

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

Jorge Estuardo Tello Gamarra

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE OS MERCADOS DO ETANOL
E DA GASOLINA DESDE O LANÇAMENTO DOS CARROS
FLEX-FUEL, NO MERCADO BRASILEIRO**

Porto Alegre
2009

Jorge Estuardo Tello Gamarra

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE OS MERCADOS DO ETANOL
E DA GASOLINA DESDE O LANÇAMENTO DOS CARROS
FLEX-FUEL, NO MERCADO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil

Porto Alegre
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T277t Tello Gamarra, Jorge Estuardo

Transmissão de preços entre os mercados do etanol e da gasolina desde o lançamento dos carros *Flex-Fuel*, no mercado brasileiro / Jorge Estuardo Tello Gamarra. – 2009.

145 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil.

1. Cadeia produtiva – Combustível. 2. Mercado de combustíveis - Precificação. 3. Etanol. 4. Gasolina. I. Título.

CDU 620.91

Ficha elaborada pela equipe da Biblioteca da Escola de Administração UFRGS

JORGE ESTUARDO TELLO GAMARRA

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE OS MERCADOS DO ETANOL
E DA GASOLINA DESDE O LANÇAMENTO DOS CARROS
FLEX-FUEL, NO MERCADO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil

Conceito final: A

Aprovado em 21 de janeiro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim / PUCRS

Prof. Dr. Luiz Carlos Federizzi / UFRGS

Prof. Dr. João Armando Dessimon / UFRGS

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil / UFRGS

AGRADECIMENTOS

O que somos, sem Deus, a família e os amigos? NADA!

Com a certeza, este projeto de mestrado, fora do meu país (o Peru), não teria sequer começado, sem a ajuda de Deus, a quem agradeço em primeiro lugar.

Pela motivação, capacidade, carinho, além do apoio financeiro, faço questão de ressaltar a enorme dívida moral que tenho para com o meu irmão Daniel Fernando. Agradeço também a minha abençoada e abnegada mãe, Vilma Gamarra, por ser a pessoa mais forte que eu já vi e que, junto com a minha irmã Lorena, foram fonte inesgotável de alento, neste percurso. Para meu caro sobrinho Luis Fernando, cujos sorrisos e abraços iluminam constantemente meus dias. Pelos grandes exemplos de superação e integridade que me deixou meu pai, Victor Daniel Tello, antes de “partir” e que depois de 28 anos continuam presentes; ao final a sua vida vive na minha e isso faz dele uma pessoa imortal.

Pelo profissionalismo, amizade e brilhantes constantes, ao longo desta dissertação, deixo aqui destacada a minha gratidão para com o meu orientador, o Professor Paulo Dabdab Waquil. Teria sido impossível concluir esta pesquisa sem a sua ajuda.

Agradeço também aos meus professores, o Prof. Dr. Eugenio Ávila Pedrozo e Prof. Dr. Homero Dewes, dos quais sempre terei muito a aprender, pois o fato de reunirem vocação, talento, inteligência e amor pela pesquisa deixam para mim um grande desafio pela frente.

A meu grande amigo Cayo Espinoza, com o qual descí, a pé, de *Chirin* (a cerca de 4000 m. acima do nível do mar), em uma noite de janeiro do ano de 2004 e entendemos que ainda temos uma missão importante por cumprir. “*Huancayo*, estamos voltando em breve!...”. Fico agradecido, também, a Martin Hernani, a Andreas Petroll e a Martin Petroll (*Hermano!*) pela sua incondicional amizade, desde os primeiros dias em que cheguei a Porto Alegre.

A meus tios Sergio, Yolanda, Deifilia e Alfredo, Mariaelena como também aos meus *hermanitos* Sergito e Dieguito, pelas constantes chamadas telefônicas e palavras de motivação, naqueles precisos momentos em que a coragem se esquecerá de mim...

Para o Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN/UFRGS) e todo o seu corpo administrativo, por me abrirem as portas e recursos, da melhor forma. À CAPES, pelo apoio financeiro, na última etapa do mestrado. Foi, sem dúvida, uma ajuda incalculável!

Ao meu parceiro Affonso Dalla Libera, por as suas excelentes perguntas e firme apoio a longo desta pesquisa (“Isso ai parceiro!”).

A todos meus colegas do CEPAN/UFRGS com os quais compartilhamos muitas risadas, obrigado pela sua amizade.

Aos momentos de valentia que não tive, ao sono que me venceu, ao talento que nunca chegou, à paciência que virou pó, à saudade... que mesmo vedando a sua presença bateu à minha porta incansavelmente. A todos esses, os quais me demonstraram o quanto ainda tenho a aprender.

Ao generoso, talentoso e alegre povo brasileiro. É mesmo, Brasil um país de todos!

RESUMO

Quando dois ou mais mercados, anteriormente separados, começam a apresentar certa convergência de preços, diz-se que eles estão integrados. Geralmente, os pesquisadores têm objetivado o estudo da integração entre mercados externos e internos (integração espacial) ou entre os diferentes elos de uma cadeia produtiva (integração vertical), mas de um único produto. Após uma importante mudança na tecnologia, concretizada através do lançamento dos motores *flex-fuel* no Brasil, a presente pesquisa teve por desafio analisar a existência de integração entre os mercados da gasolina e do etanol, dita como “integração de mercados por substituição”. Para tal fim, e depois de filtradas as séries de preços mediante os testes de estacionariedade (Dickey-Fuller Aumentado e Phillips-Perron), foi feito uso de modelos de transmissão de preços, mais especificamente os testes de Co-integração, o do Mecanismo de Correção de Erro (MCE) e o da Causalidade. No período em análise (de março de 2003 até julho de 2008), foi constatada a presença de co-integração entre os dois mercados. Também foi observado que um incremento de 1% no preço da gasolina é responsável por um incremento de 2,74% no preço do etanol. Ainda que tenha sido pequeno o parâmetro do Mecanismo de Correção de Erro obtido, ele indica que é possível relacionar o comportamento de curto com o de longo prazo, nas séries analisadas. Dos resultados obtidos, pode-se concluir que os mercados do etanol e da gasolina estão integrados a longo prazo, onde variações no preço da gasolina causam variações no do etanol (GRANGER, 1969).

Palavras-chave: Integração de mercados. Transmissão de preços. Etanol. Gasolina. *Flex-fuel*.

ABSTRACT

When two or more markets, previously separated, start showing a price convergence, it is possible to say that they are integrated. Usually, the researchers have focused the integration study between external and internal market (spatial integration) or between the different links of a productive chain (vertical integration), but just of an unique product. After an important technological change, materialized in the releasing of flex-fuel motors in Brazil, this work had as a challenge analyze the existence of the integration between the gasoline and ethanol markets, referred as "integration of substitution markets". Therefore, after filtering the prices series through stationary tests (Augmented Dickey-Fuller and Phillips-Perron), it was made the use of price transmission models, specifically the co-integration tests, and the Error Correction Mechanism (ECM) and the causality. In the analyzed period (from March 2003 to July 2008), it was verified the existence of co-integration between the two markets. Also it was observed that an increase of 1% in the gasoline price is responsible for the increase in 2.74% of the ethanol price. Although it was small the parameter of the correction mechanism in the obtained error, it points out that is possible to relate the behavior in the short and long term, in the analyzed series. Taking in consideration the obtained results, we arrived to the conclusion that the ethanol and gasoline markets are integrated in the long term, where variations in the gasoline price cause variations in the ethanol market.

Keywords: Market integration. Prices transmission. Ethanol. Gasoline. Flex fuel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Curva dos picos de produção e descobrimento do petróleo - Curva de Hubbert	24
Quadro 1 – Diferentes previsões sobre o pico mundial da produção do petróleo.....	25
Figura 2 - Vendas de veículos novos leves no mercado brasileiro: 1996 - 2007.....	29
Figura 3 - Incremento da temperatura global média da terra.....	31
Figura 4 - Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar no Brasil	41
Figura 5 - <i>Framework</i> para a integração e a regulação de mercados no contexto do comércio internacional.....	56
Quadro 2- Diversas classificações sobre a Transmissão de Preços segundo enfoque de análise.....	68
Figura 6 – Caracterizando as séries temporais de acordo a sua tendência.....	83
Figura 7 - Funções de autocorrelação de séries estacionárias e não-estacionárias	87
Figura 8 - Metodologia para a análise da integração de mercados utilizada na presente pesquisa.....	99
Figura 9 - Preços originais e deflacionados do etanol e da gasolina (2003:03 – 2008:07)	105
Figura 10 - Função de autocorrelação para os preços mensais do etanol, desde março de 2003 até julho de 2008	106
Figura 11 – Função de autocorrelação para os preços mensais da gasolina, desde março de 2003 até julho de 2008.....	107
Figura 12 - Resíduos da regressão cointegrante.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Oferta interna de energia por fonte, no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007.....	34
Tabela 2 - Consumo final energético, por fonte, no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007.....	35
Tabela 3 - Consumo final energético por setor no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007.....	36
Tabela 4 - Consumo final energético, por fonte, no setor de transportes brasileiro, período: 2006 - 2007	37
Tabela 5 - Produção e consumo brasileiros do etanol com projeções ao 2017	43
Tabela 6 - Produção brasileira de cana-de-açúcar, açúcar e etanol (2007/2008)	44
Tabela 7- Total de usinas de açúcar e álcool etílico, segundo grandes regiões, no Brasil ao 2007	45
Tabela 8 - Projeção da produção brasileira de cana-de-açúcar, açúcar e etanol (2007/2008).....	46
Tabela 9- Produção do etanol dos principais no mercado, com projeções para um período de dez anos.	48
Tabela 10 - Testes de estacionariedade para as séries de preços do etanol e da gasolina	109
Tabela 11 - Teste de causalidade de Granger para o etanol e a gasolina	113

LISTA DE ABREVIATURAS

ADF - Dickey-Fuller Aumentado

AIC - Critério de Informação de Akaike

ANP - Agencia Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis

CEPAN - Centro de Pesquisas em Agronegócios

DW - Durbin-Watson

E-G - Engle-Granger

ESMAP - Energy Sector Management Assistance Program

FAC - Função de Autocorrelação

FGV - Fundação Getulio Vargas

IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool

IEA - International Energy Agency

IEL - Instituto Euvaldo Lodi

IGP - DI - Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna

INCC - Índice Nacional de Preços da Construção Civil

IPA - Índice de Preços por Atacado

IPC - Índice de Preços ao Consumidor

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

LPU - Lei do Preço Único

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCE - Mecanismo de Correção de Erro

MEB - Matriz Energética Brasileira

MME - Ministério de Minas e Energia

MQO - Mínimos Quadrados Ordinários

P-P - Phillips-Perron

PROALCOOL - Programa Nacional do Álcool

SBC - Critério de Schwars-Bayesian

TLC - Tratados de Livre Comércio

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ÚNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	Objetivo geral	20
1.2.2	Objetivos específicos	21
2	DETERMINANTES DO ATUAL MERCADO DE COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO BRASILEIRO.....	22
2.1	VETORES DE MUDANÇA NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO	22
2.1.1	A Curva de Hubbert e o pico na exploração do petróleo	23
2.1.2	Risco à segurança energética	25
2.1.2.1	Risco para países em desenvolvimento	26
2.1.2.2	Respostas políticas para os riscos da segurança energética.....	27
2.1.2.3	Implicações de segurança energética de tecnologias de energia renováveis	27
2.1.2.4	Uso atual de energia por segmento de mercado	28
2.1.3	Mudanças na frota de veículos leves no Brasil.....	28
2.1.4	Influência do efeito estufa no clima.....	30
3	CARACTERÍSTICAS E PERSPECTIVAS DO MERCADO DE ETANOL NO BRASIL.....	33
3.1	ASPECTOS GERAIS DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS	33
3.1.1	Oferta interna de energia	33
3.1.2	Consumo final energético por fonte	34
3.1.3	Consumo final energético por setor	35
3.1.4	Consumo final energético no setor de transportes brasileiro	36
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO BRASILEIRO DE ETANOL	38
3.2.1	Breve Histórico.....	39
3.2.2	Descrição da cadeia.....	40
3.2.3	Situação atual e mercado interno	42
3.2.4	Mercado Externo	47
3.2.5	Perspectivas do etanol brasileiro para o 2020	49
4	INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E TRANSMISSÃO DE PREÇOS	52
4.1	INTEGRAÇÃO DE MERCADOS	52

4.2	INTEGRAÇÃO DE MERCADOS NO CONTEXTO DO COMÉRCIO INTERNACIONAL.....	54
4.3	INTEGRAÇÃO DE MERCADOS NO MERCADO FINANCEIRO	57
4.4	OS BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO DE MERCADOS	59
4.5	A FALTA DE INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E OS FATORES QUE A AFETAM.....	60
4.6	A LEI DO PREÇO ÚNICO E OS PREÇOS DAS <i>COMMODITIES</i>	63
4.7	MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS	65
5	REFERENCIAL METODOLÓGICO.....	70
5.1	MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA A AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DE MERCADOS	70
5.1.1	Modelos estáticos.....	71
5.1.1.1	Correlação de preços e regressão simples.....	71
5.1.1.2	Modelos estáticos de Isard (1977), Richardson (1978) e Mundlak y Larson (1992)	73
5.1.1.3	Modelo de Gardner (1975)	74
5.1.2	Modelos dinâmicos	77
5.1.2.1	Teste de causalidade	77
5.1.2.2	Teste de causalidade de Granger	77
5.1.2.3	Teste de causalidade de Sims.....	79
5.1.2.4	Modelo de Ravallion.....	80
5.1.2.5	Análise de co-integração.....	81
5.1.3	Estacionariedade	82
5.1.3.1	Processo estocástico estacionário	84
5.1.3.2	Série estacionária e a função de autocorrelação	86
5.1.3.3	Testes de Raiz Unitária	88
5.2	ESTADO DA ARTE DA TRANSMISSÃO DE PREÇOS NO MERCADO DO ETANOL.....	94
6	RESULTADOS	99
6.1	OBTENÇÃO E FILTRAGEM DE DADOS	100
6.1.1	Análise de ciclos e sazonalidade.....	102
6.1.2	Trabalhar com as variáveis em logaritmos	103
6.1.3	Análise de tendência	103
6.2	TESTE INFORMAL: DETECÇÃO GRÁFICA DOS COMPONENTES DAS SÉRIES	104
6.3	TESTES FORMAIS DOS COMPONENTES DAS SÉRIES.....	105

6.4	TESTES DE AUMENTADO DICKEY-FULLER (ADF) E PHILLIPS-PERRON (P-P).....	108
6.5	TESTE DE CO-INTEGRAÇÃO.....	109
6.6	TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER.....	113
6.7	MECANISMO DE CORREÇÃO DE ERRO.....	113
6.8	ELASTICIDADE DE TRANSMISSÃO.....	115
7	CONCLUSÕES.....	116
7.1	LIMITAÇÕES.....	120
	REFERÊNCIAS.....	121
	ANEXO A - VALORES CRÍTICOS PARA OS TESTE EG (ENGLER-GRANGER).....	130
	APÊNDICE A - CORRELOGRAMA DA PRIMEIRA DIFERENÇA DO ETANOL (DEFLACIONADO).....	132
	APÊNDICE B - CORRELOGRAMA DA PRIMEIRA DIFERENÇA DA GASOLINA (DEFLACIONADA).....	133
	APÊNDICE C - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA O ETANOL (DEFLACIONADO).....	134
	APÊNDICE D - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA A GASOLINA (DEFLACIONADA).....	135
	APÊNDICE E - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA O ETANOL (DEFLACIONADO).....	136
	APÊNDICE F - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA A GASOLINA (DEFLACIONADA).....	137
	APÊNDICE G - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA, PARA O ETANOL (DEFLACIONADO).....	138
	APÊNDICE H - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA, PARA A GASOLINA (DEFLACIONADO).....	139
	APÊNDICE I - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA, PARA O ETANOL (DEFLACIONADO).....	140
	APÊNDICE J - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA, PARA A GASOLINA (DEFLACIONADO).....	141
	APÊNDICE K - PRIMEIRAS DIFERENÇAS DOS PREÇOS DEFLACIONADOS DO ETANOL E DA GASOLINA (2003:03 – 2008:07).....	142
	APÊNDICE L - REGRESSÃO CO-INTEGRANTE PARA O PREÇO DO ETANOL E O PREÇO DA GASOLINA.....	143
	APÊNDICE M - TESTE DICKEY-FULLER PARA OS RESÍDUOS DA REGRESSÃO CO-INTEGRANTE.....	144
	APÊNDICE N - MECANISMO DE CORREÇÃO DO ERRO PARA O ETANOL E A GASOLINA.....	145

1 INTRODUÇÃO

São inquestionáveis tanto a importância do petróleo quanto o seu papel decisivo na modernização das sociedades durante todo o século XX. A dependência global em relação a esta *commodity* e seus derivados é tal que se torna fácil prever que ela continuará a ser intensamente empregada, ao menos durante as décadas iniciais do século XXI, pois responde por quase 40% de toda a energia consumida no mundo, sendo que, em relação ao setor transporte, aproximadamente 96% dele é movido por combustíveis provenientes do petróleo (IEA, 2006).

Devido às características da composição do petróleo, mesmo com a existência de outras fontes energéticas como o carvão e os óleos vegetais, a sua fácil extração e o seu baixo preço fizeram com que derivados do petróleo passassem a ser empregados como a principal fonte energética do século passado, e em quase todos os setores da economia. A versatilidade do petróleo deu origem a uma ampla gama de aplicações com subprodutos que vão desde fertilizantes, plásticos e explosivos até a criação de fibras sintéticas utilizadas na indústria têxtil.

Dada a abrangência das aplicações do petróleo no mercado mundial, todas as decisões estratégicas que são tomadas pelos países produtores de petróleo têm repercussão no custo de grande parte dos produtos, pois o reflexo de tais decisões nos preços dos produtos é imediato. Com isto, diversos estudos ressaltam que a maioria dos ciclos de recessão na economia mundial apresentaram alta correlação com as restrições na oferta de petróleo, a qual é controlada por poucos países produtores que formam a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) e que têm se caracterizado por apresentar constante instabilidade política.

O esgotamento das reservas do petróleo constitui um problema latente. As previsões de esgotamento do petróleo podem ser feitas analisando a curva de Hubbert, que descreve que a produção de petróleo de um determinado poço tem um comportamento tipo “sino”, onde a extração é fácil e barata no início, e cresce até um pico de produção, a partir do qual começa a cair e o custo de produção se torna mais oneroso. A aplicação deste conceito a todos os poços existentes faz com que diferentes empresas, instituições e especialistas determinem que o pico na exploração do petróleo, em nível global, será alcançado em um intervalo de tempo que se estende de “hoje” até daqui a 25 anos,

dependendo de fatores geopolíticos, ambientais e tecnológicos (HIRSCH, 2005; ALMEIDA, 2006).

Outro fator a ser considerado nas previsões de oferta de energia, em especial a do petróleo, consiste no risco à segurança energética. Este risco pode estar relacionado à instabilidade do mercado, a falhas técnicas nos processos produtivos e às ameaças existentes à segurança física. Tais aspectos tornam a dependência energética um risco latente nas matrizes energéticas de qualquer país.

Associados ao complicado fornecimento de petróleo e à dependência que dele se tem, surgem os denominados “choques” do petróleo. Estes choques têm como característica principal o incremento abrupto do preço do barril em nível global, sendo que as primeiras crises datam dos anos de 1970, onde diferentes países importadores de petróleo se viram obrigados a buscar fontes alternativas de energia para diversificar suas matrizes energéticas e com isto minimizar os riscos da dependência.

As alternativas de diversificação da matriz energética utilizadas estiveram condicionadas à disponibilidade de recursos naturais e a capacidade tecnológica de cada país. Esta diversificação abrangeu desde outras fontes não-renováveis: como o carvão, o gás natural e as usinas nucleares; até fontes energéticas renováveis: como as energias solar, eólica, geotérmica e a produção de energia a partir do uso de biomassa.

Os choques do petróleo, antes mencionados, tiveram grande impacto sobre a economia brasileira (ANP, 2007). Naquele período, a repentina elevação do barril do petróleo originou um acentuado desequilíbrio na balança comercial, pois representava considerável percentual do total da pauta de importações do país no período. Com o objetivo de minimizar os impactos dos novos preços, o Governo Federal reformulou a sua política energética com a finalidade de reduzir os gastos que se tinha na aquisição do petróleo. Esta nova política teve quatro pilares: o Programa de Produção Antecipada de Petróleo; o Programa de Eletrotermia; o Programa de Uso Eficiente da Energia e o Programa Nacional do Álcool (Proálcool).

O Proálcool, um dos principais pilares desta nova política, criado em 1975 (Decreto nº 76.593), foi baseado no incentivo a fontes alternativas ao petróleo importado e também em políticas de uso mais eficiente de energia. No que tange à utilização de fontes não renováveis (alternativas) o programa objetivou a substituição da gasolina dos automóveis pelo etanol (álcool etílico), como também reduzir os prejuízos dos produtores de açúcar,

que faziam frente a preços baixos no mercado internacional, além de responder aos interesses da indústria automotiva (ANP, 2007).

