011,

⁵⁰ Atualizado em 11/09/2012..

sendo que as 3 maiores distribuidoras foram responsáveis por 55,7% da distribuição. Como agentes que facilitam a distribuição, destaca-se a ANP e o Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes – SINDICOM.

A mesma resolução reconheceu o agente operador de etanol, o qual está autorizado a atuar em bolsa de mercadoria e futuros, e possibilitou a criação da “empresa de comercialização de etanol”, situação na qual permite ao agente caracterizado como fornecedor também ser responsável pela comercialização, garantindo assim, entre outros, maior estabilidade do preço do etanol.

O segmento revenda é caracterizado pelos postos de combustíveis. A revenda de combustíveis automotivos é formada por 39.027 postos, sendo 16.882 de bandeira branca (ou 43,25%) (ANP, 2012). Portanto, a cadeia do etanol é formada pelos fornecedores (produtores de etanol, cooperativa de produtores de etanol, empresa comercializadora de etanol, agente operador de etanol e importador de etanol) e a comercialização no atacado (distribuidoras de etanol) e no varejo (postos combustíveis). A ANP é a agência reguladora e fiscalizadora da cadeia do etanol, como já dito anteriormente.

No Brasil, atualmente, grande parte da comercialização do etanol no mercado físico, especialmente no caso do etanol anidro, se dá por transações a termo, sem antecipação de recursos, cujos contratos utilizam como indexadores os indicadores Cepea/Esalq.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela - Saldo líquido, em mil m³, de etanol anidro no Brasil, regiões e estados, de 2003 a 2012

(continua)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Norte	(242,48)	(271,99)	(274,33)	(293,19)	(327,53)	(35202)	(370,00)	(443,56)	(477,04)	(554,51)
Rondônia	(34,33)	(40,50)	(41,70)	(45,19)	(48,02)	(52,80)	(49,85)	(60,77)	(68,88)	(82,70)
Acre	(10,89)	(11,79)	(12,38)	(13,53)	(14,99)	(17,49)	(18,93)	(22,25)	(24,05)	(25,62)
Amazonas	(63,45)	(70,67)	(69,70)	(77,36)	(80,31)	(89,17)	(96,08)	(110,03)	(123,90)	(138,30)
Roraima	(11,91)	(11,79)	(10,85)	(12,08)	(13,14)	(15,564)	(18,65)	(21,44)	(22,06)	(24,85)
Pará	(82,10)	(90,63)	(93,33)	(97,67)	(113,70)	(114,51)	(114,43)	(151,12)	(169,75)	(216,50)
Amapá	(12,95)	(14,27)	(14,47)	(16,16)	(18,08)	(20,62)	(21,501)	(24,84)	(27,37)	(31,99)
Tocantins	(26,82)	(32,31)	(31,88)	(31,19)	(39,26)	(41,84)	(41,99)	(42,32)	(28,57)	(25,88)
Região Nordeste	(32,28)	8,69	(86,73)	(179,61)	83,18	217,71	239,63	(319,43)	(547,28)	(829,88)
Maranhão	(54,43)	(60,27)	(61,20)	(56,32)	(31,75)	(32,46)	(39,33)	(91,45)	(110,64)	(132,62)
Piauí	(32,04)	(36,72)	(37,60)	(34,97)	(43,80)	(50,12)	(64,67)	(83,96)	(91,61)	(112,24)
Ceará	(118,75)	(125,66)	(126,27)	(131,64)	(137,57)	(146,98)	(155,71)	(200,99)	(227,04)	(276,21)
Rio Grande do Norte	(22,96)	(24,49)	(25,31)	(38,06)	(32,64)	(29,24)	(1,21)	(51,59)	(76,61)	(102,99)
Paraíba	72,50	90,97	104,73	77,22	137,62	127,81	148,17	70,92	78,56	63,46
Pernambuco	22,77	(3,46)	(29,19)	(47,12)	56,57	128,70	134,13	12,37	(92,02)	(96,04)
Alagoas	311,06	405,11	319,27	286,67	358,37	451,24	376,76	268,91	313,22	171,61
Sergipe	(7,04)	(6,42)	(1,68)	(12,22)	(31,63)	(20,24)	32,87	3,73	3,41	18,34
Bahia	(203,38)	(230,33)	(229,46)	(223,15)	(191,97)	(210,99)	(191,38)	(247,37)	(344,54)	(363,17)

Tabela - Saldo líquido, em mil m³, de etanol anidro no Brasil, regiões e estados, de 2003 a 2012