A evolução da utilização do álcool etílico como combustível pode ser descrita em quatro fases. A primeira fase do Proálcool (1975-1979) esteve orientada à produção de álcool etílico anidro para a mistura com gasolina. A segunda (1980-1987) orientou-se à produção de álcool etílico para a sua utilização em automóveis movidos exclusivamente a etanol hidratado, e como consequência do segundo choque do petróleo, ocorrido nos anos 1978/9, juntamente com os baixos preços do açúcar no mercado internacional, os carros movidos apenas a álcool tomaram a liderança das vendas de veículos novos leves, no mercado automotivo brasileiro. A terceira fase (1988-2002) do programa teve uma trajetória diferente das anteriores, devido ao fato de que os melhores preços de açúcar no mercado internacional motivaram aos produtores a priorizar o atendimento da demanda deste mercado em detrimento do mercado interno do álcool combustível. Outro aspecto que marcou esta fase foi a queda dos preços do petróleo no mercado internacional, pois, neste novo cenário, seguir produzindo etanol para fornecer combustíveis para a frota nacional de veículos leves, principalmente sem apoio governamental, além da desregulamentação que foi feita no setor, deixou de ser uma atividade lucrativa para os usineiros (ANP, 2007).

Esta falta de incentivo econômico para os produtores de etanol trouxe consigo o desabastecimento do mercado e a consequente perda de confiança por parte do consumidor final, que dependia de um só tipo de combustível, o etanol.

A identificação deste aspecto por parte das montadoras motivou o desenvolvimento de motores bi-combustíveis que trabalham tanto com gasolina quanto com álcool combustível. O lançamento dos carros *flex-fuel* no mercado brasileiro aconteceu em março de 2003, dando origem à quarta fase (2003 - até os dias atuais) da evolução da utilização do álcool como combustível no mercado doméstico e, desde então, tornou-se evidente a mudança na frota de veículos no Brasil. Desde o lançamento dos automóveis *flex-fuel*, até hoje, as vendas destes veículos mostraram um crescimento exponencial, representando atualmente 90% das vendas de carros leves novos no Brasil, sendo previsto que, no ano de 2015, a frota brasileira de veículos leves seja formada por 65% de veículos bi-combustível (ANFAVEA, 2007).

Como resultado da análise das quatro fases que o setor sucroalcooleiro atravessou, e considerando as atuais condições de dependência e escassez de energia vinda do petróleo, pode-se vislumbrar que o setor se encontra em uma fase de expansão. Por um lado, tem-se o aumento da demanda do etanol no mercado internacional, pois os países importadores de petróleo estão em uma corrida para serem menos dependentes desta fonte energética, e, por outro, há uma crescente demanda no mercado interno devido às vendas de veículos *flex-fuel*, aumentando o consumo de etanol.

Em relação à oferta de etanol, há a necessidade de que os países que pretendam produzi-lo tenham grandes extensões de terra favoráveis à agricultura, adequadas condições climáticas para determinadas culturas agroenergéticas, infra-estrutura que permita a distribuição do biocombustível, e suficiente emprego de tecnologia adequada em toda a cadeia de produção, para que estes países possam obter ganhos de produtividade com a produção deste tipo de combustível.

A maioria dos aspectos mencionados anteriormente é inexistente na maioria dos países desenvolvidos. Entretanto, alguns países em desenvolvimento que têm aspectos edafoclimáticos favoráveis para o cultivo de plantas aptas à produção de biocombustíveis, apresentam tecnologia limitada para a produção do álcool combustível, com algumas exceções, entre elas o Brasil. Assim, pode-se dizer que o Brasil, devido às decisões tomadas nos choques do petróleo e às suas ótimas condições geográficas, tem capacidade suficiente para ofertar o etanol necessário para alguns países importadores, sem riscos significativos para a suficiência no fornecimento ao seu mercado interno.

Outro aspecto que não pode ser esquecido, na atual dinâmica mundial, se refere à influência do efeito estufa sobre o clima, pois a queima dos combustíveis fósseis, que lançam CO₂ na atmosfera tem motivado o incremento da temperatura média na Terra. Este aquecimento do planeta gera inúmeros fenômenos, como o aumento da temperatura dos oceanos, o incremento do nível do mar, derretimento das geleiras, etc. A reação de alguns países frente às mudanças tem sido o comprometimento com a diminuição do uso de combustíveis fósseis, mediante a assinatura do Protocolo de Kyoto, procurando, entre outras metas, o desenvolvimento e a utilização de combustíveis renováveis, como por exemplo, o etanol.

Do panorama até aqui detalhado, pode-se resumir que, no mercado automotivo brasileiro, existem quatro vetores de mudança presentes, sendo eles: o pico na exploração de petróleo, o risco à segurança energética, a mudança na frota de veículos leves no Brasil e a influência do efeito estufa sobre o clima. A sinergia entre estes vetores faz com que a cadeia brasileira de produção sucroalcooleira tenha entrado em uma fase de investimentos, com o objetivo de atender a atual, e principalmente, a futura demanda do álcool combustível no mercado nacional e internacional.

Cabe ressaltar que o etanol, em nível mundial, encontra-se em uma etapa de comoditização. Logo que seja alcançada esta meta, a sua comercialização será mais livre, onde os países com grande potencial produtor, como o Brasil, poderão receber os benefícios da venda, e os países compradores, os benefícios do etanol a um preço competitivo e sem tarifas de importação ou subsídios, que distorcem os mercados e tornam mais caro o produto para o consumidor final.

Ainda que existam no mercado múltiplas variáveis que influenciam a oferta e a demanda de um determinado produto ou serviço, a variável determinante na demanda do mesmo se refere ao seu preço. Ele afeta a posição competitiva da empresa, a sua participação do mercado e a sua rentabilidade. A determinação do preço é considerada uma atividade central dentro de qualquer estrutura de mercado, pois influencia os salários, lucros, juros, investimentos, etc. Pelo lado do consumidor, o preço é uma variável vital para a satisfação das suas necessidades e desejos, considerando que estes consumidores têm necessidades variadas e uma determinada restrição orçamentária.

Para sobreviver em qualquer mercado, seja como uma empresa individual ou como uma cadeia de empresas, uma organização precisa determinar preços que sejam consistentes com o valor que o produto ou serviço tem para o consumidor. Uma vez determinado o preço, este requer que seja feita uma vigilância permanente para que se possa controlar a efetividade da estratégia da empresa ou das empresas que são parte da cadeia. Mediante o preço, pode ser perseguido um leque de objetivos como benefícios, recuperação de investimentos, participação de mercado, rentabilidade, etc., sempre tentando alcançar simultaneamente vários objetivos.

A determinação do preço, no caso do etanol, depende dos objetivos que a cadeia sucroalcooleira tem ao estabelecê-lo, sendo que o comportamento do consumidor, o nível de concorrência, as intervenções governamentais, o poder de negociação com os fornecedores, os aspectos da transmissão de preços e a relação entre a oferta e a demanda internacional consistem em exemplos de fatores que, dentre outros, influenciam a determinação do preço do álcool combustível. O fato de conhecer os mecanismos pelos quais os preços da gasolina e do etanol se relacionam no mercado brasileiro é importante para a definição de políticas setoriais e para tomar decisões sobre a produção e a comercialização no mercado de álcool combustível.

Neste sentido, a transmissão de preços faz referência à relação existente entre séries de preços, podendo ser do mercado internacional para o mercado doméstico, de um mercado para o outro, ou de um elo para outro ao longo da cadeia, com o objetivo de observar e analisar como um determinado comportamento de preços em um mercado se transmite para outro (BALCOMBE; MORRISON, 2002).

Segundo Acosta e Ortega (2006), de maneira geral, a transmissão de preços pode ser estudada a partir de dois enfoques principais: quando a finalidade for a de examinar a diferença entre o preço de um produto nos mercados internacional e doméstico (ou em áreas distintas de um mesmo país) se trata de um “enfoque espacial”. Se o interesse de uma análise residir na forma como o preço é transmitido através dos diferentes elos da cadeia (fornecedor, produtor, atacado, varejo, consumidor final) trata-se de um “enfoque vertical”.

A respeito do preço e das suas relações, no setor sucroalcooleiro brasileiro, já foram realizadas diferentes pesquisas. No entanto, segundo alguns destes autores, a maioria destas investigações tem focado as relações de preços entre os mercados interno e externo. Também são encontrados trabalhos que relacionam os preços em períodos no qual os mercados se encontravam regulados pelo governo e outros estudos quando o mercado estava em processo de desregulamentação, todos estes com aspectos muito diferentes dos atuais e, por isto, as relações encontradas são diferentes das que se apresentam na atual dinâmica do mercado. Dos trabalhos realizados e das opiniões de pesquisadores se pode concluir que existe uma lacuna na literatura que estude as relações de preços desde o momento que as unidades *flex-fuel* ingressaram no mercado brasileiro. Neste sentido, a presente pesquisa tem por objetivo o estudo destas relações desde março de 2003.

Ter conhecimento das características das inter-relações dos preços da gasolina e do etanol no mercado brasileiro, desde o lançamento das unidades *flex-fuel*, poderia ser uma informação importante para que se estabeleçam diferentes políticas, tais como: cotas de exportação; taxas de exportação; e de políticas de incentivo à produção interna. Ou seja, saber qual a dinâmica da transmissão de preços entre os mercado do etanol e da gasolina pode ajudar aos diferentes agentes econômicos no processo de tomada de decisões nos setores em que estão inseridos.

Faz-se necessário salientar que o Brasil, por enquanto, é o único país que possui um grande percentual destas unidades, e as projeções a médio prazo apontam no sentido de que os carros *flex-fuel* sejam a maior parte da frota em 2015.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Dado o contexto no qual se encontra inserido o mercado de combustíveis no Brasil, a pesquisa pretende responder a seguinte pergunta:

Como se dá a transmissão de preços entre o mercado do etanol e da gasolina, desde o lançamento dos veículos *flex-fuel* no mercado brasileiro?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o mercado de etanol brasileiro, identificando se existe transmissão de preços entre o etanol e a gasolina desde o lançamento dos veículos *flex-fuel* no mercado brasileiro.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar as características dos vetores de mudanças presentes no mercado automotivo brasileiro de combustíveis;
- Caracterizar o mercado automotivo brasileiro de combustíveis;
- Analisar se existe transmissão de preços entre a gasolina e o etanol, e, mais especificamente, a sua intensidade, sentido e defasagem.

2 DETERMINANTES DO ATUAL MERCADO DE COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO BRASILEIRO

2.1 VETORES DE MUDANÇA NO MERCADO DE COMBUSTÍVEL AUTOMOTIVO

Quando Henry Ford construiu o seu primeiro carro, o *quadricycle*, em 1896, projetou-o para rodar com etanol como combustível; na Alemanha, Rudolph Diesel construiu os seus motores para operar com óleo de amendoim. Mesmo que os primeiros esforços para perfurar rochas na busca por petróleo para suplantiar estes biocombustíveis tenham enfrentado o ceticismo da época, em sinergia com o aumento do mercado automotivo, o consumo de petróleo ocorreu inevitavelmente com os avanços tecnológicos na exploração desta fonte fóssil (SCHUBERT, 2006).

Segundo Schubert (2006), o consumo do petróleo começou a aumentar, e o seu esgotamento, a médio e longo prazo, torna-se inevitável. Com isto, pesquisadores estão trabalhando para converter a biomassa em combustível, pois, além do esgotamento anunciado, têm-se os preços do petróleo em uma nova escalada¹, passando os combustíveis alternativos a fazerem parte, novamente, da agenda política. É assim que no mundo todo, no ano de 2005, a produção de biodiesel foi incrementada em 60% com relação à do ano de 2004, enquanto que a produção de etanol teve uma alta de 19% sobre a produção, no mesmo período de análise (SCHUBERT, 2006).

O mercado de combustível automotivo brasileiro está sendo orientado pelos mesmos vetores de mudança global, tais como: a influência do efeito estufa; o esgotamento do petróleo; e a segurança energética. Contudo, a mudança na frota de veículos leves começa a ser um vetor característico do mercado interno. A seguir, são apresentados detalhes destes vetores, principais agentes² de mudança no mercado brasileiro de combustíveis.

¹ Ressalta-se que a escalada nos preços do petróleo se manteve até julho de 2008, quando o preço chegou até US\$ 148 por barril, depois, os preços começaram a cair para um novo patamar. Contudo, segundo Hirsch (2005), o seu próximo esgotamento trará restrições pelo lado da oferta e, conseqüentemente, preços altos.

² A consideração destes quatro vetores de mudança, como os principais, é um pressuposto feito pelo autor da presente pesquisa.

2.1.1 A Curva de Hubbert e o pico na exploração do petróleo

A extração comercial do petróleo teve início em 1859, mas foi no princípio do século XX que, no Estado do Texas (EUA), a primeira exploração massiva de poços petrolíferos foi feita. A sua fácil extração fez do petróleo um recurso único, pela sua versatilidade, facilidade de transporte, armazenagem e grande quantidade de energia proporcionada por unidade de volume (BULLÓN, 2006).

Não existe dúvida de que o petróleo foi determinante para o desenvolvimento dos meios de transporte, substituindo o carvão e facilitando a mecanização na agricultura, o desenvolvimento da indústria e a especialização das áreas produtivas do mundo todo. No entanto, esta importância criou uma dependência mundial da energia e dos produtos que dele são originados (BULLÓN, 2006).

Esta perigosa dependência motivou o estudo da previsão de esgotamento do petróleo, sendo que, no início da década de 1950, o cientista M. King Hubbert demonstrou que o comportamento que experimenta a extração do petróleo de qualquer poço petrolífero segue uma curva em forma de sino, chamada por isto “Curva de Hubbert”. Na parte ascendente desta curva, antes do ponto máximo, o petróleo é abundante, de boa qualidade e fácil de extrair, porém na parte descendente da curva é cada vez mais escasso, caro e de menor qualidade e pureza.

O termo “pico” é aplicado à parte superior do sino de Hubbert, ou seja, a parte na qual a produção máxima é alcançada, que coincide com o ponto onde se tem extraído aproximadamente a metade do petróleo existente no início.

Segundo Almeida et al.(2006), faz-se necessário mencionar que, por trás da idéia de que a produção de petróleo evolui em uma forma de sino, existe a hipótese de que a curva de evolução das reservas provadas também segue a mesma forma. Ou seja, em uma mesma bacia petrolífera, durante a primeira fase, as novas descobertas de petróleo tendem a mais que compensar a diminuição das reservas com a produção. Mas isto só acontece até que seja atingido o pico no volume de reservas, pois, após este ponto, as novas descobertas passam a ser menores do que a produção e, como consequência, o volume total de reservas diminui.

Na Figura 1, observa-se que o pico das reservas tende a ser alcançado antes do que o pico da produção. Isto se deve ao fato de que, entre o descobrimento de uma reserva e a sua extração, podem transcorrer vários anos, por razões técnicas associadas ao tempo necessário para o desenvolvimento do campo ou motivos políticos que controlem a produção (ALMEIDA et al., 2006).

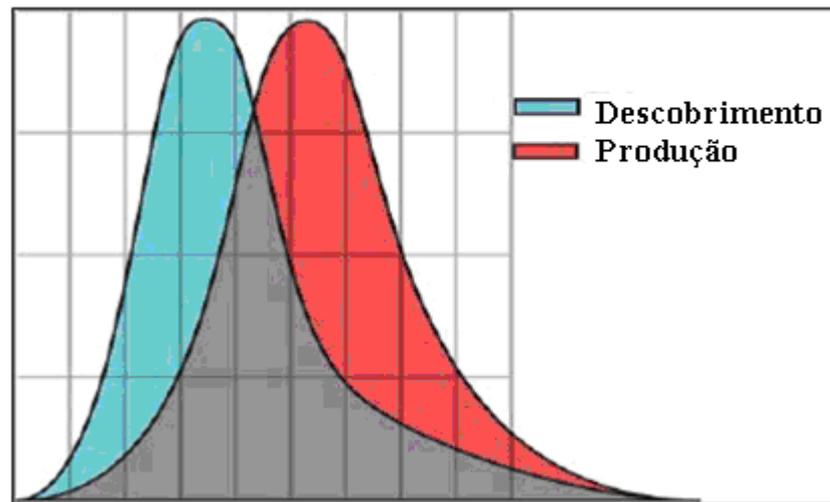


Figura 1 – Curva dos picos de produção e descobrimento do petróleo - Curva de Hubbert
Fonte: Almeida (2006, p. 18).

Com o objetivo de confirmar a teoria de esgotamento do petróleo a curto e médio prazo, Hirsch (2005) apresenta as projeções feitas por diferentes organizações internacionais, pesquisadores e empresas relacionadas com o setor. No Quadro 1, nota-se que, de acordo com as diferentes variáveis de nível técnico, político, econômico, ambiental, dentre outras usadas nas previsões, adianta-se ou posterga-se o alcance do pico de Hubbert. Contudo, o inevitável esgotamento no curto ou médio prazo é consenso em todas as previsões feitas.

Data projetada	Fonte de projeção	Organização
2006-2007	Bakhitari, A.M.S.	Oil Executive (Iran)
2007-2009	Simmons, M.R.	Investment banker (U.S.)
Depois de 2007	Skrebowski, C.	Petroleum journal editor (U.K.)
Antes de 2009	Deffeyes, K.S.	Oil company geologist (ret., U.S.)
Antes de 2010	Goodstein, D.	Vice Provost, Cal Tech (U.S.)
Ao redor de 2010	Campbell, C.J.	Oil geologist (ret., Ireland)
Depois de 2010	World Energy Council	World Non-Government Org.
2012	Pang Xiongqi	Petroleum Executive (China)
2010-2020	Laherrere, J.	Oil geologist (ret., France)
2016	EIA nominal case	DOE analysis/ information (U.S.)
Depois de 2020	CERA	CERA
Depois de 2020	Shell	Major oil company (U.K.)

Quadro 1 – Diferentes previsões sobre o pico mundial da produção do petróleo
 Fonte: Adaptado de Hirsch (2005).

Dadas as expectativas da proximidade do esgotamento das reservas de petróleo e a dependência das atividades econômicas dos diferentes agentes em relação a este recurso, existe uma constante procura por outras fontes, sejam renováveis ou não, que garantam o fornecimento de energia.

2.1.2 Risco à segurança energética

A IEA (2007) define que, para o fornecimento de energia ser “seguro”, deve reunir três requisitos: ser adequado (que cumpra o seu objetivo com maior eficiência); disponível (que seja obtido sem dificuldade); e ser seguro (que o risco de obtê-lo seja mínimo). Os consumidores esperam a luz sempre que ligam o interruptor, o conforto dos condicionadores de ar o ano todo, ter a facilidade de comprar um veículo ou pegar um meio de transporte que utilize combustível fóssil. Eletricidade, calor e mobilidade normalmente são considerados como necessidades básicas da vida, e as pessoas devem ter a facilidade de supri-las a qualquer momento.

Para a European Commission (2000), a segurança energética é definida como: “Disponibilidade física ininterrupta de produtos energéticos no mercado, em um preço que é acessível para todos os consumidores, sejam estes privados ou industriais”.

Segundo o IEA (2007), os riscos existentes no fornecimento da energia podem ser categorizados como:

Instabilidade no mercado de energia causada por mudanças imprevistas em geopolítica e outros fatores externos, ou provenientes da concentração de fontes de petróleo;

Falhas técnicas de diversos tipos (*blackouts e brownouts*) causados pela matriz e pelo mau funcionamento de plantas de geração;

Ameaças à segurança física, tais como terrorismo, sabotagem, roubo ou pirataria, assim como desastres naturais (terremotos, furacões, erupções vulcânicas, efeitos de mudança de clima, etc.).

2.1.2.1 Risco para países em desenvolvimento

Todos os países têm as suas próprias características físicas, políticas, econômicas, sendo que é desta forma que o impacto e a percepção do risco no fornecimento de energia diferem de um país para outro.

Em muitos países em desenvolvimento, a expectativa de segurança energética é frequentemente baixa e a interrupção do fornecimento de energia é, às vezes, considerado como algo normal. No entanto, os altos preços do petróleo e as flutuações nos preços do gás são sinalizadas como as maiores ameaças para dar cumprimento às Metas do Milênio, das Nações Unidas, que levem estes países pela trilha do desenvolvimento sustentável (ESMAP, 2005a; 2005b).

Neste mesmo caminho, o petróleo importado, somado às economias de baixa-renda, as quais são mais vulneráveis aos incrementos nos preços do petróleo, faz com que seja afetado, de forma negativa, o balanço de pagamentos dos países em desenvolvimento (ESMAP, 2005b).

Para Saghir (2006), especialmente as pequenas populações, que são economias importadoras de petróleo, estão sofrendo com o inseguro, inadequado, pouco disponível e incerto fornecimento de energia, que lhes arruína as tentativas de alcançar o desenvolvimento econômico.

2.1.2.2 Respostas políticas para os riscos da segurança energética

Segundo o IEA (2007), para prevenir os impactos significativos da insegurança energética, os governos podem diversificar os seus recursos. Definitivamente, os recursos renováveis não são a única opção para tal diversificação. Por exemplo, o carvão encontra-se disponível em diferentes áreas geográficas pertencentes a diferentes países. No entanto, a combustão do carvão sem a captura ou armazenamento do carbono contribui com o agravamento do efeito estufa e acarreta em problemas a todos os que habitam esta “aldeia global”. É assim que as energias renováveis apresentam-se como vantajosas, considerando a sua capacidade de fornecer segurança energética e preservando o meio ambiente.

2.1.2.3 Implicações de segurança energética de tecnologias de energia renováveis

As fontes renováveis de energia são, de modo geral, recursos que podem reduzir a dependência da energia importada. Ainda que amplamente distribuídas, estas fontes o são de uma maneira desigual, e a sua utilização para a geração de eletricidade pode minimizar tanto as perdas como os custos de transmissão, desde que a sua geração fique em localização próxima à da demanda. Quando esta geração de energia fica próxima dos usuários finais, ela é conhecida como geração “distribuída” (IEA, 2007).

Ainda que o investimento por unidade de capacidade instalada seja alto para a maioria das fontes energéticas renováveis, como por exemplo, as energias eólica, solar e hidroelétrica, sua produção não depende do uso de combustíveis fósseis, características que tornam estes tipos de energia pouco ou nada vulneráveis às altas nos preços de combustíveis fósseis.

No caso da bioenergia, mesmo considerando que sejam necessários combustíveis fósseis para a sua geração, estes são menos propensos às flutuações de custo do que no caso das plantas de combustíveis fósseis (JANSSEN, 2002). É imprescindível mencionar que as sementes e a cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis têm certo limite, pois cada país tem uma limitada disponibilidade de terras (com exceção de alguns países) e

de serem importadas as matérias primas para sua fabricação, com isto o risco de preço e de fornecimento também estaria presente como no caso dos combustíveis fósseis.

Ressalta-se que uma forma de minimizar o risco de fornecimento dos combustíveis renováveis por parte dos países importadores poderia ser a diversificação de fornecedores.

2.1.2.4 Uso atual de energia por segmento de mercado

O IEA projetou, no seu cenário de referência WEO (2006), que as energias renováveis (incluindo biomassa, resíduos e outros renováveis) constituirão somente 13,8% de toda a demanda mundial primária de energia por volta de 2030. No entanto, no mesmo documento, que assume a implementação de medidas e políticas relacionadas com as energias renováveis que atualmente estão sendo consideradas por governos para garantir a segurança energética e reduzir as emissões de CO₂ do setor energético, prevê que estas emissões aumentarão em 16,2%.

2.1.3 Mudanças na frota de veículos leves no Brasil

Em março de 2003, foram lançadas no mercado as unidades *flex-fuel*, fato que modificou completamente o mercado de veículos leves brasileiro. Estas unidades operam com gasolina, etanol ou qualquer mistura destes combustíveis. Em relação à decisão de compra quanto ao tipo de combustível a ser utilizado pelo consumidor, esta é dada em função da relação de preços entre o álcool hidratado e a gasolina. Em geral, se esta for menor que 0,7, o consumo do etanol para o consumidor tornar-se-ia mais barato e o consumidor começaria a utilizá-lo.

Como apresentado na Figura 2, nos últimos 5 anos, as vendas de carros novos no mercado brasileiro mudaram radicalmente. No ano de 1997, por exemplo, as vendas de veículos a álcool foram de 1.075 unidades de um total de 1.677.858, porém o lançamento no mercado das unidades *flex-fuel* representou uma mudança nas vendas de carros novos.

Jank (2007) estima que, no ano de 2007, as vendas de carros com motor *flex-fuel* representaram 80% do total, com aproximadamente 1.639.613 unidades.

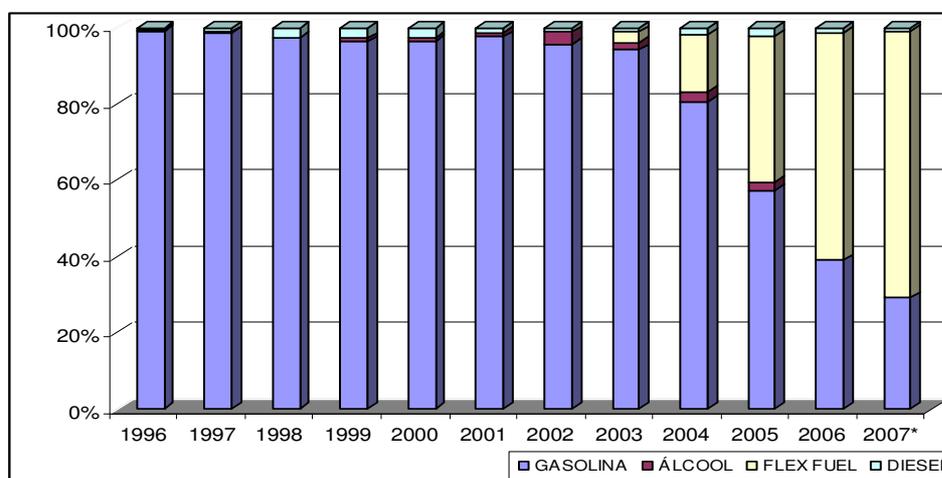


Figura 2 - Vendas de veículos novos leves no mercado brasileiro: 1996 - 2007

Fonte: ANFAVEA (2007).

Segundo as projeções referentes à frota brasileira de automóveis e veículos leves de ciclo de explosão, apresentadas por Jank (2007), estima-se que, no ano de 2010, dos quase 24 milhões de unidades, aproximadamente 10 milhões serão unidades *flex-fuel*, e as estimativas para o ano de 2015 preveem que, do total das unidades existentes, 20 milhões sejam carros *flex* (aproximadamente 65% da frota).

Dados os incrementos em produtividade da cultura da cana-de-açúcar brasileira, a tendência do incremento de unidades de veículos *flex-fuel*, os ganhos de produtividade como consequência do incremento da mecanização da colheita, a melhora dos processos industriais, somados à possibilidade de que os preços do barril do petróleo continuem acima dos 35 dólares, pode ser afirmado que a diferença dos preços relativos entre os dois combustíveis substitutos no Brasil poderia continuar sendo abaixo de 0,7.

Nos resultados de pesquisa feita pelo IBOPE (2002), observa-se que o preço do etanol é um fator que direciona a decisão de compra dos consumidores. Com isto, pode-se dizer que, para a grande maioria dos consumidores, o produto não é diferenciado, e um menor custo relativo do etanol, em comparação ao da gasolina, será decisivo na definição da compra, sendo que outros atributos e benefícios que possam gerar valor para o cliente têm menor relevância.

De acordo com as tendências da cadeia do etanol e a importância do fator econômico na decisão de compra dos consumidores, pode-se deduzir que o mercado interno brasileiro apresenta grande potencial para dar conta da oferta gerada pela cadeia do etanol.

2.1.4 Influência do efeito estufa no clima

Segundo o IPCC (2007), o clima e o tempo são coisas distintas. Para os integrantes deste painel, o clima, geralmente, é definido como a média do tempo. No que tange ao efeito estufa, este guarda uma forte inter-relação com o clima. Observações climáticas têm demonstrado, estatisticamente, que mudanças no tempo, ao longo das últimas décadas, guardam estreita correlação com o efeito estufa.

Salienta-se, também, que existe uma confusão entre a definição de tempo e de clima. Por exemplo, quando cientistas são perguntados: como prever o clima nos próximos 50 anos, se não podem prever o tempo daqui a poucas semanas? Com isto, é oportuno ressaltar que a natureza caótica do tempo torna imprevisível a sua estimativa, até mesmo se tratando dos próximos dias. No entanto, as projeções das mudanças climáticas (média do tempo ao longo prazo) devido a mudanças na composição atmosférica ou outros fatores, são muito diferentes e de mais fácil administração (IPCC, 2007).

Por outro lado, é de consenso que as atividades humanas influenciam a mudança do clima, fato que é percebido no incremento dos gases de efeito estufa e dos aerossóis. Dentre as atividades que causam maior impacto devido às emissões de CO₂ na atmosfera está a utilização dos combustíveis fósseis, que constantemente vem sendo incrementada.

Segundo o IPCC (2007), os aerossóis e os gases de efeito estufa afetam o clima pela alteração da relação entre a quantidade de radiação solar recebida pela superfície da Terra e a radiação infravermelha (térmica) perdida para o espaço, que fazem parte do balanço energético global. Desde o começo da era industrial (aproximadamente em 1750), os impactos ocasionados pela atividade humana no clima têm excedido em muito qualquer outra atividade de origem natural, tais como as mudanças solares e as erupções vulcânicas.

Na Figura 3, apresentada pelo IPCC (2007), encontram-se os resultados das observações instrumentais referentes aos últimos 157 anos, onde encontramos que a temperatura da superfície tem se incrementado globalmente, com importantes variações regionais. Ao ser considerada a média global, o aquecimento, nos últimos 157 anos, tem ocorrido em duas fases: a primeira, entre as décadas de 1910 a 1940, com um incremento total médio de 0,35 °C; e, a segunda e mais acentuada, desde a década de 1970 até a atualidade, sendo este incremento total médio de 0,55 °C (IPCC, 2007). A confirmação e manifestação deste aquecimento global vêm do aquecimento da temperatura dos oceanos, do aumento do nível do mar, do derretimento das geleiras, do recuo do mar gelado no Ártico e da diminuição da neve que cobre parte do Hemisfério Norte.

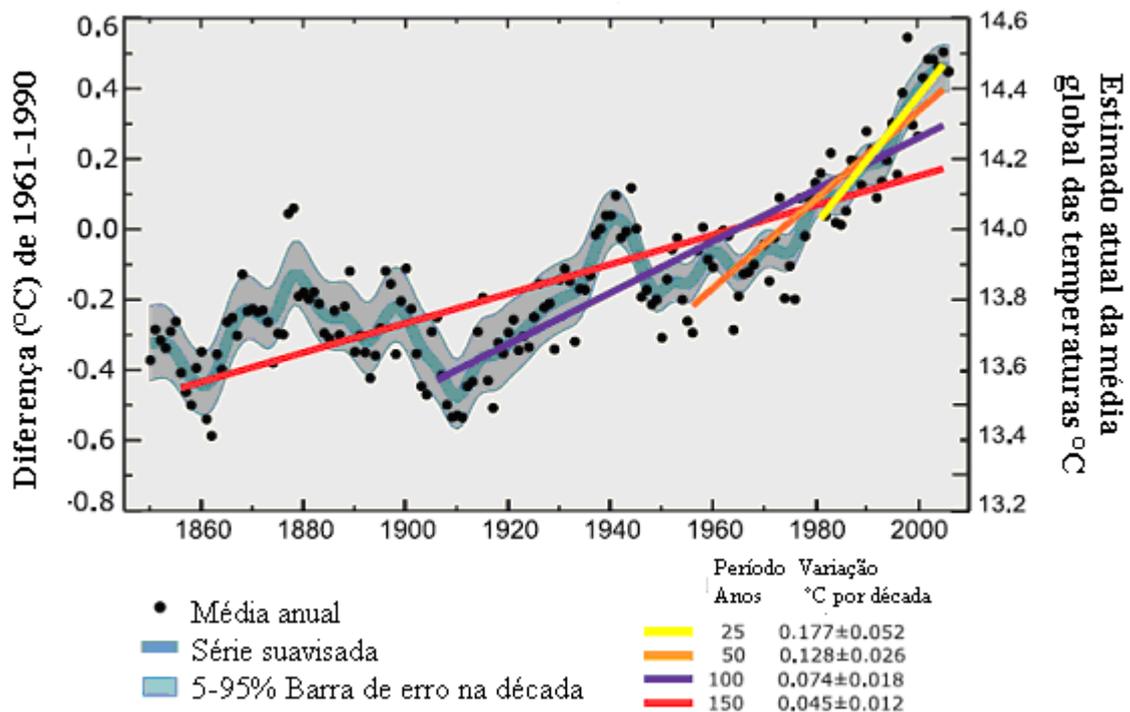


Figura 3 - Incremento da temperatura global média da terra

Fonte: IPCC (2007, p. 104).

Esta constante elevação da temperatura global, que ocasiona diferentes transtornos no clima da Terra, tem origem principalmente nas emissões de CO₂ liberados na queima de combustíveis fósseis. Por isto, diferentes países assinaram o protocolo de Kyoto, comprometendo-se a diminuir as suas emissões de CO₂, seja por eficiência energética, pela compra de créditos de carbono ou pela diminuição na queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2007).

Apesar da dependência que as atividades humanas têm em relação ao petróleo e seus derivados, dados os prejuízos ao clima global e as suas conseqüências, que são cada vez mais presentes, diferentes governos estão discutindo como substituir os combustíveis convencionais por energias renováveis. E é com este intuito que o etanol apresenta-se como uma das alternativas de fornecimento de energia com menores emissões relativas de CO₂.

O fato de considerar a influencia do efeito estufa, dentre os vetores de mudanças presentes no cenário brasileiro de combustíveis, é que este *driver* está puxando o desenvolvimento e utilização de combustíveis renováveis, entre eles, o etanol. Posteriormente, a presença do etanol nesse mercado de combustíveis e a sua possível integração com o mercado da gasolina é um fenômeno que o seguinte estudo tenta analisar.

3 CARACTERÍSTICAS E PERSPECTIVAS DO MERCADO DE ETANOL NO BRASIL

3.1 ASPECTOS GERAIS DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS

Antes de caracterizar o mercado de etanol no Brasil, é necessário observar, de forma mais ampla, qual a sua importância dentro da matriz energética brasileira como um todo. Neste sentido, aspectos relacionados à oferta interna, ao consumo final por fonte, e por último, ao consumo final no setor transportes, são aspectos privilegiados na discussão apresentada no começo deste capítulo. Posterior a isto, é caracterizada a atual posição do Brasil no mundo dos bicombustíveis, para depois analisar aspectos de consumo interno e externo. Finalmente, são comentadas as perspectivas que tem o Brasil para o ano de 2020, sendo dado um relativo destaque para uma agenda de quatro pontos a serem levados em consideração, objetivando a permanência do Brasil como potência mundial na área dos bicombustíveis.

Por outro lado, entender as características do mercado do etanol brasileiro ligadas aos determinantes que atualmente se encontram presentes no setor automobilístico responderá algumas questões relativas aos motivos de o fenômeno de transmissão de preços destes combustíveis substitutos estar presente no Brasil.

3.1.1 Oferta interna de energia

Em termos globais, a oferta interna de energia está composta em dois grandes grupos: fontes de energia não-renováveis e renováveis. Sendo as suas porcentagens de participação, em 2007, de 53,6% e 46,4%, respectivamente. Dentro do grupo das fontes não-renováveis de energia, o petróleo e derivados têm o principal papel, seguidos pelo gás natural, pelo carvão mineral, e, por último, pelo urânio (U308) e derivados. No que tange ao grupo das fontes renováveis de energia, os produtos da cana-de-açúcar têm um papel de destaque, tendo uma participação de 16% na oferta total, seguidos pela energia hidráulica e

eletricidade (14,7%), pela lenha e pelo carvão vegetal (12,5%), e por outras fontes renováveis (3,1%), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Oferta interna de energia por fonte, no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007

Energético*	2007	2006	Porcentagens (%)	
Oferta Total	239,4	225,9	2007	2006
Energia Não Renovável	128,3	124,4	53,6	55,1
Petróleo e Derivados	87,9	85,5	36,7	37,8
Gás Natural	22,3	21,6	9,3	9,6
Carvão Mineral e Derivados	14,8	13,6	6,2	6,0
Urânio (U308) e Derivados	3,3	3,7	1,4	1,6
Energia Renovável	111,0	101,5	46,4	44,9
Produtos da Cana-de-açúcar	38,4	32,8	16	14,5
Energia Hidráulica e Eletricidade	35,3	33,4	14,7	14,8
Lenha e Carvão Vegetal	29,9	28,6	12,5	12,7
Outras Renováveis	7,5	6,7	3,1	2,9

* Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep)

Fonte: Adaptada de MME (2008).

Segundo dados do MME (2008), dentro das fontes que compõem a Matriz Energética Brasileira (MEB), a cana-de-açúcar já tinha um papel ressaltante como porcentagem significativa de participação naquela matriz. Mesmo assim, esta oferta cresceu de 14,5% o ano 2006 para o 16% do total de energia consumida o ano 2007, passando, com isto, a ser a segunda fonte de energética mais importante, atrás, somente, do petróleo (36,7% o 2007).

3.1.2 Consumo final energético por fonte

No ano de 2007, o consumo de energia por fonte cresceu 6,7%, em relação aos níveis verificados no ano de 2006, salientando aqui que este crescimento foi maior do que a oferta total, que cresceu 5,9% (de 225,9 Tep o 2006 até 239,4 o 2007). A Tabela 2 apresenta destaque para o incremento do consumo de etanol, que foi de 34% no 2007, enquanto que a gasolina teve um decréscimo de consumo, com variação de -3,9%, para o mesmo período de análise. Este comportamento inverso é um indício do fenômeno de substituíbilidade entre a gasolina e o etanol, existente no mercado de combustíveis brasileiro.

Por outro lado, de acordo com o MME (2008), apesar de o consumo interno ter apresentado este crescimento (de 6,7%), as emissões de CO₂ decorrentes da produção e do uso da energia no Brasil se mantiveram em níveis baixos, no ano de 2007, quando comparados com os de outros países. Por exemplo, no ano de 2005, os níveis de emissão de dióxido de carbono, avaliados em toneladas por habitante (tCO₂/hab), no Brasil, foram de 1,84, enquanto que, nos Estados Unidos, foram de 19,61, e no Japão, de 9,5.

Tabela 2 - Consumo final energético, por fonte, no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007

Fonte*	2007	2006	Δ %
Eletricidade	35.487	33.536	5,8
Óleo Diesel	34.858	32.816	6,2
Bagaço de Cana	27.384	24.208	13,1
Lenha	16.414	16.414	1,6
Gás Natural	14.408	13.625	5,7
Gasolina**	13.872	14.44	-3,9
Etanol	8.612	6.395	34,7
GLP	7.372	7.199	2,4
Outras Fontes***	42.552	39.941	6,5
Total	201.216	188.574	6,7

* Expressa em milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep)

**Inclui apenas gasolina A (automotiva).

*** Inclui lixívia, óleo combustível, gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, dentre outros.

Fonte: Adaptada de MME (2008).

Se analisado individualmente o crescimento do consumo interno de etanol no Brasil, no ano de 2007, em relação ao do ano de 2006, encontra-se que este foi mais expressivo, se comparado com o de outras fontes de energia. O consumo interno, no ano de 2007, foi de 8.612 tep. Aqui cabe dizer que estes índices representam 34% a mais do que no ano de 2006, quando o consumo alcançou 6.395 tep.

3.1.3 Consumo final energético por setor

Na análise setorial do consumo energético, os setores industrial e de transportes são os de maior consumo no Brasil, sendo responsáveis por aproximadamente 70% de todo o consumo de energia no ano de 2007, conforme apresentado na Tabela 3. Também se pode

observar que o consumo final de energia cresceu em todos os setores de atividade, em especial na indústria, nos transportes, no setor energético e no setor agropecuário. Como pode ser observado (na mesma tabela), nos 4 últimos setores acima mencionados, as taxas de crescimento, tomando como referência o ano de 2006, superaram 6%.

Tabela 3 - Consumo final energético por setor no mercado brasileiro, período: 2006 - 2007

Fonte*	2007	2006	Δ %
Setor Industrial	81.752	76.757	6,5
Setor Transportes	56.894	53.27	6,8
Setor Residencial	22.601	22.09	2,3
Setor Energético **	21.478	18.823	14,1
Setor Agropecuário	9.104	8.55	6,5
Setor Comercial	5.893	5.545	6,3
Setor Público	3.494	3.453	1,2
Total	201.216	188.574	6,7

* Expressada em milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep)

** Setor energético agrega os centros de transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos, na sua forma final

Fonte: Adaptada de MME (2008).

De acordo com os dados encontrados nos anos de 2006 e de 2007, conclui-se que o setor de transportes, no Brasil, consome aproximadamente 30% de toda a energia gerada no país. Isto significa que analisar o fenômeno de transmissão de preços neste setor proporcionará uma importante informação para auxiliar as tomadas de decisão dos agentes econômicos, públicos e privados, que atuam neste mercado.

3.1.4 Consumo final energético no setor de transportes brasileiro

O consumo final, no ano de 2007, esteve concentrado no óleo diesel, com 50,7% (28.830 Tep) do total consumido, apresentando um crescimento de 6,3%, em relação ao ano de 2006, quando o consumo foi de 27.112 Tep. Um fato que chama a atenção é o de que o consumo de gasolina (o segundo maior consumo, atrás apenas do de óleo diesel), no ano de 2007, decresceu de 14.440 para 13.872, ou seja, foi reduzido em -3,9%. Isto, por si só, não seria tão relevante, contudo, considerando que o crescimento no consumo total do

setor foi de quase 7%, isto chama a atenção. Uma explicação para este decréscimo pode estar na maior compra de carros *flex-fuel* e no conseqüentemente maior consumo de etanol no mercado brasileiro.