(conclusão)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Região Sudeste	523,73	1.408,26	2.193,67	3.912,01	6.852,88	9.336,12	9.952,67	9.893,26	4.636,37	1.755,62
Minas Gerais	(164,92)	(200,17)	(119,17)	16,67	461,02	902,80	1.041,36	1.164,51	337,75	(18,70)
Espírito Santo	(63,37)	(58,93)	(61,52)	(67,93)	(30,02)	4,10	2,92	(55,18)	(109,91)	(141,79)
Rio de Janeiro	(375,98)	(360,39)	(350,75)	(355,68)	(315,47)	(314,90)	(306,36)	(396,94)	(488,76)	(549,48)
São Paulo	1.128,02	2.027,77	2.725,13	4.318,96	6.737,35	8.744,12	9.214,74	9.180,87	4.897,30	2.465,61
Região Sul	(390,53)	(456,80)	(589,74)	(390,81)	327,37	171,93	203,60	(99,34)	(748,00)	(1.056,051)
Paraná	353,40	360,61	221,83	447,85	1.146,98	1.040,08	1.125,44	987,37	451,02	269,01
Santa Catarina	(296,31)	(331,16)	(338,26)	(369,63)	(334,76)	(343,99)	(362,92)	(446,79)	(502,16)	(556,36)
Rio Grande do Sul	(447,62)	(486,25)	(473,31)	(469,04)	(484,84)	(524,15)	(558,91)	(639,92)	(696,86)	(768,70)
Região Centro-Oeste	332,18	306,82	700,91	801,08	1.285,38	1.888,82	2.702,54	3.664,28	2.854,60	3.235,05
Mato Grosso do Sul	176,84	156,55	322,11	357,71	577,18	619,93	995,74	1.407,70	1.056,14	1.285,28
Mato Grosso	232,87	270,86	342,86	394,64	399,26	457,25	449,6	480,92	410,47	308,17
Goiás	82,30	53,45	213,56	232,72	491,84	1.004,91	1.447,60	2.000,54	1.638,48	1.911,36
Distrito Federal	(159,84)	(174,04)	(177,62)	(184,00)	(182,92)	(193,27)	(190,41)	(224,89)	(250,50)	(269,77)

Fonte: elaborado pelo autor com base em ANP (2013) e AliceWeb/Secex (2013),

Nota: *Dados até 2006, conforme a Portaria CNP n° 221/1981, Dados a partir de 2007, conforme Resolução ANP no 17/2004

**Até 2006, inclui as vendas e o consumo próprio das distribuidoras, A partir de 2007, inclui apenas as vendas

Os resultados indicam que todos os estados da região Norte possuem déficit no que diz respeito às necessidades do etanol anidro em todo o período da análise. O contrário ocorre no Centro Oeste. Apenas o Distrito Federal apresentou-se deficitário nos anos considerados no estudo. Na região Sul, o Paraná apresentou superávit em todo o período, ocorrendo o inverso com Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

No Norte, Alagoas apresenta sempre superávit, enquanto Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia apresentam déficit. Em Pernambuco e Sergipe há anos em que se verifica superávit e em outros se observa déficit. Na região Sudeste, São Paulo apresenta sempre superávit e Rio de Janeiro sempre déficit. Nos outros estados dessa região há alternância.

Igualmente ao caso etanol hidratado, os oito estados que são considerados no presente estudo são responsáveis pela maior parte da produção brasileira. Utilizando 2012 como referência, eles são responsáveis por 95,3% da produção.

ANEXO B

Quadro - Sumário das pesquisas sobre análise espacial de preços

(continua)