Ao analisar o consumo do álcool hidratado, pode ser constatado que o crescimento em seu consumo foi expressivo, com uma variação de 46,1%, passando de 3.618, em 2006, para 5.287, em 2007. Isto pode ter uma explicação no preço que o etanol apresentou, em relação ao da gasolina. Anteriormente, talvez este aspecto não houvesse tido o mesmo impacto, porque os consumidores tinham que se limitar ao etanol ou à gasolina, mas não podiam optar livremente entre estes combustíveis. No entanto, o lançamento e a posterior comercialização em larga escala dos veículos *flex-fuel* fez com que o comportamento dos preços relativos entre estes dois combustíveis defina a opção de consumo por parte das pessoas que possuem estas unidades (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Consumo final energético, por fonte, no setor de transportes brasileiro, período: 2006 - 2007

Fonte*	2007	2006	Δ %
Óleo Diesel	28.83	27.112	6,3
Gasolina**	13.872	14.44	-3,9
Álcool Hidratado ³	5.287	3.618	46,1
Álcool Anidro	3.325	2.777	19,7
Outras Fontes***	5.58	5.324	4,8
Total	56.894	53.27	6,8

* Expressas em milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep)

**Inclui apenas gasolina A (automotiva).

*** Inclui gasolina de aviação, querosene de aviação, gás natural, óleo combustível e eletricidade.

Fonte: Adaptada de MME (2008).

Ao observar o consumo do álcool anidro, de um ano para o seguinte, pode ser constatado que o seu comportamento também apresenta uma variação significativa, pois mostra um crescimento de 19,7%, em relação ao do ano de 2006.

³ Todos os calculos no capítulo 6 a respeito do etanol são feitos para o álcool hidratado (etanol), o mesmo que é utilizado nos motores *flex-fuel*.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO BRASILEIRO DE ETANOL

Segundo Rothkopf (2007), depois de algumas décadas de investimento dos setores público e privado na cadeia da cana-de-açúcar, mais precisamente no etanol, o Brasil tem se posicionado como liderança mundial na produção eficiente deste biocombustível. Na atualidade, não existe produção de combustíveis de base agrícola que possa competir com o etanol de cana-de-açúcar brasileiro, que é competitivo com o petróleo, em preços até de US\$ 35 por barril. Se comparado com outros países, o Brasil tem ido mais longe do que qualquer outro neste setor, com uma bem sucedida incorporação de biocombustíveis no setor de transporte. Para Rothkopf (2007), misturas entre 20-25% de etanol na gasolina, conseguidas no mercado de combustíveis brasileiro, são consideradas como bem-sucedidas, pelo resto de países interessados no etanol como combustível automotivo. O Brasil desenvolveu a tecnologia de motores *flex-fuel*, já utilizado em mais de 90% dos carros novos que são vendidos, o que representa uma importante mudança tecnológica, o que permite que os consumidores escolham qualquer mistura de etanol e gasolina, baseados nas suas próprias preferências e nos preços de mercado. Além disto, o Brasil também é um defensor dos bicombustíveis fora das suas fronteiras territoriais. No ano de 2005, o país contabilizou 55% do etanol comercializado internacionalmente, o que constitui uma prova bastante clara da sua liderança neste mercado.

Esta liderança do Brasil, hoje, é inquestionável. No entanto, ele lidera uma indústria dinâmica, e que brevemente poderá ser revolucionada por uma nova tecnologia⁴ (ROTHKOPF, 2007). Além disto, o etanol, ainda é comercializado, internacionalmente, em uma escala limitada (exatamente 10% da produção global, em 2005), pois o resto é produzido para o consumo interno dos países produtores. A experiência brasileira serve como um modelo para que muitos países procurem estabelecer indústrias de bicombustíveis, também como uma ferramenta para o desenvolvimento, a diversificação energética, e a redução na emissão de poluentes e de CO₂. Contudo, o caminho brasileiro não tem sido linear, e a mudança global do clima requer até mesmo o envolvimento e liderança da indústria (ROTHKOPF, 2007).

⁴ Esta nova tecnologia refere-se à segunda geração de biocombustíveis, em atual estágio de desenvolvimento, o biocombustível de origem celulósica.

Entender alguns aspectos relacionados ao mercado do etanol brasileiro ajudará o entendimento de como esta indústria tem se desenvolvido ao longo do tempo, como está atuando no mercado interno, e qual a sua posição competitiva no resto do mundo.

3.2.1 Breve Histórico

A cana é originária da Ásia, e é cultivada em uma extensa área do território brasileiro⁵. Ela foi trazida ao Brasil já em 1532, por Martin Afonso de Sousa, e desde então passou a ter significativa importância na economia brasileira. No início, o seu primeiro pólo de produção foi a Zona da Mata nordestina, estendendo-se posteriormente à Região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo (MAPA, 2007).

Depois do auge e da decadência da economia agroexportadora brasileira, ocorridos na época de 1889 até 1930, a estrutura produtiva do setor agroindustrial canavieiro, motivada pela intensa ação do Estado, passou por uma reorganização. Assim, em 1933, foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e o Governo começou a regular inúmeras atividades que definiram, na época, os rumos da agroindústria da cana-de-açúcar⁶. Esta intervenção abrangeu quase a totalidade da estrutura do setor; fazendo-se responsável (o governo brasileiro) pela produção, pela comercialização, assim como pela fixação de preços, de cotas, e pela exportação e importação (UNICA, 2007).

Posteriormente, devido ao forte impacto negativo na economia brasileira causado pelos dois “choques do petróleo”, ocorridos na década de 1970, em 1975 foi criado o Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL). O objetivo do programa era a expansão da oferta, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, além de ampliação no número de unidades armazenadoras (SOUZA, 2006; UNICA, 2007).

⁵ Conforme o MAPA (2007), o rendimento da cana-de-açúcar apresenta melhor rendimento em climas tropicais, como o Brasileiro, mais especificamente, entre os paralelos 35° de latitudes Norte e Sul da Terra.

⁶ Na presente pesquisa, a cadeia da cana-de-açúcar é o mesmo que dizer a cadeia sucroalcooleira.

O ciclo do PROALCOOL teve término no final da década de 80, depois de uma crise de governança e de confiabilidade no setor sucroalcooleiro, gerada pelo desabastecimento do grande mercado nacional que havia sido formado na época. O financiamento público ao programa escasseou a partir de 1987, enquanto os preços do açúcar no mercado internacional começaram a subir. Estes fatores desestimularam a produção e estimularam aos produtores a transferir a matéria-prima da produção de etanol para a de açúcar, objetivando principalmente a voltada para a exportação. Como consequência disto, ocorreu um forte desabastecimento de etanol, no final de 1989.

Estes fatores foram definitivos para que, no início da década de 1990, o governo brasileiro acabasse com as subvenções para os carros movidos a álcool. Ao mesmo tempo, o setor sucroalcooleiro foi desregulado, acabando-se as cotas regionais e o controle da exportação e dos preços. De todas as medidas que faziam parte do programa original, atualmente restou apenas a obrigatoriedade da mistura de 25% de álcool anidro à gasolina (RODRIGUES; ORTIZ, 2006).

3.2.2 Descrição da cadeia

A cadeia produtiva sucroalcooleira (ver Figura 4) é composta por um conjunto de etapas sequenciais, nas quais a cana-de-açúcar, por meio da adição de insumos e da retirada de resíduos, vai se transformando em produtos finais, como o etanol, o açúcar, e outros subprodutos (bagaço, levedura, vinhaça, etc).

Cada um dos elos desta cadeia é interdependente, mas com interesses nem sempre coincidentes com os elos restantes. Mesmo assim, pelo fato de ser uma cadeia, o sucesso de cada integrante depende da coordenação e cooperação que cada elo possua com os demais.

Segundo Azevedo (2001), a cadeia de produção sucroalcooleira tem, como principais produtos e subprodutos da cana-de-açúcar, a água de lavagem, o bagaço, folhas e pontas e o caldo. Destes, a água de lavagem pode ser utilizada na produção de biogás e fertirrigação. O bagaço pode ser utilizado para a produção de energia, combustível, hidrólise, polpa de papel, celulose, etc. As folhas e pontas podem ser empregadas como

forragem e as mesmas aplicações do bagaço. O caldo (produto de maior importância) serve para a produção de açúcar, álcool e outras fermentações.

Os principais produtos e subprodutos do álcool são: o etanol, a vinhaça, o gás carbônico, o óleo de fúsel, e para a recuperação de leveduras. Por outro lado, os principais produtos e subprodutos do açúcar são: o próprio açúcar para consumo direto, a glicose para a indústria sucroquímica, a frutose, o ácido oxálico, a glicerina, o ácido levulínico, o sorbitol, a sacarose e derivados. O fato de aqui serem mencionados alguns dos produtos e subprodutos da cadeia sucroalcooleira tem a finalidade de apresentar a diversidade do complexo de produção que, como visto, abrange mais produtos do que somente o etanol e o açúcar (AZEVEDO, 2001).

A cadeia produtiva, em forma detalhada, já foi bem descrita por diferentes autores, dentre os quais se ressalta Hauguenauer e Prochnick (2000), e Waack e Neves (1998). Neste sentido, e por considerar que a cadeia produtiva sucroalcooleira, segundo Waack e Neves (1998), apresenta de forma detalhada todos os processos, subprodutos e produtos finais, ela está representada na seguinte figura:

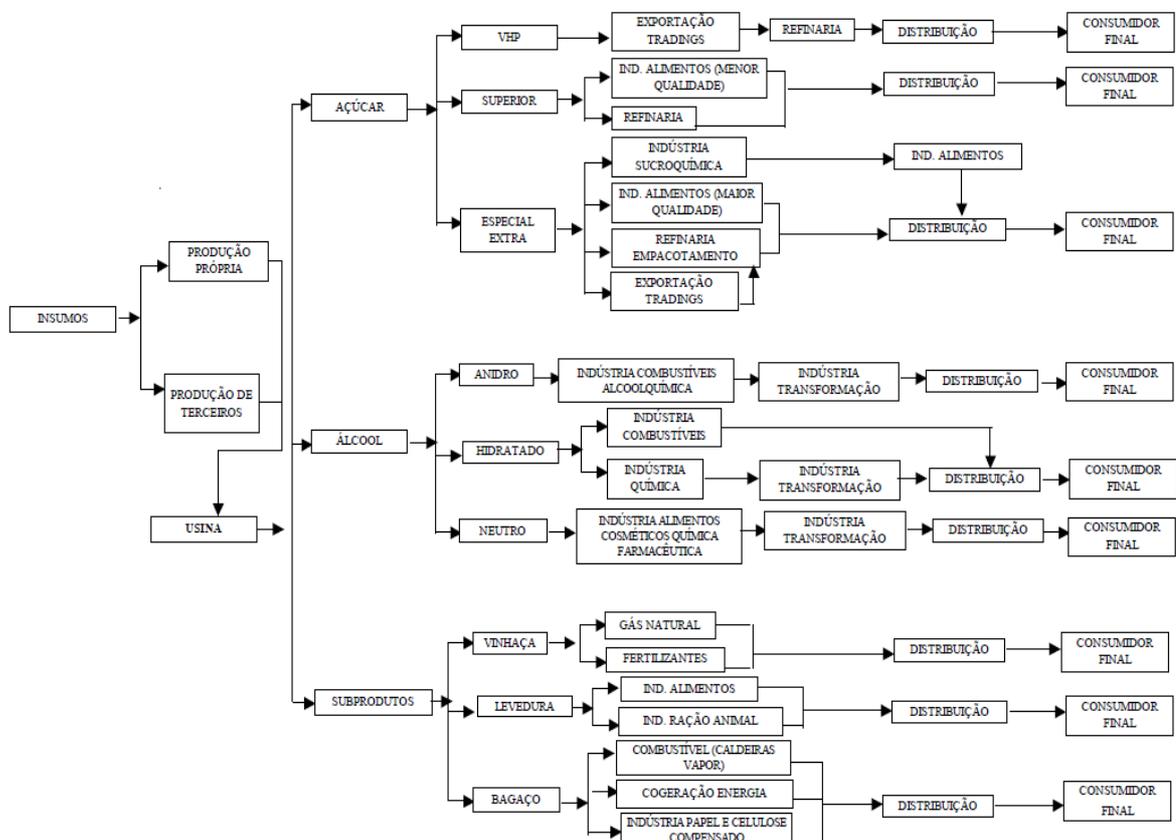


Figura 4 - Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar no Brasil

Fonte: Waack e Neves (1998, p. 14).

Apesar de o etanol e o açúcar serem os principais produtos obtidos na cadeia sucroalcooleira, na Figura 4, apresentada por Waack e Neves (1998), encontra-se que esta é mais diversa do que geralmente se conhece. Os produtos finais desta cadeia fornecem diferentes indústrias como as de: gás natural, fertilizantes, alimentos, sucroquímica, refinaria, cosméticos, química farmacêutica, papel e celulose compensado, etc.

3.2.3 Situação atual e mercado interno

De acordo com a ANP (2007), fatores como: desregulamentação do setor sucroalcooleiro nos anos 90; inovações tecnológicas ocorridas na indústria automobilística, manifestadas no lançamento dos carros *flex-fuel*; aumento da preocupação com as emissões de CO₂ ao longo dos anos; estímulo à busca por fontes energéticas renováveis; somados à aproximação do esgotamento das reservas do petróleo; foram fatores determinantes para renovar o interesse dos agentes econômicos no consumo do etanol.

Pelas novas características do mercado sucroalcooleiro, este setor vem experimentando uma fase de expansão da oferta e da demanda pelo etanol. Estes fatores, aliados à grande disponibilidade de terra para o plantio de cana-de-açúcar, aos ganhos constantes na produtividade das colheitas, a uma indústria experiente e à disponibilidade de mão-de-obra, conferem ao Brasil a possibilidade de atender às demandas interna e externa, tanto do etanol quanto do açúcar.

Como se pode observar na Tabela 5, a produção brasileira de etanol totalizou 19,788 bilhões de litros em 2007. E este valor representa um incremento aproximado de quase 15,2% em relação ao do ano de 2006. Isto significou uma utilização de 225.610 milhões de toneladas (Mt) de cana-de-açúcar na produção de etanol. Observa-se, também, que a produção de etanol aumentaria aproximadamente 96,7%, de acordo com as projeções feitas por FABRI (2008), para um período de dez anos.

Tabela 5 – Produção e consumo brasileiros do etanol com projeções ao 2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Etanol	(Bilhões de litros)										
Produção	19.788	22.033	23.002	23.956	25.304	26.719	28.484	30.645	33.148	35.775	38.913
Consumo	16.150	18.141	18.724	19.360	20.110	20.821	21.491	22.207	23.070	24.179	25.326
Comércio líquido	3,278	3,808	4,266	4,592	5,186	5,898	6,992	8,446	10,085	11,599	13,594
Uso em produção de etanol	(Milhões de toneladas métricas ⁷)										
cana-de-açúcar	225.610	246.917	255.593	263.934	276.443	289.473	305.949	326.429	350.088	374.649	404.063

Fonte: Adaptada de FAPRI (2008).

Devido ao incremento, considerado como constante, nas vendas das unidades *flex-fuel*, conforme se mencionou antes, pode-se admitir que este e o aumento da produção estão evoluindo de forma sincronizada. Este fato pode estar refletido num comportamento de preços sem tendências de variações bruscas, tanto de altas quanto de baixas, ao longo do tempo.

No que tange às principais regiões onde a cultura da cana-de-açúcar é cultivada (ver Tabela 6), constata-se que 69% da produção total de cana, tanto para açúcar quanto para etanol, é produzida na Região Sudeste do Brasil, sendo que o Estado de São Paulo é responsável por 60% do total produzido no país. A segunda Região, por volume de produção de cana-de-açúcar, é a Região Nordeste com cerca de 12% do total, liderado pelo Estado de Alagoas com 5.1% do total nacional.

⁷ 1 Tonelada métrica = 1237,1644 litros

Tabela 6 - Produção brasileira de cana-de-açúcar, açúcar e etanol (2007/2008⁸)

Região/Estado	Produção de cana-de-açúcar (Milhões de toneladas)	% do total	Produção de açúcar (Milhões de toneladas)	Produção de etanol (Bilhões de litros)
Sudeste	335,9	69,0%	21,5	15,2
São Paulo (SP)	295	60,6%	19,1	13,5
Minas Gerais (MG)	35,6	7,3%	2,1	1,8
Centro-Oeste	50,6	10,4%	2,1	3,0
Goiás (GO)	20,8	4,3%	1,0	1,2
Mato Grosso (MT)	14,9	3,1%	0,5	0,9
Mato Grosso do Sul (MS)	14,8	3,0%	0,6	0,9
Nordeste	58,7	12,0%	4,4	1,9
Alagoas (AL)	24,7	5,1%	2,2	0,7
Pernambuco (PE)	17,1	3,5%	1,6	0,4
Sul	40,5	8,3%	2,5	1,9
Paraná (PR)	40,4	8,3%	2,5	1,9
Norte	1,3	0,3%	0,1	0,1
Total	487,0	100,0%	30,6	22,0

*Projetado

Fonte: Adaptada de FAPRI (2008).

Dos 30,6 milhões de toneladas de açúcar produzidos no Brasil, na safra de 2007/2008, 21,5 milhões correspondem à produção da Região Sudeste, na qual o Estado de São Paulo tem a liderança da produção, tanto regional quanto nacionalmente, com 62,4% do total nacional, ou seja, com 19,1 milhões de toneladas.

Ao analisar a produção de etanol observa-se que o Estado de São Paulo continua na liderança. Este concentra 61,4% do total da produção brasileira, o que equivalente a 13,5 bilhões de litros, de um total de 22 bilhões que foram produzidos na safra de 2007/2008. O segundo maior produtor de etanol é o Estado do Paraná, com 1,9 bilhões de litros (8,6% do total). Na Tabela 5, pode ser observado que o Estado de Minas Gerais, pertencente à Região Sudeste, tem 8,2% do total produzido, índice este que o coloca como o terceiro Estado maior produtor do Brasil.

Da informação analisada, em relação aos estados produtores, conclui-se que existe uma alta concentração em poucos estados, sendo que São Paulo, Paraná e Minas Gerais são os estados responsáveis por quase 80% de todo o etanol que é produzido no Brasil.

Por outro lado, como se pode observar na Tabela 7, a grande maioria das usinas em operação, de acordo com os dados de produção anteriormente analisados, pertence à Região Sudeste, com 196 usinas, onde o Estado de São Paulo também tem a liderança em número de usinas. Na tabela, também podem ser encontradas informações sobre os novos

⁸ Projeção feita pelo FAPRI (2008)

projetos que estão localizados nas Regiões Sudeste e Centro-oeste. Estes dados são consistentes com as projeções da FAPRI (2008) e com os novos fatores determinantes que renovaram o interesse dos agentes econômicos envolvidos no mercado sucroalcooleiro, os quais começam a fazer investimentos para atender às atual e futura demandas por etanol.

Um fator que prece ser importante, e que deve ser destacado na informação sobre novos projetos, é o de que a Região Centro-Oeste, no médio prazo, mais do que duplicará o seu número de usinas, passando de 32 para aproximadamente 70.

Tabela 7- Total de usinas de açúcar e álcool etílico, segundo grandes regiões, no Brasil ao 2007

Regiões	Usinas de Açúcar e Álcool			Total
	Em Operação	Em Montagem	Em Projeto	
Norte	3	1	3	7
Nordeste	77	5	7	89
Sudeste	196	27	33	256
Sul	28	1	6	35
Centro-Oeste	32	9	29	70
Total	336	43	78	457

Fonte: Adaptada de ANP (2007), elaborado a partir de dados do IDEIA (2007).

Como consequência das projeções de aumento no consumo e do consequente incremento da produção de etanol e de açúcar já comentadas, e que, obviamente, vão *pari passu* com as instalações de novas usinas no Brasil, uma pergunta que se faz pertinente é: Será que a expansão do setor sucroalcooleiro também estimulará a de outras atividades agrícolas, tais como as de produção de gado e de soja, dentro da área das florestas amazônicas?

A resposta categórica da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo é: Não. Para sustentar esta resposta, a UNICA (2008) comenta dois aspectos:

Primeiramente, a dinâmica da indústria do gado, tal como tem sido apresentada na região Amazônica nos mais recentes 30 anos passados, não guarda relação alguma com a produção de cana-de-açúcar.

Em segundo lugar, em termos de outras culturas, tais como as de soja e de outros grãos, há uma expansão muito limitada da terra arável total no Brasil. O que aconteceu, apenas, é a recolocação da cultura da soja, em áreas de cultivo tradicionais, pela produção da cana-de-açúcar, sem a expansão da área da soja. Nos anos mais recentes, as áreas totais da soja diminuíram de 23,3 milhões de hectares (7% da terra arável total) para 20,6

milhões de hectares, o que representa uma redução de 6,1%, apesar de ter havido um aumento na produção de cana-de-açúcar. Cabe ressaltar que, mesmo tenha havido uma diminuição da área total da soja, o Brasil aumentou a sua produção (FAPRI, 2007). Isto foi possível graças aos ganhos de produtividade desta cultura.

Um dado que precisa ser comentado aponta para o total de terras de cultivo que o Brasil possui. Neste quesito, dos 850 milhões de hectares de terras no Brasil todo, cerca de 40%, o que corresponde a aproximadamente 340 milhões de hectares, são terras aptas para o cultivo. Destes 340 milhões, apenas 3,4 milhões são utilizados para a produção de etanol de cana-de-açúcar, ou seja, 1% do total das terras de cultivo no Brasil. Agora, as terras de cultivo disponíveis, hoje, são 77 milhões de hectares, ou seja, 22,6% das terras de cultivo. E isto quer dizer que, dependendo de fatores de oferta e demanda, o Brasil, com a atual tecnologia, teria terras disponíveis para aumentar a sua produção de etanol vindo da cana-de-açúcar, em algumas vezes, sem que isto significasse um risco à segurança alimentar⁹. Isto tudo pode ser afirmado sem considerar os ganhos de produtividade vindos de novas aplicações tecnológicas, que podem acontecer constantemente (ver Tabela 8).

Tabela 8 - Projeção da produção brasileira de cana-de-açúcar, açúcar e etanol (2007/2008)

Milhões de hectares (2007)	850		
Total de áreas preservadas e outros usos*	510 (60%)		
Total de terra de cultivo	340 (40%)	% total de terras	% de terras de cultivo
1 Terra cultivada: Todos os cultivos	63,1	7,4%	18,60%
Soja	20,6	2,4%	6,10%
Milho	14	1,6%	4,10%
Cana-de-açúcar**	7,8	0,9%	2,30%
Cana-de-açúcar para etanol***	3,4	0,4%	1,00%
Laranja	0,9	0,1%	0,30%
2 Pastagens	200	23,5%	58,80%
3 Terras disponíveis	77	9,1%	22,60%

*Projetado

Fonte: Adaptada de UNICA (2008).

⁹ Contudo, não devem ser desconsiderados os impactos ambientais em questão.

3.2.4 Mercado Externo

Segundo FAPRI (2007), os principais países exportadores de açúcar são: Austrália, Brasil, Guatemala, África do Sul e Tailândia. Estes países capturam o crescimento no comércio mundial de açúcar, contando com quase 90% do total do comércio em 2006/07, sendo o Brasil, o maior exportador a nível mundial.

Por outro lado, ao analisar o destino da produção brasileira de etanol, de acordo com os dados apresentados na Tabela 5, vê-se que, do total dos 19,788 bilhões de litros produzidos no ano de 2007, 4,266 bilhões foram direcionados para atender ao consumo interno, enquanto que apenas 0,866 bilhões tiveram como destino a exportação; e as projeções para o destino da produção brasileira de etanol para um período de dez anos indicam que aproximadamente dois terços desta produção serão destinados para o consumo interno.

Exportar um terço do etanol produzido, na atualidade, poderia ser considerado significativo para qualquer país. No entanto, de acordo com os dados apresentados na Tabela 9, pode ser observado que, segundo estas previsões para o comércio internacional, também para um período de dez anos, o Brasil será quase o único grande exportador de etanol. Ainda que a presente pesquisa tenha como objetivo analisar aspectos relacionados à integração dos mercados do etanol e da gasolina no Brasil, a análise dos mercados externo e interno ajuda a inferir, pelo menos a médio prazo, que a integração destes dois mercados de combustíveis será um fenômeno existente, por enquanto, apenas em poucos países.

No que tange aos países importadores do etanol, pode ser verificado que a totalidade das importações mundiais, feitas no ano de 2007, chegaram a 4,089 bilhões de litros, dos quais 3,278 bilhões foram fornecidos pelo Brasil. Mesmo sendo os Estados Unidos o maior produtor do etanol no mundo, segundo FAPRI (2008), com a geração de 28,591 bilhões de litros no ano de 2007, aquele país importou 1,298 bilhões de litros, no mesmo ano. Nas mesmas projeções, feitas por FAPRI (2008), para um período de dez anos, os Estados Unidos produzirão 58,883 bilhões de litros. Contudo, eles continuarão sendo os maiores importadores mundiais de etanol, com 7,166 bilhões de litros. No período do final daquela projeção, o total importado chegará a 13,685 bilhões de litros.

A produção de etanol pela União Européia e pela Índia, apesar de estar se incrementando, terão como objetivo apenas o fornecimento para os seus mercados internos. Isto será devido à falta de disponibilidade de terras que também permitam produzir para a exportação. Como resultado, estes países continuarão sendo importadores de etanol, que provavelmente provenha do Brasil. Por outro lado, apesar de que a China incremente a sua produção até o ano 2017, devido à quantidade deste biocombustível que o mundo irá requerer, estima-se que a influência que a China terá no mercado mundial de produção de etanol será apenas marginal.

Tabela 9- Produção do etanol dos principais no mercado, com projeções para um período de dez anos.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Exportadores líquidos	(Bilhões de litros)										
Brasil	3,278	3,808	4,266	4,592	5,186	5,898	6,992	8,446	10,085	11,599	13,594
China	0,81	0,447	0,326	0,242	0,151	0,984	0,833	0,909	0,909	0,681	0,871
Exportação líquida Total *	4,089	4,513	4,789	4,906	5,338	5,997	7,075	8,537	10,172	11,668	13,685
Importadores líquidos											
Canadá	0,254	0,322	0,469	0,56	0,644	0,727	0,81	0,893	0,988	1,075	1,158
União Européia	0,125	0,25	0,31	0,405	0,553	0,681	0,795	0,901	1,015	1,139	1,245
Índia	0	-0,257	-0,197	-0,0719	0,091	0,254	0,39	0,5	0,598	0,704	0,81
Japão	0,719	0,799	0,848	0,897	0,946	0,988	1,026	1,06	1,098	1,136	1,17
Coréia do Sul	0,303	0,341	0,363	0,39	0,416	0,439	0,469	0,481	0,5	0,522	0,541
Estados Unidos	1,499	1,563	1,522	1,333	1,329	1,503	2,159	3,222	4,46	5,531	7,166
Resto do Mundo	1,189	1,234	1,276	1,317	1,359	1,401	1,439	1,476	1,518	1,556	1,598
Total de importadores*	4,089	4,513	4,79	4,906	5,339	5,997	7,075	8,537	10,172	11,668	13,685
Preços	(Dólares Americanos por litro)										
Preço do Etanol Anidro no Brasil**	0,444	0,372	0,372	0,354	0,3355	0,331	0,341	0,357	0,372	0,378	0,402
Etanol, FOB	0,592	0,531	0,502	0,476	0,465	0,47	0,497	0,536	0,563	0,56	0,526

*Total de exportações líquidas são a soma de todas as exportações netas positivas.

** Representa o preço do etanol no mundo.

Fonte: Adaptada de FAPRI (2008).

Definitivamente, os Estados Unidos continuarão na liderança da produção de etanol, no mundo, e ela será destinada, essencialmente, para o consumo interno. E, ao mesmo tempo, o Brasil seguirá na vice-liderança da produção, com 33,695 bilhões de litros. A concentração da produção por poucos países (ver Tabela 9), faz pensar que o etanol ainda terá que “esperar” mais alguns anos para virar uma *commodity* internacional,

pois é difícil acreditar que se possa falar de uma *commodity* com somente um único país fornecedor, o Brasil.

Um último aspecto a ser comentado, e que também é apresentado na Tabela 9, se refere ao preço do etanol. No ano de 2007, este foi US\$ 0,444 por litro, decrescendo em 2008, de acordo com as projeções, até US\$ 0,372 devido ao aumento da oferta, principalmente do Brasil. Como se observa na mesma tabela, o preço do etanol continuará a sua tendência de queda nos preços até o ano de 2012. Depois disto, a tendência será de uma lenta alta nestes preços, devido à maior demanda de parte dos Estados Unidos.

3.2.5 Perspectivas do etanol brasileiro para o 2020

Segundo Rothkopf (2007), o desenvolvimento da indústria brasileira de etanol, através do programa Proálcool, tem posicionado o Brasil como liderança global na produção de etanol de cana-de-açúcar. Contudo, mudanças de fatores externos e internos conduzirão a uma transformação na produção de biocombustíveis. O ressurgimento da demanda no Brasil, ocasionado, em parte, pelos recentes aumentos nos preços do petróleo até níveis históricos de US\$ 147 o barril¹⁰, as previsões de proximidade do esgotamento das reservas de petróleo, e também o desenvolvimento dos motores *flex-fuel*, que tornou possível a escolha do combustível pelo consumidor, foram fatores determinantes para este incremento na demanda. Então, será essencial que haja uma inovação contínua ao longo destes tempos. Por esta razão, a indústria global, sendo aí incluída a brasileira, está procurando desenvolver a segunda geração de biocombustíveis, os quais deverão ser provenientes da celulose.

Diferentes países estão fazendo maiores investimentos do que o Brasil, conforme salienta Rothkopf (2007). Ou seja, para que o Brasil continue como liderança global, tanto como fornecedor da futura *commodity*, como da nova tecnologia para a sua produção, o país requer uma estratégia coesiva e investimentos significativos. O desafio estará em se estabelecer um equilíbrio “adequado” entre o crescimento industrial e inovador, e também em se permitir que este produto concorra livre e eficientemente no mercado global. O

¹⁰ No primeiro semestre de 2008. Hoje, os preços estão apresentando uma considerável queda.

mesmo autor apresenta quatro pilares que o Brasil deveria considerar, ao longo do ano de 2020, para poder continuar como uma das lideranças no mercado de combustíveis. E estes pilares são:

1. Inovação - O Brasil está encarando, recentemente, um novo ambiente competitivo para a inovação na área dos biocombustíveis. Neste sentido, existem possibilidades de que, a longo prazo, torne-se um produtor e exportador, e fique à frente da inovação. Assim, para se preparar para as tendências futuras da atividade, o Brasil deve focar-se agora na inovação, reunindo recursos para investimentos, direcionando-os às atuais lacunas em P&D e em educação, objetivando criar um caminho para a próxima fase de inovação, liderança e sucesso. Em vez de somente vender biocombustíveis, o Brasil poderá vender tecnologia e *expertise* ao redor do mundo;
2. Capacidade de inovação - Historicamente, o Brasil tem facilmente ultrapassado o resto do mundo na produção de etanol. No entanto, apesar de o volume de produção fornecer parte importante da sua matriz energética, o Brasil fica como um dos poucos países que apresenta grande disponibilidade de terras cultiváveis para a produção em grande escala dirigida à exportação. Assim, o desafio será o de expandir a produção, e de uma forma ambientalmente sustentável. Este “incremento sustentável” poderia vir da capacidade de inovação na área dos biocombustíveis que o país tem liderado nas décadas mais recentes;
3. Infra-estrutura - A indústria brasileira de biocombustíveis foi desenvolvida para o seu mercado interno, e a infra-estrutura que sustenta aquela produção reflete esta característica. Como o Brasil está desenvolvendo uma estratégia que garanta sua posição de líder global em biocombustíveis, e há uma tendência projetada de demanda exportável. Então, sugere-se que sejam feitos investimentos nesta direção. Em outras palavras, dever-se-ia aumentar os canais de distribuição dentro do mercado interno, porém com fins de exportação, por exemplo: linhas férreas, estradas, portos, etc;
4. Construir mercados globais - Entende-se que o mercado global de biocombustíveis é um elemento chave para toda a estratégia econômica de crescimento para o Brasil. Contudo, o comércio internacional de biocombustíveis ainda está pouco desenvolvido. No ano de 2004, exatamente 10% da produção mundial de etanol foi comercializada internacionalmente, e

somente 20% deste total foi utilizado como biocombustível. Então, esforços oportunos para harmonizar os padrões do produto como *commodity*, redução das barreiras ao comércio exterior, mecanismos de regulação e requerimentos de contratos padronizados permitirão que o comércio internacional dos biocombustíveis alcance o seu potencial.

Resumindo os Capítulos 2 e 3, ressalta-se que a oferta e a demanda do etanol e da gasolina no mercado brasileiro de combustíveis estão, atualmente, pressionadas pelos vetores de mudança já mencionados. Oferta e demanda são sempre determinadas considerando a variável preço. Desde o lançamento das unidades *flex-fuel*, os dois combustíveis passaram a ser substitutos diretos e **é precisamente esta substituição que faz com que o fenômeno de integração de mercados possa estar presente**. Ainda que alguns pesquisadores (FINDLAY; O'ROURKE, 2001; BARRET, 2001) argumentem que uma forma de medir a integração de mercados é por meio da análise dos fluxos de comércio entre dois ou mais mercados; a maioria destes autores têm sustentado que outra forma de mensurá-la é através de modelos de transmissão de preços que apresentem as relações entre os produtos a serem estudados, e é precisamente esta última forma que será utilizada na presente pesquisa. No capítulo seguinte, são apresentados alguns aspectos relacionados com a integração de mercados e com a sua forma adotada para que esta fosse medida, ou seja, a da transmissão de preços.

4 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E TRANSMISSÃO DE PREÇOS

4.1 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS

O conceito de integração de mercados tem retido e incrementado a sua importância nos anos mais recentes, particularmente em países em desenvolvimento, onde o seu estudo tem potencial de aplicação para questões políticas relativas à intervenção de governo nos mercados (ALEXANDRE; WYETH 1994). Neste mesmo sentido, Baulch (1997) comenta que a integração e eficiência, no contexto de mercados espacialmente separados, têm atraído muita atenção na literatura, e os estudos frequentemente são orientados para a avaliação do impacto da liberalização de mercado através de economias semelhantes em diferentes países, classificados como: os desenvolvidos, em desenvolvimento e os de transição.

Para Zahniser (2005) a integração de mercados é **a extensão na qual dois ou mais mercados anteriormente separados estão combinados para formar um único mercado**. A integração se faz presente quando fluxos de comércio são visíveis através das fronteiras. Ressalta-se que este comércio não somente está dirigido ao consumidor final, mas também inclui fluxos de bens intermediários e de matérias-primas. O autor do presente trabalho, diferentemente de outros pesquisadores da integração de mercados (ALEXANDRE; WYETH, 1994; BAULCH, 1997; FINDLAY; O'ROURKE, 2001), toma em consideração o papel dos tomadores de decisão, sejam eles privados ou públicos. Estes tomadores de decisão procurarão um caminho de maior cooperação política e institucional, e eles também terão como objetivo uma coordenação que estimule a integração de mercados.

Também cabe destacar que desenvolvimentos tecnológicos e institucionais em transportes e comunicações são efetivos encorajadores do processo de integração geográfica. Áreas geográficas que foram vistas como remotas, em épocas anteriores, agora se tornam mutuamente acessíveis, recente e economicamente integradas. Deve-se levar em consideração que outra atividade importante para a integração de mercados é a eliminação de políticas que limitam o comércio internacional e os investimentos. Proeminentes exemplos de tais barreiras à integração incluem tarifas, cotas, licenças de importação e

exportação, limitantes na quantidade de propriedade estrangeira em uma firma ou indústria em particular, e o tratamento diferencial para investidores domésticos e estrangeiros (ZAHNISER, 2005).

Para ilustrar este processo de integração, economistas afirmam que o preço de um produto representa uma sinalização de parte dos agentes econômicos sobre quão abundante ou escasso seja um determinado produto.

Considerando um mesmo produto que é utilizado em dois mercados geográficos diferentes, sejam estes X e Y; neste caso hipotético, um incremento repentino no preço do produto no mercado X, considerando *ceteris paribus*, sinalizará que o produto tem se tornado mais escasso no mercado X do que no mercado Y. Se for assumido que exista arbitragem entre os dois mercados, o incremento do preço no mercado X motivará alguns agentes econômicos para que estejam dispostos a transportar o produto do mercado geográfico Y ao X (desde que a diferença entre os preços permita cobrir os custos de transação). Como resultado, se observará que o preço no mercado X diminuirá parcialmente o seu valor, e em Y, também aumentará o seu valor (ALONSO; MONTOYA, 2006).

Feita esta ilustração do processo de integração, é possível entender que este processo é comum no estudo de preços, da sua formação e do seu comportamento, pois qualquer ambiente econômico (seja este uma pequena economia rural, uma cooperativa, uma cidade do interior, um estado ou até mesmo um país), em sua essência, apresenta diversos agentes que se inter-relacionam para trocar produtos, serviços ou informações, os quais têm um preço sujeito a um equilíbrio em função da arbitragem e dos custos de transação. Estas características, sempre presentes nos mercados, são razões para que o estudo do conceito, desde o ponto de vista teórico e das suas aplicações empíricas, esteja presente na pesquisa econômica e nos agronegócios.

Visto o que é a integração de mercados e algumas de suas características, uma importante pergunta a ser respondida sobre o tema em questão seria: Como se deve medir este tipo de integração?

Segundo Findlay e O'Rourke (2001), no intuito de quantificar este tipo de integração, historiadores da área econômica e os modernos economistas voltados para a área de comércio geralmente concentram sua atenção na análise do volume transacionado, documentando o crescimento do comércio ao longo de rotas particulares, produtos

particulares, tendências de comércio global, e também na relação entre o comércio e a produção.

Enquanto tais dados são informativos e podem apresentar muitos aspectos relevantes, o ideal é ter dados de preços dos mesmos produtos, mas em mercados separados. A integração de mercados de *commodities* implica que estes preços deveriam convergir no tempo. No entanto, deve se ter em consideração que o volume de comércio também poderia ser incrementado por razões diferentes das relacionadas com a integração, ou declinar por razões sem conexão com a desintegração: mudanças na oferta e na demanda também poderiam ser fatores de mudança nos fluxos de comércio, e estes fatores não necessariamente teriam conexões com processos de globalização (FINDLAY; O'ROURKE, 2001).

Tendo em vista que uma das formas existentes de integração de dois ou mais mercados pode estar presente desde que exista intercâmbio comercial, destaca-se que, no mercado de etanol e da gasolina analisados na pesquisa aqui apresentada, não existe tal fluxo comercial, pois a integração destes mercados não ocorre via comércio, mas sim via substituição.

4.2 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS NO CONTEXTO DO COMÉRCIO INTERNACIONAL

Em sua essência, **a integração de mercados no contexto do comércio internacional** é também representada como a integração de preços de algum bem ou serviço entre agentes de duas áreas geográficas distintas, e a análise desta integração tem motivado interesse por parte de diferentes pesquisadores, entre eles, Findlay e O'Rourke (2001) e Barret (2001).

Neste contexto internacional, e com o objetivo de estudar tanto a integração de mercados quanto a integração da regulação, Sparling e Caswell (2006) comentaram que estas podem variar desde incentivos para o mercado privado até a redução de barreiras ao comércio, através dos acordos de livre mercado que eliminem barreiras internas e adotem políticas comuns por meio de uma administração centralizada.

Os autores acima citados apresentam um *framework* elaborado para facilitar a compreensão das interações entre a integração dos mercados e da regulação. Como visto anteriormente, na Figura 5, a integração de mercados depende da força dos incentivos privados e do grau no qual a integração é promovida ou restringida por acordos de comércio. Nos mercados agrícolas e alimentares, a integração de mercados também depende das políticas nacionais de fitossanidade (plantas), de saúde animal e dos regulamentos sobre a segurança alimentar.

O *framework* dos pesquisadores apresentada os **incentivos privados**, as **instituições de regulamentação** e a **integração de mercados**, onde a integração de mercados ocorre quando as firmas ampliam a sua cadeia de suprimentos através das fronteiras nacionais para capitalizá-las em oportunidades ou para minimizar os riscos percebidos (ver Figura 5). Oportunidades incluem a capacidade para utilizar vantagens competitivas e prospectar mercados para que as firmas possam vender os seus produtos em novos mercados internacionais, ter acesso a diferentes capacidades não disponíveis para as firmas nos atuais mercados, reduzir os custos das matérias-primas, e dos diferentes recursos materiais não disponíveis nos atuais mercados. Firms também expandem internacionalmente a sua cadeia de suprimentos para reduzir os preços e os riscos associados com a instabilidade política, clima e diferenças de tempo, de poder e de confiança entre clientes e fornecedores, além de segurança alimentar e outros atributos de qualidade (SPARLING; CASWELL, 2006).