Autores	Ano	Local	Produto	Método de análise
Adamowicz, Baah e hawkins	1984	Canadá	Suínos	Causalidade de Granger
Alderman	1993	Gana	Grãos	Ravallion/Cointegração
Alexander e Wyeth	1994	Indonésia	Arroz	Cointegração
Ardeni	1989	Internacional	*	Cointegração
Baffes	1991	Internacional	*	Cointegração
Baulch	1994	Filipinas	Arroz	Switching regime
Benson e Faminow	1990	Canadá	Suínos	Causalidade de Granger
Benson, Faminow e Fik	1992	Canadá	Suínos	Ravallion
Benson, Faminow, Maquis e Sauer	1994	Canadá	Suínos	Cointegração
Bessler e Fuller	1994	EUA	Trigo	Cointegração
Blank e Schmiesing	1988	EUA	Milho	Causalidade de Granger
Brorsen, Chavas, Grant e Ngege	1985	EUA	Grãos	Impulso/ Causalidade de Granger
Cummings	1967	Índia	Trigo	Correlação
Currie	1995	EUA	Petróleo	Switching regime
Dahlgran e Blank	1992	EUA	Feno	Ravallion
Dercon	1995	Etiópia	Teff	Cointegração
Dries e Unnevehr	1990	Internacional	Carne	Causalidade de Granger
Ejiga	1977	Nigéria	Feijão	Correlação
Faminow e Benson	1990	Canadá	Suínos	Ravallion
Goletti	1994	Bangladesh	Arroz	Cointegração/Impulso
Goletti e Babu	1994	Malawi	Milho	Cointegração
Goletti e Tsigas	1995	**	Arroz/Milho	Multipliers
Goodwin	1992	Internacional	Trigo	Cointegração
Goodwin e Grenne	1998	Internacional	Trigo	Switching regime
Goodwin, Grennes e McCurdy	1999	Rússia	***	Impulso

Quadro - Sumário das pesquisas sobre análise espacial de preços

(continuação)

Autores	Ano	Local	Produto	Método de análise
Goodwin e Schroeder	1991	Internacional	Trigo	Impulso
Goodwin e Schroeder	1991	EUA	Boi	Cointegração
Gordon, Hobbs e Kerr	1993	França/Reino Unido	Cordeiro	Causalidade de Granger
Gupta	1973			Correlação
Gupta e Muller	1982	Alemanha	Suínos	Causalidade de Granger
Heytens	1986	Nigéria	Inhame	Timmer
Higginson, Hawkins e Adamowicz	1988	Canadá/EUA	Suínos	Impulso/ Causalidade de Granger
Jasdanwalla	1966	Índia	Amendoim	Correlação
Jordam e Sickle	1995	México/EUA	Tomate	Ravallion/ Causalidade de Granger
Klein, Rifkin e Uri	1985	EUA	Flores	Causalidade de Granger
Koontz, Garcia e Hudson	1990	EUA	Boi	Causalidade de Granger
Lele	1967	Índia	Sorgo	Correlação
Loveridge	1991	Ruanda	Feijão	Correlação
Lutz, Tilburg e Camp	1995	Benin	Milho	Cointegração/Ravallion
Mendoza e Rosegrant	1992	Filipinas	Milho	Causalidade de Granger
Mendoza e Rosegrant	1995	Filipinas	Milho	Causalidade de Granger
Mendoza e Rosegrant	1995	Filipinas	Coco	Causalidade de Granger/Ravallion
Michael, Nobay e Peel	1994	Internacional	Trigo	Cointegração
Mjelde e Paggi	1989	EUA	Milho	Impulso
Mohendru	1937	Índia	Trigo	Correlação
Palaskas e White	1993	Índia	****	Cointegração
Prakash	1996	Índia	Arroz	Switching regime

Quadro - Sumário das pesquisas sobre análise espacial de preços

(conclusão)

Autores	Ano	Local	Produto	Método de análise
Ravallion	1986	Bangladesh	Arroz	Ravallion
Sexton, Kling e Carman	1991	EUA	Aipo	Switching regime
Silvapulle e Jayasuriya	1994	Filipinas	Arroz	Cointegração
Slade	1986	EUA	Petróleo	Causalidade de Granger
Spiller e Huang	1986	EUA	Gasolina	Switching regime
Spiller e Wood	1988	EUA	Gasolina	Switching regime
Teklu, Braun e Zaki	1991	Sudão	Sorgo/Boi	Timmer
Thompson, Eales e Hauser	1990	EUA	Grãos	*****
Timmer	1987	Indonésia	Milho	Timmer
Tschirley	1995	Equador	Milho	Timmer
Uri, Chomo, Hoskin e Hyberg	1993	Internacional	Soja	Causalidade de Granger
Uri, Howell e Rifkin	1985	EUA	Flores	Causalidade de Granger
Webb, Braun e Yohannos	1992	Etiópia	Grãos	Timmer
Williams e Bewley	1993	Austrália	Boi	Impulso

Fonte: Fackler; Goodwin, 2001, p.991-992

*Trigo, lã, carne, açúcar, chá, estanho e zinco

**Arroz em Bangladesh e milho em Malawi

***Ovo, leite, óleo de vegetais e batatas.

**** Arroz, batata e mostarda

*****Utilizam uma base espacial de modelo de regressão.