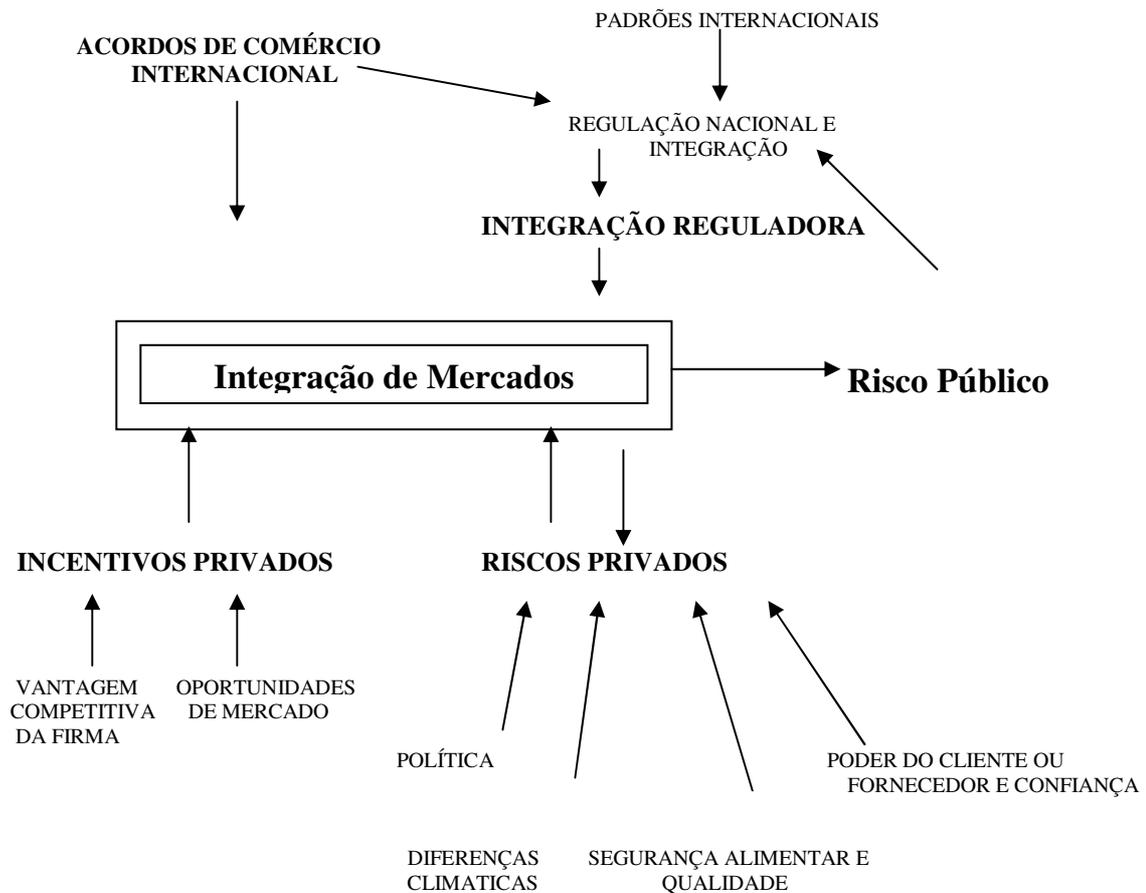


Figura 5 - Framework para a integração e a regulação de mercados no contexto do comércio internacional

Fonte: Adaptado de Sparling e Caswell (2006).

A parte superior da Figura 5 destaca que acordos internacionais de comércio e outras instituições de regulação afetam fortemente o grau de integração dos mercados. Acordos comerciais estão direcionados para o controle tarifário e para as barreiras não-tarifárias pretendendo permitir acesso mais livre ao mercado. Barreiras alfandegárias são obrigações que diferentes países impõem para limitar as suas importações em função dos interesses que eles perseguem, tais como cotas de importação. Barreiras não-tarifárias incluem um grande número de outras práticas que podem impedir o comércio, incluindo medidas reguladoras adotadas por países para administrar os riscos. Por exemplo, existem os acordos expressos em barreiras não-tarifárias, como medidas sanitárias e fitossanitárias. Com base nestes acordos, países têm direitos para escolher o nível apropriado de proteção e para implementar programas para alcançá-lo, sem limitar o comércio. Cada vez mais, governos fundamentam as suas decisões no análise de risco, que envolve cálculo de risco, como fazer avaliação do risco na infra-estrutura. Com esta informação, governos locais

tendem a tomar decisões diferentes sobre como controlar o risco (SPARLING; CASWELL, 2006).

Segundo Sparling e Caswell (2006), a integração de mercados normalmente objetiva facilitar a integração através das regulamentações entre países que são parceiros comerciais. Esta integração de regulamentação pode ser alcançada por três formas:

- Coordenação política: reduzindo gradualmente as diferenças entre políticas, frequentemente através da adesão voluntária dos respectivos governos na prática de códigos internacionais;
- Acordos equivalentes: Concordando em aceitar o programa regulador dos parceiros comerciais, com a finalidade de alcançar os mesmos padrões;
- Harmonização: adotando idênticos padrões, altamente integrados e mecanismos de execução similares.

No contexto internacional, é possível que os tratados de livre comércio (TLCs) tenham influência sobre os preços em alguns setores marginais da economia (por exemplo, o da economia familiar). No entanto, diferentes pesquisadores (ABDULAI, 2006; CONFORTI, 2004; RAPSOMANIKIS, 2006) salientam que há diferenças significativas entre os preços internacionais e os preços domésticos, sobretudo devido a fatores internos relacionados aos custos de transporte e aos custos de transação.

4.3 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS NO MERCADO FINANCEIRO

Além do **comércio internacional**, outro contexto no qual se tem estudado a integração de mercados refere-se ao **mercado financeiro**. Alexakis, Apergis e Xanthakis (1997) ressaltam que, nos últimos 20 anos, os mercados financeiros têm se tornado altamente integrados, principalmente devido às reduções no custo da informação, às melhorias no comércio de sistemas tecnológicos, ao desenvolvimento de novos instrumentos financeiros e ao relaxamento de restrições legais no fluxo de capitais

internacionais. Estas são algumas das mudanças que têm acelerado a interação entre os mercados financeiros e amplificado a mobilidade de capital.

No mercado financeiro, a integração de mercados é principalmente explicada pela presença ou não de taxas iguais de juros reais entre países (HODRICH, 1979; MISHKIN, 1984; CUMBY; OBSTFELD, 1986).

Na existência de um alto grau de integração entre os mercados, as menores variações nas taxas de juros tendem a mover-se de um mercado para outro (estas se transmitem). Neste contexto, diferentes estudos fornecem evidências em favor da rejeição da hipótese de que as taxas de juros reais sejam iguais. Definitivamente, isto está sempre presente, pelo fato de que cada país tem a sua própria taxa de câmbio, e esta incide nas assimetrias de taxas de juros. Ou seja, as expectativas dos agentes a respeito da taxa de câmbio e de seus riscos poderiam ser limitações para que os mercados financeiros de diferentes países passem a ser perfeitamente integrados. Deste modo, as taxas de juros reais podem diferir entre estes mercados, em função dos prêmios de riscos próprios de cada economia (HANSEN; HODRICH, 1983; FRANKEL; FROOT, 1987; KOEDJII; OTT, 1987).

Alexakis, Apergis e Xanthakis (1997) examinam se as taxas de juros reais de nove diferentes mercados financeiros (sendo cinco destes integrantes do Sistema Monetário Europeu e outros quatro não pertencentes a este sistema) estavam integradas financeiramente, tanto em uma base mundial quanto dentro de cada mercado. Os resultados forneceram evidências tanto sobre as relações entre sistemas financeiros, como também dentro de mercados financeiros em cada bloco de mercados. A existência de uma sistêmica e integrada relação de taxas reais de juros no longo prazo é aceita para os todos estes nove mercados estudados. No entanto, estas relações foram mais fortes na base do Sistema Monetário Europeu, provavelmente devido à menor volatilidade da taxa de câmbio dentro deste sistema.

Seja no mercado financeiro, no comércio internacional de *commodities* ou no comércio de um mesmo produto entre mercados locais e regionais, a integração de mercados tem chamado a atenção de pesquisadores tanto locais quanto estrangeiros. Este interesse tem objetivado encontrar as relações de transmissão de preços entre diferentes produtos em mercados desregulados, em processo de desregulamentação e em mercados regulados. O interesse nesta área também permite analisar os benefícios que a integração de mercados traz para os diferentes agentes envolvidos.

4.4 OS BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO DE MERCADOS

Conforme Zahniser (2005) os **benefícios da integração** de mercados são muitos. Em geral, a integração de mercados permite que os produtores agrícolas e os consumidores, em toda uma região recentemente integrada, se beneficiem completamente das suas fortalezas relativas, e também que respondam mais eficientemente às constantes mudanças das condições econômicas.

Para os produtores, a integração de mercados abre novos territórios para a comercialização dos seus produtos, com possibilidades reais de exploração de economias de escala. E também permite que estes produtores tenham acesso a novos fornecedores, potencialmente mais baratos, sendo criadas oportunidades para a realização de investimentos estrangeiros diretos, bem como para a reestruturação das empresas em novos arranjos verticais ou horizontais dos empreendimentos que elas possam começar. No entanto, a integração de mercados também abre a porta para nova concorrência de produtores que anteriormente se encontravam em localidades “isoladas” (ZAHNISER, 2005).

Para os consumidores, a integração de mercados fornece acesso a novas variedades de produtos alimentares, bem como a possibilidade de fornecimento de produtos “fora de estação”, por exemplo, de frutas e vegetais além da possibilidade de um mais rápido crescimento da renda. Esta maior concorrência provavelmente também atua para tornar o alimento mais disponível, e, deste modo, o poder de compra do consumidor é expandido (ZAHNISER, 2005).

Se a integração de mercados traz benefícios, tal como apontado por Zahniser (2005), então pode-se dizer que ela é importante para tanto para produtores quanto para consumidores. Neste sentido, a falta de integração de mercados deveria ser analisada para saber como lidar com ela. A seguir se comentará alguns aspetos relativos à não existência da integração.

4.5 A FALTA DE INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E OS FATORES QUE A AFETAM

Sexton, Kling e Carman (1991) resumem três fatores que podem contribuir para a **falta da integração de mercados**. Primeiramente, mercados (que ainda não estejam integrados) não estão vinculados através de arbitragem, ou seja, eles são auto-suficientes porque os custos de transação desta integração são proibitivos em relação às diferenças de preços ou devido à proteção do mercado público. Em segundo lugar, pode haver impedimentos para uma eficiente arbitragem, tais como barreiras comerciais, competição perfeita, ou aversão ao risco. E, em terceiro lugar, pode haver competição imperfeita em um ou mais dos mercados, com aumento provável de conspiração entre *traders* ou com acesso preferencial para recursos escassos (por exemplo, transportes, tecnologia, informação, etc.) que resultem em mais altas diferenças de preços entre estes mercados, e que podem ser atribuídas aos custos de transação.

Conforti (2004), tomando como base trabalhos de diferentes pesquisadores (DORNBUSH, 1987; FROOT; KLEMPETER, 1989; KNETTER, 1993; MUNDLAK; LARSON, 1992; MCNEW, 1996; DHAR; COTTERILL, 1999; GOODWIN; HOLT, 1999; AZZAM, 1999; WOHLGENANT, 1999; BAFFES; AJWAD, 2001; MC CORRISTON *et al.*, 2001; BARRETT; LI, 2002; THOMPSON *et al.* 2002; BROOKS; MELYUKHINA, 2003; SHARMA, 2003) indica que existem pelo menos seis grupos de fatores que afetam a transmissão de preços, e eles são:

- *Custos de transporte e custos de transação*. De forma geral, eles podem ser classificados em: informação, negociação, monitoramento e custos de execução. Estes podem atuar como pontes entre os preços de diferentes mercados, que necessitam ser superados pelas diferenças entre duas diferentes localidades ou indústrias para permitir que a arbitragem e integração aconteçam entre os dois mercados. O tratamento deles é simples, se eles puderem ser assumidos como estacionários, proporcionais às quantidades comercializadas em vez de serem fixos, e se for possível assumir que eles sejam aditivos, ao invés de multiplicativos. Se este não for o caso, como frequentemente acontece na realidade, a modelagem de transmissão de preços requer modelos não-lineares, ou modelos lineares que incluam limiares (umbrais);

- *Poder de mercado*. Ao longo da cadeia de produção, alguns dos agentes podem se comportar como determinadores de preços (*price makers*) enquanto alguns outros como tomadores de preços, dependendo do grau de concentração de cada indústria. Pode ser o caso, por exemplo, em que o incremento dos preços de produção em uma indústria pode ser ignorado para os consumidores, enquanto os decréscimos dos preços de produção podem ser capturados em *mark-ups* de indústria;
- *Lucros crescentes para escalas em produção*. Ao longo das mesmas linhas, eles podem estar na origem do poder do mercado, embora, os seus efeitos em transmissão vertical sejam diferentes dos do poder de mercado;
- *Homogeneidade de produto e diferenciação*. O grau de substituíbilidade em consumo entre bens semelhantes, produzidos em países diferentes, pode afetar a integração de mercados e a transmissão de preços;
- *Taxas de câmbio*. Os limites dentro dos quais as mudanças nas taxas de câmbio são “repassadas” sobre os preços de produção têm sido estudados em relação à habilidade de empresas para discriminar preços por destinos (comportamento de preços por mercado), para estrutura de mercado, para produtos não-homogêneos, e para ajustes de custos dentro das firmas;
- *Políticas internas e fronteiriças*. Estas que afetam diretamente a transmissão espacial de preços são políticas comerciais. Embora políticas domésticas afetem a transmissão de preços, também afetam as relações de preços, tanto verticais quanto espaciais. Entre as diferentes medidas de importação, as barreiras não-tarifárias podem ter fortes efeitos na transmissão de preços: este é o caso de tarifas variáveis, de cotas de importações, de tarifas proibitivas, e também de barreiras técnicas. Tarifas *ad-valorem* e fixas, em vez disto, deveriam se comportar precisamente como custos de transação proporcionais e fixos, respectivamente.

Dentre os fatores que afetam a transmissão de preços, conforme apontados por Conforti (2004), recorda-se aqui que o ponto central na discussão, na presente pesquisa, é o da transmissão de preços que pode ocorrer devido ao grau de substituíbilidade existente entre o etanol e a gasolina, e que este é um fenômeno que será testado. Uma hipótese

inerente ao presente trabalho é a de que, por serem os dois produtos substitutos diretos, no caso dos veículos *flex-fuel*, existe um alto grau de substituição entre eles, e esta poderia ser a razão pela qual a transmissão de preços estaria presente e seria quantificável econometricamente.

Mencionados alguns dos fatores que podem afetar a integração de mercados, uma questão a ser respondida é: Quais as **consequências mais importantes para o bem-estar econômico ante uma ausência da integração de mercados** ou mesmo de uma transferência incompleta das variações dos preços de um mercado a outro?

Para Rapsomanikis, Hallam e Conforti (2003), uma transmissão de preços incompleta ou a ausência desta devido às políticas comerciais ou aos custos de transação, entre elas as limitações em infra-estrutura, em meios de transporte e em comunicações, traduzem-se em uma redução das informações sobre os preços de que podem dispor os agentes econômicos, e que pode levar, como consequência, à tomada de decisões equivocadas. Estas decisões podem ocasionar custos adicionais e perda de bem-estar para a economia como um todo. A reforma das políticas, especialmente do comércio agrícola e alimentar, é uma questão prioritária nas diferentes negociações comerciais internacionais, pois a liberalização do comércio é entendida como um fator que incentiva a eficiência distributiva e o crescimento no longo prazo.

Finalmente, Alonso e Montoya (2006) dando uma definição onde a integração de mercados possa ser “mensurada”, ainda que com um paradigma básico, a relacionam com a Lei do Preço Único (LPU). Para os autores, o mecanismo de integração entre os mercados implica que os preços entre os diferentes mercados geográficos de um mesmo produto devam ter uma relação de longo prazo. A integração dos mercados regionais, nacionais ou internacionais, então, equivale a que se cumpra a Lei do Preço Único, ou seja, que um produto que seja fácil e livremente comercializado em um mercado perfeitamente competitivo, deve ter o mesmo preço em todas as partes (preços de equilíbrio ou preço mundial). Esta “lei de um só preço”, em sua versão mais estrita, implica supor custos nulos, tanto de transporte quanto de transação.

Intuitivamente, se dois mercados estão integrados, se espera que os preços de equilíbrio de ambos os mercados se movam de tal forma que excessos de oferta (com preços relativamente mais baixos) ou de demanda (com preços relativamente mais altos) em um mercado impliquem um incentivo para a arbitragem. Assim, os preços entre dois

mercados de produtos homogêneos, localizados em dois espaços geográficos diferentes, tenderão a se equilibrar (ALONSO; MONTTOYA, 2006).

4.6 A LEI DO PREÇO ÚNICO E OS PREÇOS DAS *COMMODITIES*

A Lei do Preço Único (LPU) estabelece que a arbitragem internacional em mercados eficientes, implique que, para um produto simples e homogêneo, assumindo que não existam custos de transporte ou outras formas de barreira comercial, os preços em dois mercados diferentes, expressos em uma moeda comum, estarão relacionados de acordo com a seguinte equação (ARDENI, 1989):

$$P_{it} = EP_{jt} = P_{jt}^* \quad (1)$$

Onde:

P_{it} e P_{jt} são os preços nos mercados i e j , respectivamente, t é a variável tempo e E é a taxa de câmbio.

A expressão anterior pode ser generalizada a n mercados, cuja formulação seria:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i P_{it} = u_t = 0 \quad \text{com} \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad (2)$$

Onde:

β = Parâmetro estimado

u_t = é uma variável estocástica no tempo t

Na operacionalização desta avaliação, seria conveniente se supor que todos os preços estejam expressos na mesma moeda. A LPU, no seu sentido mais estrito, implica a perfeita integração de mercados, ou seja, estar-se-ia frente a um único mercado no qual os preços seriam determinados simultaneamente, e as diferenças entre eles se deveriam unicamente aos custos de transação. Quer dizer, o preço de determinado bem, expresso em uma moeda comum, deveria ser o mesmo em todos os mercados, uma vez analisados os ajustes necessários em relação aos já comentados custos de transação.

O cumprimento da LPU é baseada em suposições muito rígidas, que geralmente não são encontradas ao serem contrastadas com dados empíricos. Para Sexton, Kling e Carman (1991), o não cumprimento da LPU, nas situações concretas, pode ser atribuído a algumas das seguintes razões:

- Inexistência de uma arbitragem dos preços do produto. Acontece, geralmente, em mercados com uma forte intervenção pública;
- Arbitragem imperfeita, devida, fundamentalmente, à existência de barreiras ao comércio, e a sistemas de informação incompleta, não permitindo conhecer, com precisão, os custos de transação, e não permitindo ajustar adequadamente os preços nos diferentes mercados;
- Concorrência imperfeita entre os mercados comprometidos no comércio de determinado produto. Isto pode se apresentar como consequência de um acesso preferencial a recursos escassos como informação, transporte, crédito, etc., o que pode gerar diferenças nos preços entre diferentes mercados, maiores do que as que poderiam ser justificadas pelos custos de transação.

Nos três tipos de situação analisados como exemplo, ocorre uma transmissão incompleta das variações do preço de um produto de um mercado para outro, provocando desvios dos preços frente aos níveis de equilíbrio, sobretudo a curto prazo. Esta transmissão imperfeita de informação pode ocasionar distorções nas decisões a respeito da produção e comercialização, que tenham de ser tomadas sobre os produtos em questão, dando lugar a um rearranjo de recursos e a um deslocamento ineficiente de produtos.

4.7 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS

Os principais métodos de estimação empregados para mensurar o grau de integração entre mercados têm sido: a análise de correlação; a estimação dos modelos autorregressivos; os testes de causalidade; e, por último, as técnicas de co-integração. (GOLLETTI; AHMED; FARID, 1993 *apud* ESCOBAL, 2003).

Segundo Alexandre e Wyeth (1994), as medidas de integração não têm avançado muito. No entanto, Ravallion (1986) mostrou que os coeficientes de correlação passaram a ser a medida mais comum utilizada e, apesar das críticas, estas medidas continuaram sendo utilizadas.

A popularidade da análise de correlação deve-se muito, indubitavelmente, à sua simplicidade e ao fato de que muitas pessoas que estão interessadas no estudo da integração provavelmente terão maior compreensão com estes coeficientes, devido à sua mais fácil interpretação. Em todo caso, a confiança nas estatísticas de correlação não é necessariamente perdida, pois, desde que as críticas a esta técnica começaram, elas apontaram não tanto a técnica utilizada, mas sim o seu abuso. Também foi ressaltado que os resultados serão enganosos quando os dados incluam tendências ou ciclos. Contudo, problemas deste tipo podem ser corrigidos, quando for necessário. De fato, se cuidadosamente levada a cabo, muita informação útil sobre a integração de mercados pode ser obtida por correlação entre séries de preços que sejam coletadas em diferentes mercados (ALEXANDRE; WYETH, 1994).

Faz-se necessário comentar que, como em qualquer técnica, os resultados, por mais simples que possam parecer, devem de ser cuidadosamente interpretados, a fim de obter a máxima informação possível, a partir dos dados coletados sobre o fenômeno em estudo.

Para Escobal (2003), o maior (ou menor) nível de correlação era entendido como um maior (ou menor) grau de integração espacial entre dois mercados. Além disto, o sinal da correlação indicava o sentido dos efeitos existentes entre as regiões. Uma crítica recebida na utilização desta técnica tem sido focada na sua impossibilidade para detectar qual das regiões em estudo é a principal formadora de preços (se existente). Além disto, os impactos devido às mudanças nos preços das regiões podem não ser contemporâneos,

porém podem apresentar defasagens temporais; e, deste modo, a análise de correlação pode indicar um baixo e insignificante nível de integração quando, na realidade, se existe, este pode não ser instantâneo. Outra crítica está baseada na teoria das séries de tempo. Se as séries forem não-estacionárias, a tendência que as orienta (seja esta determinística ou estocástica) pode ser a razão para ser detectado um elevado nível de correlação. Neste caso, os vínculos não seriam devidos às relações econômicas, porém seriam correlações espúrias¹¹.

Para Alexandre e Wyeth (1994), um pesquisador que não tiver a suficiente experiência e sensibilidade pode interpretar de forma incorreta os resultados e induzir ao erro as conclusões da pesquisa, mesmo sendo a técnica de correlação uma técnica de “fácil” compreensão. Contudo, permanece válida a restrição de que é limitada a quantidade de informação que esta técnica de correlação pode fornecer. Neste sentido, algumas alternativas metodológicas têm sido desenvolvidas na análise de integração de mercados.

Segundo Escobal (2003), tem sido necessário introduzir, no estudo deste tipo de integração, aspectos dinâmicos que permitam diferenciar entre os conceitos de integração instantânea de mercados (*i.e.*, a curto prazo) e o conceito restritivo da integração, a longo prazo. Ravallion (1986) desenvolveu um modelo de defasagens distribuídas, o qual incorpora a dinâmica existente. Assim, nos casos em que for rejeitada a hipótese de integração instantânea, é interessante conhecer se existe ou não uma tendência de longo prazo em direção à integração de mercados e quão rápido possa ser este processo de ajuste. Por outro lado, mesmo quando existe integração de longo prazo, é perfeitamente possível que a velocidade de ajuste seja muito lenta, tornando-se evidentes as ineficiências no sistema de transmissão de preços.

Mais adiante, foram desenvolvidas extensões ao modelo radial¹² fazendo uso da técnica de vetores auto-regressivos (VAR), a qual permite testar se existe ou não um mercado central. Apesar disto, dois problemas são evidentes. O primeiro é o de que as séries de preços (na maioria dos casos) são não-estacionárias e, por esta razão, existe a possibilidade de que surjam correlações espúrias. O segundo problema diz respeito a uma falta de perspectiva nas pesquisas prévias, em vista de que unicamente se tem estudado, no

¹¹ O termo, segundo Gujarati (2002), refere-se às falsas correlações que podem existir entre duas variáveis, devido ao fenômeno de não-estacionariedade que pode existir entre elas.

¹² O modelo radial, segundo Ravallion (1986), se refere a um modelo onde se tem um mercado central (maior) rodeado de vários mercados locais (locais). O objetivo do modelo é encontrar as influências que o mercado central exerce sobre os mercados locais.

caso de mercados agrícolas, a integração espacial, de forma uniequacional e por pares de regiões, ou seja, tem sido estudadas as hipóteses do modelo radial entre duas localidades, onde se supõe que uma delas seja o mercado central (ESCOBAL, 2003).

Para o primeiro caso, com respeito às séries de preços que possam ser não-estacionárias, a técnica da análise de co-integração permite uma solução, pois facilita analisar o comportamento de longo prazo das séries, mesmo quando estas forem não-estacionárias. No entanto, o segundo problema, até há relativamente pouco tempo, ainda não havia sido abordado na literatura. Silvapulle e Jayasuriya (1994), como também Gil e San Juan (2001), fazem uso da co-integração multivariada para solucionar este problema. Deste modo, estes autores buscam avaliar as hipóteses formuladas pelo modelo proposto por Ravallion (1986), porém em um esquema em que não se imponham, *a priori*, restrições.

Para Acosta e Ortega (2006), o estudo da transmissão de preços pode se analisado segundo dois enfoques principais: o primeiro deles, “*O Enfoque Espacial*”, pode ser utilizado quando o objetivo for o de analisar a diferença entre o preço de um produto no mercado internacional *versus* o seu preço no mercado doméstico (ou entre diferentes áreas geográficas de um mesmo país); e o segundo, “*O Enfoque Vertical*” é um ferramental que serve para analisar a forma pela qual os preços são transmitidos através dos diferentes elos de uma cadeia produtiva, podendo ir desde o produtor, cooperativa, atacadista e varejista, etc.

Segundo Rapsomanikis, Hallam e Conforti (2003), em teoria, os *modelos espaciais* de determinação de preços sugerem que, se dois mercados estão relacionados pelo comércio em um contexto de livre mercado, as perturbações causadas pelo excesso da demanda ou da oferta nos preços em um mercado terão efeitos iguais nos preços de ambos os mercados, desde que exista a transmissão de preços. Generalizando, a aplicação de taxas de importação permitirá que as variações ocorridas nos preços internacionais sejam transmitidas de forma total aos mercados internos, em termos relativos. Então, um incremento proporcional do preço internacional de um determinado produto se traduzirá, em todos os pontos dos mercados, no tempo em que ocorrer um idêntico incremento proporcional do preço interno, sempre e quando as suas taxas de importação forem constantes.

Por outro lado, os *modelos verticais* objetivam encontrar as relações de preços entre os diferentes níveis de mercado. Hein (1980) inicia a sua análise considerando três níveis de mercado, mas, ao final, termina por estudar a dinâmica do ajuste por meio de uma relação direta entre o produtor e o varejo. E outro autor, Barros (1990), que também centra a sua análise no enfoque vertical, analisa as relações dinâmicas que envolvem os três níveis de mercado, a saber, os de produtor, de varejo e de atacado.

Apesar de diferentes autores (PRAKASH, 1998; MUNDAK; LARSON, 1992; ESCOBAL, 2003) terem classificado, de alguma forma, as metodologias do estudo de transmissão de preços, considera-se que Acosta e Ortega (2006) apresentam um agrupamento mais abrangente, o qual foi ordenado de acordo com o seu marco de análise, tal como pode ser visto no Quadro 2.

Marco de Análise	Autores
Lei do Preço Único	Ardeni, 1989; Bafes, 1991.
Integração dos mercados	Ravallion, 1986; Sexton, <i>et al.</i> 1991; Palaskas e Harriss, 1993, Zanias, 1993; Gardner e Brooks, 1994; Blauch 1997.
Transmissão de preços domésticos “ <i>Pass-through model</i> ”	Goldberg e Knetter, 1997; Campa e Goldberg, 2002; Nicita, 2006.
Transmissão vertical de preços	Brorsen <i>et al.</i> 1985; Wohlgenant, 1985; Kinnucan e Forker, 1987; Shoreeter e Azzam, 1991; Goodwin e Holt 1999; Prakash 1998; von Cramon-Taubadel, 1999.
Transmissão espacial de preços	Gardner, 1975; Mundlak e Larson, 1992; Quiroz e Soto, 1996, Bafes e Ajwad, 2001; Abdulai, 2000; Sharma, 2002, Balcombe e Morrison, 2002.

Quadro 2- Diversas classificações sobre a Transmissão de Preços segundo enfoque de análise
Fonte: Adaptado de Acosta e Ortega (2006), baseado em Rapsomanikis, Hallam e Conforti (2003).

Como é de se esperar, cada abordagem tem os seus méritos e as suas desvantagens. As aplicações econométricas, e especialmente os mais recentes avanços, analisam principalmente a dinâmica da transmissão de preços, ao mesmo tempo em que têm sido elaboradas propostas de acordo com um ponto de vista menos teórico, e que possam incluir mais fatores reais da economia, tais como custos de transação, assimetria de informação, custos de transporte, etc. E ainda, têm sido elaborados diferentes modelos voltados para o desenvolvimento de regras de comportamento de preços de governança e de relações de mercado (em um ambiente competitivo com custos de transação, com competição imperfeita e com incrementos de retornos de escala). Estes novos modelos parecem ser mais específicos e parecem demandar maior rigor em termos de dados (CONFORTI, 2004).

Na metodologia de pesquisa apresentada a seguir, não se assume o enfoque espacial, pois esta estuda a relação de transmissão que existe entre dois mercados geograficamente separados. Desestima-se, também, o enfoque vertical, pois este tipo de avaliação utiliza modelos orientados às relações ao longo das cadeias produtivas de determinado produto, o que não é o objetivo do estudo aqui apresentado. Contudo, fazendo uso dos modelos de transmissão de preços, esta pesquisa, analisa a “transmissão de preços por substituição”, entre o mercado do etanol e da gasolina.

5 REFERENCIAL METODOLÓGICO

5.1 MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA A AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DE MERCADOS

A utilização dos modelos estáticos e dinâmicos tem existido, nas ciências exatas, praticamente desde a própria origem destas. Um bom exemplo disto pode estar na relação existente entre a mecânica clássica e a teoria dos sistemas dinâmicos ou a teoria dos sistemas não-lineares. Enquanto a primeira é atemporal, instantânea, estática, inerte, etc., a segunda tem “vida”.

Se, por um lado, tem-se os modelos estáticos, que dão uma resposta passada sobre um fenômeno em estudo, por outro lado, temos os modelos dinâmicos, que pretendem prever aquilo que vai acontecer no futuro mediante a informação analisada do passado. Usualmente se acredita que esta capacidade de predição seja a principal característica de uma ciência exata.

Dentro da área econômica, e especificamente dentro do estudo da transmissão de preços, existem, assim como na Física, dois tipos de modelos a serem utilizados, os estáticos e os dinâmicos. Os primeiros foram utilizados nos trabalhos seminais de transmissão de preços. Apesar de estes modelos ainda proporcionarem informações importantes, as suas limitações foram percebidas por pesquisadores que começaram a propor os modelos dinâmicos como alternativas para preencher as lacunas dos modelos estáticos.

Apesar de poderem fornecer maior informação sobre as relações de transmissão de preços, os modelos dinâmicos também recebem críticas. No entanto; os aportes fornecidos por estes modelos têm sido valiosos para o estudo da área.

5.1.1 Modelos estáticos

Estes modelos de característica estática partem da premissa básica de que todos os ajustes de preços devam ocorrer instantaneamente. Isto quer dizer que não existem defasagens distribuídas ao longo do tempo, pois estas transmissões não são afetadas pelo tempo, são automáticas.

5.1.1.1 Correlação de preços e regressão simples

A correlação e a regressão são duas técnicas estreitamente relacionadas, e que envolvem uma forma de estimação. Mais especificamente, a análise de correlação e a de regressão envolvem análises de dados para saber se e como duas ou mais variáveis estão relacionadas entre si, dentro de um conjunto de dados pertencentes a uma dada população.

A análise de correlação fornece um valor numérico que representa o grau de relacionamento linear entre duas variáveis; enquanto que a análise de regressão fornece, como resultado, uma equação que descreve o relacionamento entre os valores assumidos pela variável dependente e pela(s) independente(s).

Enquanto estudos iniciais em integração de mercados utilizaram correlações entre os preços em pares de regiões (*e.g.*, os de Richardson, 1978), alguns estudos posteriores consideraram correlações entre as diferenças de preços (*e.g.*, os de Stigler e Sherwin, 1985).

Segundo Abdulai (2000), a tradicional metodologia utilizada no estudo da transmissão de preços e da integração de mercados depende das relações entre pares de preços no mercado, em diferentes regiões. Considerando-se, por exemplo, um modelo de regressão utilizado para estudar o modelo de transmissão de preços entre mercados:

$$P_t^i = \alpha_0 + \alpha_1 P_t^2 + \alpha_2 X_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Onde:

α_0 é uma constante ou intercepto com $i \geq 1$

P_t^i ($i = 1, 2, \dots$) é o preço na região i no tempo t para produtos homogêneos

X_t é o custo de transação requerido para mover uma unidade de produtos entre duas regiões no tempo t

ε_t é um termo de erro aleatório.

É salientado por Abdulai (2000) que um teste para a avaliação da integração no curto prazo, neste modelo, consiste de um teste de hipóteses conjuntas onde a constante se iguala a zero e os coeficientes de declive são iguais a um.

Dado que altas correlações entre preços podem ser causadas por mudanças comuns na oferta e na demanda, esforços foram feitos, no passado, para estimar variações da Eq. (3) em primeira diferença¹³.

Algo que deve ser levado em consideração é a qualidade da informação que os coeficientes de correlação podem fornecer, devido a que o objetivo destes coeficientes está na mensuração da associação entre variáveis, e não nas possíveis relações de causa e efeito para tais associações. A análise de regressão oferece uma alternativa mais útil, embora menos simples, em comparação com a análise de correlação.

Conforme Alexandre e Wyeth (1994), várias foram as alternativas para aplicar a análise de regressão na avaliação da integração de mercados. No entanto, o melhor e mais conhecido método de análise foi desenvolvido por Ravallion (1987). Embora existam novos desenvolvimentos de procedimentos metodológicos, esta técnica ainda está recebendo atenção, e ao invés de ter sido substituída, ela está sendo complementada com novas técnicas.

¹³ Nesta pesquisa sempre que se fale de “primeira diferença”, referir-se-á à mesma variável menos a variável em um período anterior (ou seja, $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$). O termo primeira diferença não tem nada a ver com o termo diferenciação (o inverso da integração).

5.1.1.2 Modelos estáticos de Isard (1977), Richardson (1978) e Mundlak y Larson (1992)

Segundo Cuadra e Vargas (2005), entre os diferentes estudos que têm analisado a relação entre preços, estão os baseados no seguinte modelo (ISARD, 1997; RICHARDSON, 1978; MUNDLAK; LARSON 1992):

$$P_t^i = \alpha + \beta P_t^j + \varepsilon \quad (4)$$

Onde:

P_t^i e βP_t^j denotam o preço doméstico e internacional respectivamente de bens substitutos (expressos em logaritmos neperianos); α e β são parâmetros a ser estimados e ε é o termo de erro que representaria os diferentes custos de transferência e de transação para transportar o produto importado ao mercado doméstico.

Na regressão (4), se for comprovado que $\alpha = 0$ e $\beta = 1$, isto implicaria que o preço do produto importado se transmite integralmente ao preço doméstico. Contudo, é improvável que ocorra um caso extremo como este, especialmente a curto prazo. No caso contrário, se a distribuição conjunta dos preços for completamente independente, a tendência seria a de concluir que não existe transmissão de preços.

Segundo Cuadra e Vargas (2005), o modelo anterior não analisa o efeito dinâmico (*i.e.*, através do tempo) que poderia ter o ajuste do preço doméstico ante as mudanças nos preços internacionais. Além disto, os resultados seriam válidos somente se as séries utilizadas na regressão tivessem como característica a estabilidade no tempo, o que equivale a dizer que elas seriam estacionárias, o que dever ser verificado mediante provas estatísticas próprias para encontrar a dita estabilidade. Nos casos em que estas séries cumprirem este requisito elementar, será procurado um modelo que permita a análise da transmissão dos preços internacionais, determinando o efeito de curto prazo destas variações e a velocidade de ajuste nos preços domésticos ante as mudanças nos preços internacionais.

Se as séries a serem utilizadas forem não-estacionárias, então, se deve ter cuidado na aplicação desta técnica, pois os resultados podem apresentar regressões espúrias, as quais podem levar os pesquisadores a conclusões viesadas. Por outro lado, também se deve ter em consideração que este modelo, como é de se esperar, não utiliza defasagens, e que, neste caso, a interpretação dos resultados poderia ser complementada com os achados obtidos por métodos dinâmicos.

5.1.1.3 Modelo de Gardner (1975)

De acordo com diferentes autores, o Modelo de Gardner (1975) foi um dos artigos seminais na pesquisa de transmissão de preços. Diferentes modelos desenvolvidos posteriormente tomaram como referência este modelo, para fazer alguns aportes a ele, ou se valerem das suas limitações para propor outras abordagens.

Para Aguiar (1995), o modelo de Gardner é o principal modelo teórico que vincula os preços com diferentes níveis de mercado. A sua importância pode ser mensurada na observação de outros modelos teóricos descrevendo a transmissão de preços entre níveis de mercado, desenvolvidos após 1975, os quais partem considerando como estrutura inicial utilizado o trabalho feito por Gardner.

O modelo de Gardner é de natureza estático-comparativa, apresentando a conduta de um mercado em que a matéria-prima agrícola é combinada com insumos de comercialização para fabricar o produto final, que será vendido no varejo. Este modelo começa com dois pressupostos essenciais: existem a competição perfeita e o equilíbrio instantâneo, tanto no mercado de insumos quanto no produtor.

Gardner considera, no seu modelo, um produto final (x) e dois insumos utilizados na sua fabricação, que são: matéria-prima agrícola (a) e o insumo de comercialização (b) apresentando o seguinte sistema de equações:

$$X = f(a,b) \tag{5}$$

$$X = D(P_x, N) \quad (6)$$

$$P_b = P_x \cdot f_b \quad \text{sendo } \frac{\partial x}{\partial b} = f_b \quad (7)$$

$$P_a = P_x \cdot f_a \quad \text{sendo } \frac{\partial x}{\partial a} = f_a \quad (8)$$

Os resultados da equação da demanda são:

$$P_b = g(b, T) \quad (9)$$

$$P_a = h(a, W) \quad (10)$$

Onde:

- (5) É a função de produção do agregado de firmas, a qual Gardner considera que possui retornos constantes à escala;
- (6) Representa a função de demanda do varejo, sendo P_x é o preço de varejo e N uma variável exógena (impostos, barreiras sanitárias, etc.), representada por um deslocador de demanda primária.
- (7) e (8) representam as demandas por insumos, que são determinadas pela igualdade entre os seus preços e o valor do produto marginal, condição básica para a maximização do lucro das firmas em que f_a e f_b são os produtos marginais e P_a e P_b são os preços de a e b, respectivamente.
- (9) e (10) representam ofertas dos dois insumos considerados, e T e W são variáveis exógenas (por exemplo, T pode ser impostos, inflação, renda, etc.)

É de se observar, por ser um modelo teórico e trabalhar com alguns pressupostos, que são ignorados os demais custos para o consumidor, tais como tecnologia, mão-de-obra, etc.

Considerando um equilíbrio nos três mercados e aplicando o método da análise estático-comparativa, Gardner (1975), segundo Aguiar (1995), demonstrou que:

- As variações de preços podem iniciar-se na demanda primária (varejo), na oferta agrícola ou na oferta dos insumos de comercialização, onde o modelo admite que o sentido de causalidade na transmissão de preços é variável, dependendo da origem do choque;
- Considerando-se condições normais (demanda decrescente e oferta de insumos não-decrescente), o modelo mostra que o aumento de demanda eleva mais o preço recebido pelo produtor do que o preço do varejo, desde que a oferta agrícola seja mais inelástica do que a oferta dos insumos de comercialização (hipótese bastante plausível, já que os chamados insumos de comercialização não são tão específicos quanto a matéria-prima agrícola);
- Mantendo a hipótese anterior, a redução da oferta agrícola eleva mais os preços agrícolas do que os preços no varejo, e o aumento da oferta de insumos de comercialização (exemplo, o causado pela redução de um imposto) provoca redução mais intensa no preço do varejo do que no preço da matéria-prima agrícola;
- No caso de choques no sentido inverso, quer dizer, como os decorrentes do aumento da oferta agrícola, da redução na oferta dos insumos de comercialização e da diminuição da demanda primária, os preços agrícolas tenderiam a diminuir, relativamente, mais do que os preços no varejo;
- E, quanto à elasticidade de transmissão de preços entre os níveis do produtor e do varejo, ela pode ser negativa apenas em decorrência de choques originados nos insumos de comercialização. Caso a elasticidade de substituição entre a matéria-prima agrícola e o insumo de comercialização fosse, em módulo, menor do que a demanda elasticidade-preço da demanda primária.

5.1.2 Modelos dinâmicos

5.1.2.1 Teste de causalidade

Apesar de as análises de correlação e de regressão lidarem com a relação de dependência entre uma variável e outras variáveis, isto implica apenas uma associação ou uma relação entre variáveis, mas não necessariamente um fenômeno de causa e efeito.

Se pode supor a existência de duas variáveis: o preço do etanol (P_e) e o preço da gasolina (P_g), as quais se afetem reciprocamente com defasagens (distribuídas). Então, pode-se dizer que o preço do etanol “causa” preço da gasolina ($P_e \rightarrow P_g$) ou que o preço da gasolina “causa” o preço do etanol ($P_g \rightarrow P_e$), ou que há realimentação entre as duas variáveis ($P_g \leftrightarrow P_e$). O que este teste pretende responder é se, estatisticamente, pode-se identificar a direção da causalidade (relação de causa e efeito) quando houver temporalmente uma relação líder-defasagem entre duas variáveis.

5.1.2.2 Teste de causalidade de Granger

Uma simples existência de correlação ou relação entre duas variáveis não é um requisito suficiente para se dizer que exista uma relação de causalidade entre as variáveis correlacionadas. Neste sentido, o procedimento de Granger para analisar a possível existência de causalidade entre duas variáveis X e Y consiste em determinar que parte dos valores atuais da variável Y podem ser explicados a partir dos valores correntes e defasados de X.

A hipótese nula a ser testada é a de que X não causa Y em (11), e de que Y não causa X em (12), quer dizer, $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_L$. Tal hipótese pode ser verificada mediante a F de Snedecor, nas duas equações. O número de defasagens a considerar, em um conjunto de regressores, depende das especificidades de cada caso, mas, de qualquer

forma, deverá ser em função da natureza da relação de causalidade que se pretenda analisar.

Granger (1969) trabalha a estrutura do conceito de causalidade baseado em três premissas principais:

- As variáveis testadas resultam de processos estocásticos;
- As variáveis são estacionárias;
- O futuro não pode causar o passado nem o presente.

Na sua abordagem, Granger propõe a estimação das seguintes regressões:

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_L X_{t-L} + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_L Y_{t-L} + \mu_t \quad (11)$$

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_L Y_{t-L} + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_L X_{t-L} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Onde: L vem a ser o número de defasagens e ε_t e μ_t são os termos de erro não-correlacionados.

Logo, desta estimação, segundo Gujarati (2000), Granger (1969) encontrou quatro casos:

- *Causalidade unilateral de Y para X*: quando os coeficientes estimados em (11) para a variável defasada Y forem conjuntamente diferentes de zero e quando o conjunto de coeficientes estimados em (12) para a variável X não for estatisticamente diferente de zero;
- *Causalidade unilateral de X para Y*: quando o conjunto de coeficientes defasados para a variável Y na equação (11) não for estatisticamente diferente de zero e o conjunto de coeficientes defasados para a variável X em (12) for estatisticamente diferente de zero;
- *Bicausalidade ou simultaneidade*: quando os conjuntos de coeficientes defasados de X e de Y forem estatisticamente diferentes de zero, em ambas as regressões;

- *Independência das variáveis*: quando, em ambas as regressões, os conjuntos de coeficientes defasados de X e Y não forem estatisticamente diferentes de zero.

Existem pontos relevantes a considerar na análise de causalidade de Granger. O primeiro deles está relacionado com as séries a serem utilizadas, pois estas devem ser estacionárias; o segundo é o de que o teste é bastante sensível ao número de defasagens que a análise inclui. Algumas pesquisas utilizam, como critério para a escolha do número de defasagens, o menor valor do Schwarz e/ou o de Akaike, ainda que estes não sejam testes específicos para tal finalidade (GUJARATI, 2006).

5.1.2.3 Teste de causalidade de Sims

Tomando como referência o teste de Granger (1969), foi desenvolvido o teste de causalidade de Sims (1972), e que posteriormente foi complementado por Bishop (1979). Eles partem da idéia geral de causalidade, ou seja, do pressuposto de que o futuro não pode causar o presente nem o passado.

Então, se Y puder ser expresso como uma função dos valores passados e contemporâneos de X, com resíduos que não estejam correlacionados com qualquer valor de X (passado ou futuro), diz-se que Y não causa X, no sentido de Granger.

O teste pode ser operacionalizado a partir de uma regressão de Y em relação aos valores passados e futuros de X:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \sum_{t=1}^m \alpha_{2t} X_{t+1} + \sum \alpha_{3k} X_{t-k} + \sum \alpha_{4j} D_j + \alpha_5 T + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \sum_{t=1}^m \beta_{2t} Y_{t+1} + \sum \beta_{3k} Y_{t-k} + \sum \beta_{4j} D_j + \beta_5 T + \eta_t \quad (14)$$

Onde:

X_t e Y_t : são as variáveis a serem testadas

D_j : variáveis *dummies* ou binárias;

T: variável tendência

k : números de defasagens;

ε_t : erros aleatórios;

α_s e β_s : são os parâmetros das equações.

Nas equações acima, cabe ressaltar que a variável Y_t (valor presente) é função de valores passados (X_{t-k}), presentes (X_t) e futuros (X_{t+i}) da variável X_t . E que este procedimento também é assumido na equação (13).

Finalmente, observa-se que o teste de Granger (1969) e o teste de Sims (1972) têm o mesmo objetivo, ou seja, o de determinar a causalidade entre as variáveis. No entanto, salienta-se que o teste de Sims faz uso de um modelo de regressão chamado de “modelo de defasagens distribuídas”, enquanto que o de Granger utiliza um modelo que inclui um ou mais valores defasados da variável dependente entre suas variáveis explicativas. Esta última equação de regressão é mais conhecida como “modelo auto-regressivo”. Na revisão bibliográfica feita, não foram encontrados trabalhos que comparassem o grau de eficiência de cada teste de causalidade para os mesmos dados em análises. Contudo, se deixa clara aqui a necessidade de pesquisar esta comparação para poder diferenciar a precisão de ambos os modelos.

5.1.2.4 Modelo de Ravallion

Segundo Ravallion (1986), a especificação de um modelo econométrico que leve em consideração os diferenciais espaciais de preço dependerá, em parte, dos pressupostos feitos acerca da estrutura espacial do mercado.

O autor assume que existe um grupo de mercados locais que comercializam estreitamente entre si, com um mercado central que domina a formação dos preços locais. Em função do número e do tamanho dos mercados locais que possam existir, também se pode assumir que o preço do mercado central é influenciado por vários preços dos diferentes mercados locais.

Deste modo, um padrão estático de formação de preços entre N mercados, onde o Mercado 1 é o mercado central, pode ser apresentado nas seguintes relações:

$$P_1 = f_1 (P_2, P_3, \dots, P_N, X_i) \quad (15)$$

$$P_i = f (P_1, X_i) \quad (i = 2, \dots, N) \quad (16)$$

Onde:

X_i ($i = 1, \dots, N$) é um vetor de outras influências ou fenômenos exógenos nos mercados locais.

X_1 representa um grupo de variáveis exógenas que podem influenciar a formação de preços no Mercado i, e X refere-se às variáveis equivalentes para o mercado central.

5.1.2.5 Análise de co-integração

Um tema estreitamente vinculado ao estudo de co-integração está relacionado com a econometria das séries temporais. Na intenção de responder à pergunta: “Quais as principais características das séries temporais?”, Asteriou (2002) as define com quatro características:

- 1 - A maior parte das séries temporais tem uma tendência. Os seus valores médios variam ao longo do tempo. Elas são variáveis ou séries não-estacionárias;
- 2 - Algumas séries seguem um curso que se assemelha, em certo sentido figurado, às sinuosidades do fundo do leito dos rios, ou seja, sobem e descem sem

apresentar uma tendência em direção a determinado ponto. Este comportamento de caminho aleatório¹⁴ é também uma propriedade de muitas variáveis não-estacionárias. E esta característica está presente em todas as séries objetos de estudo, com a exceção das da inflação e da taxa de juros;

- 3 - Os choques têm um alto grau de persistência. As mudanças repentinas na série demandam certo tempo para iniciar a decair. Isto é especialmente certo nas variáveis reais, tais como as relacionadas à produção e ao investimento;
- 4 - Algumas séries se movem de forma conjunta, isto é, têm um co-movimento positivo. Por exemplo, diferentes taxas de juros se movem de forma conjunta, de modo semelhante ao que acontece com os ritmos de produção em diferentes países.

5.1.3 Estacionariedade

Segundo Acosta e Ortega (2006), na sua mais simples definição, uma série estacionária é aquela que não apresenta tendências, enquanto que a não-estacionária apresenta alguma tendência, sendo que esta pode ser determinística ou aleatória. Na figura a seguir, são ilustrados estes três tipos de séries. No entanto, geralmente é mais difícil diferenciá-las em situações práticas, e se faz necessária a utilização de ferramentas estatísticas.

¹⁴ Um caminho aleatório é um exemplo de uma série temporal não-estacionária. Segundo Gujarati (2000), o caminho aleatório é freqüentemente comparado com a forma de andar de um bêbado. Ao sair do bar, o bêbado se desloca uma distância aleatória u_t no tempo t , e se ele continuar a caminha indefinidamente, no final vaguará cada vez mais para longe do bar. Diz-se que ocorre o mesmo com os preços das ações. A cotação de hoje é igual à cotação de ontem mais um choque aleatório.

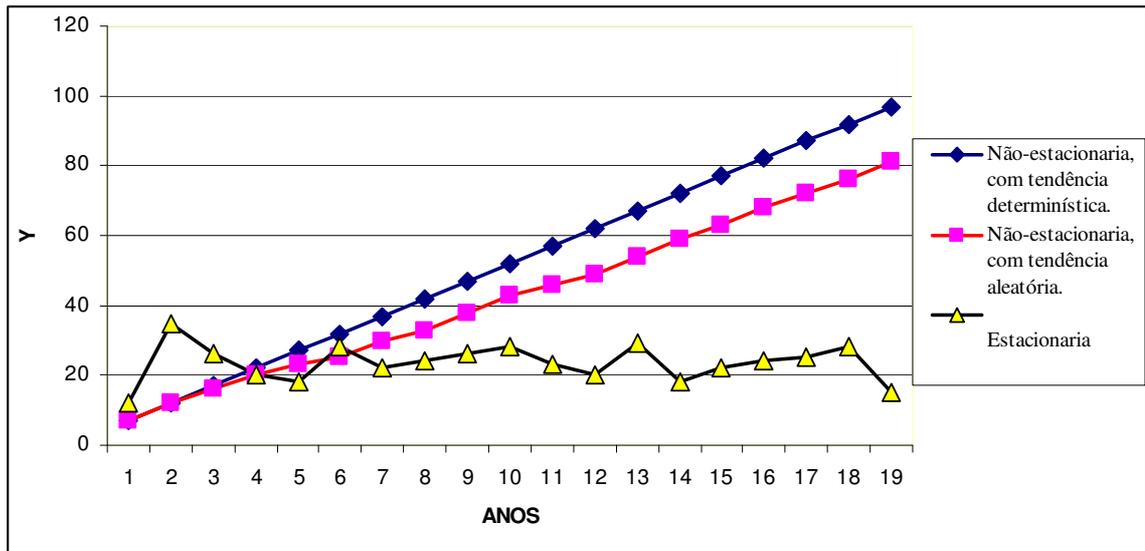


Figura 6 – Caracterizando as séries temporais de acordo a sua tendência

A primeira característica sobre séries temporais, apontada por Asteriou (2002), também é ressaltada por Shikida (2008, p. 20), quando diz que: “...poucas séries econômicas podem ser consideradas como geradas por processos estocásticos¹⁵ estacionários”.

Isto quer dizer que boa parte da econometria tradicional de séries temporais assume, implícita ou explicitamente, que as séries com as quais se trabalha são estacionárias. Então, como fazem os “econometristas” para trabalhar com séries como se todas estas fossem estacionárias, e inferir relações entre variáveis, se a maioria das séries (econômicas) temporais são não-estacionárias?

A resposta apresentada pelos econometristas para esta questão, e também para não cair em erros deste tipo, propõe que se deva trabalhar com “transformações” das séries econômicas originalmente não-estacionárias em séries estacionárias.

¹⁵ Um processo estocástico é um processo aleatório

5.1.3.1 Processo estocástico estacionário

A maioria das séries (econômicas) temporais são realizações ou funções amostrais. Para Gujarati (2000), os dados de qualquer série temporal podem ser pensados como tendo sido gerados por um processo estocástico. O mesmo autor faz a distinção entre um **processo estocástico** e a **sua realização**, em analogia com a existente entre **população** e **amostra**, característica que também é ressaltada por Arnau (2001), quando argumenta que uma série temporal (Y_t , com $t = 1, 2, \dots, n$) caracteriza-se pela realização de algum processo estocástico (processo que se supõe que gere a série). Neste contexto, a realização é comparada com a amostra, assim como o processo estocástico (modelo teórico) é comparado com a população.

Por exemplo, na presente dissertação, se trabalhará apenas com uma série de preços para o etanol e para a gasolina, desde o lançamento das unidades *flex-fuel* no Brasil (março de 2003), e não com todas as duas séries desde o seu início. Ou seja, a análise, na presente pesquisa, será apenas uma realização em particular de um processo estocástico, e que também poderia ser chamada de série de tempo ou série temporal.

Segundo Gujarati (2000), assim como são utilizados dados amostrais para fazer inferências sobre uma população, em séries temporais se usa uma realização para fazer inferências sobre o processo estocástico subjacente. Um processo que tem recebido grande atenção e exame por parte de estudiosos das séries temporais é o chamado **processo estocástico estacionário**.

Um processo estocástico é estacionário se suas média e variância forem constantes ao longo do tempo e se o valor da covariância entre dois períodos de tempo depender apenas da distância ou defasagem entre os dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada (GUJARATI, 2000, p. 719).

Na literatura de séries temporais, um processo estocástico também é conhecido como processo estocástico fracamente estacionário. Contudo, para a maioria das situações práticas, tal como assinalado por Gujarati (2000), basta este tipo de estacionariedade (fraca), o que é um fato que também bastará na presente pesquisa. Para conferir maior rigor matemático, e considerando que Y_t seja uma série temporal estocástica, o autor apresenta as seguintes propriedades:

$$\text{Média: } E(Y_t) = \mu \quad (17)$$

$$\text{Variância: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (18)$$

$$\text{Covariância: } \gamma = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad (19)$$

Estas condições requerem que as médias, variâncias e covariâncias de Y_t permaneçam constantes no longo do tempo, ou seja, que não importa se as observações vierem do princípio ou do fim da amostra, desde que as médias e as variâncias sejam sempre as mesmas (ASTERIOU, 2000).

Complementando alguns tipos de exemplos de séries estacionárias e não-estacionárias, (ASTERIOU, 2000) apresenta que:

Y_t será estacionária apenas se a mesma estiver distribuída normalmente com média 0 e variância constante, ou seja: $N(0, s^2)$.

Considerando $Y_t = Y_{t-1} + \mu_t$, onde μ_t distribui-se como $N(0, s^2)$. Isto se denomina caminho aleatório. Esta variável é não-estacionária devido ao fato de que sua variância se incrementa na medida em que aumenta o tamanho da amostra. Aqui, $Y_1 = Y_0 + \mu_1$, onde Y_0 é o valor inicial de Y ; $Y_2 = Y_1 + \mu_2 = Y_0 + \mu_1 + \mu_2$, e $Y_3 = Y_2 + \mu_3 = Y_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3$, e do mesmo modo sucessivamente. No tempo t , Y é a soma de todos os valores passados e atuais do termo do erro. Desta maneira, a variância de Y_1 torna-se cada vez maior, na medida em que cresce o tamanho da mostra.

Deve ser considerado o caso em que $Y_t = a + Y_{t-1} + \mu_t$, onde μ_t tem uma distribuição normal, com média igual a zero e variância constante ($N(0, s^2)$). Este é o chamado caminho aleatório com deriva (*drift*), onde o parâmetro a captura a taxa de crescimento médio. Esta variável é dita como *não-estacionária*.

Também se pode considerar o caso em que $Y_t = rY_{t-1} + \mu_t$, onde μ_t também tem uma distribuição normal, com média igual a zero e variância constante ($N(0, s^2)$). Este tipo de série será considerada estacionária sempre e quando se cumprir a condição de que $-1 < r < 1$.

Uma vez vistos estes exemplos, se pode concluir que, se uma série temporal não for estacionária, de acordo com as propriedades acima apresentadas, ela será chamada de **série temporal não-estacionária**.

5.1.3.2 Série estacionária e a função de autocorrelação

O preço da gasolina, por exemplo, provavelmente é uma série não-estacionária. Isto se deve ao incremento (na média) do preço ao longo do tempo. No entanto, existe a probabilidade de que, no caso de se diferenciar uma ou mais vezes o preço da gasolina, a série resultante seja estacionária. Então, no intuito de construir um modelo de série temporal para prever os preços futuros da gasolina, se pode diferenciar a série uma ou mais vezes até obter uma série estacionária passível de ser previsível.

Assim, Pindyck e Rubinfeld (2004), frente à questão: “De que forma se pode decidir se uma série é estacionária ou quantas vezes uma série não-estacionária deve ser diferenciada para se chegar a uma série estacionária?”, estes autores expõem que uma forma de saber isto pode começar por plotar uma função de correlação, através de um gráfico que é chamado de *correlograma*.

Na Figura 7 mostram-se as funções de autocorrelação (ρ_k) para uma série estacionária e para outra não-estacionária. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2004, p.575), a função de autocorrelação, para uma série estacionária, declina à medida que k , o número de defasagens, se torna maior, mas em geral o mesmo não acontece com séries não-estacionárias. Posteriormente, os autores ressaltam que, quando se está diferenciando uma série não-estacionária, se pode testar com diferenciações sucessivas, observando a função de autocorrelação. Por exemplo, no caso de que, na segunda rodada de diferença, resultar uma série cuja função de autocorrelação declina rapidamente, pode-se concluir que a série original é homogênea de segunda ordem.

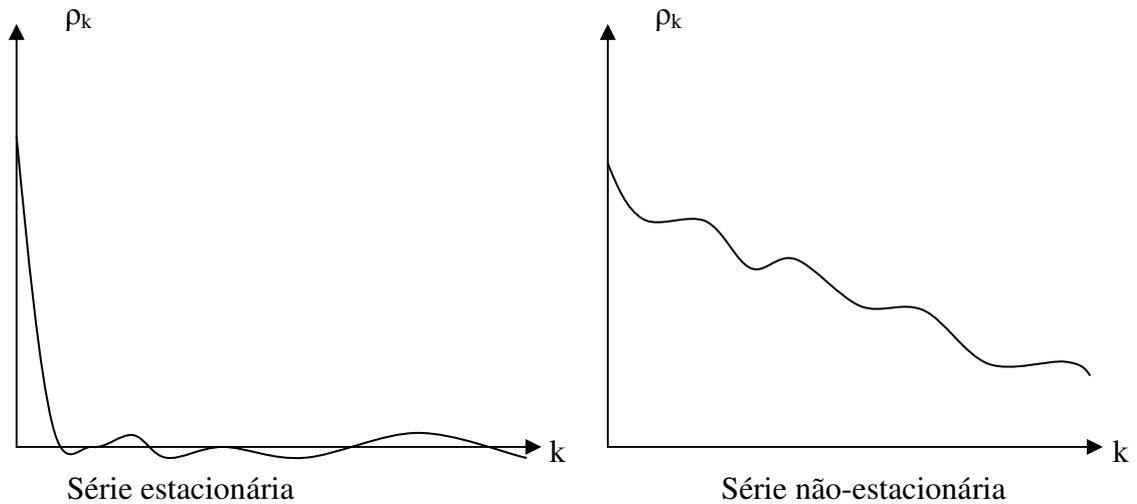


Figura 7 - Funções de autocorrelação de séries estacionárias e não-estacionárias

No intuito de calcular a função de autocorrelação (FAC), Gujarati (2000) diz que esta função é obtida por um teste “simples” de estacionariedade. A FAC, indicada por ρ_k , é definida como:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (20)$$

Onde:

γ_k = covariância na defasagem k

γ_0 = variância

Pelo fato de a covariância e a variância serem mensuradas nas mesmas unidades de medida, ρ_k é um número adimensional, com valores entre -1 e 1, tal como com qualquer outro coeficiente de correlação.

Quando se trabalha com dados empíricos, quase sempre se tem somente uma realização (uma amostra) de um processo estocástico. Neste sentido, o cálculo feito pode ser descrito tendo como base apenas a **função de autocorrelação amostral**. Para isto, primeiro se determina a covariância amostral na defasagem k (γ_k) e depois, a variância amostral (γ_0), com as seguintes equações.

$$\gamma_k = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y}) (Y_{t+k} - \bar{Y})}{n} \quad (21)$$

$$\gamma_0 = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})^2}{n} \quad (22)$$

Depois de ter sido calculado o coeficiente de autocorrelação (ρ_k) e de já ter sido elaborado o correlograma, uma forma de saber se a série temporal é ou não é estacionária, segundo Gujarati (2000), deve ser analisada a variação destes valores. Uma das características dos correlogramas é que eles iniciam com valores altos (próximos de 1, na escala de 0 até 1) e diminuem gradualmente, quando se trata de uma série não-estacionária. Contudo, quando a série a ser autocorrelacionada for uma série estacionária, a função de autocorrelação declina rapidamente. E este fato também é sustentado por Pindyck e Rubinfeld (2004) para a análise das funções de correlação.

Do exposto no parágrafo anterior, infere-se que, mesmo tendo uma série não-estacionária, onde a sua função de autocorrelação diminui lentamente, apesar de aumentar o número de defasagens, logo após a primeira diferença, esta série pode ser convertida em uma série estacionária, com uma função de autocorrelação declinando rapidamente, quando a série original for não-estacionária até a primeira diferença.

5.1.3.3 Testes de Raiz Unitária

a. Teste Dickey-Fuller

Outro teste formal para o estudo da estacionariedade das séries temporais foi desenvolvido por Dickey e Fuller (1979). O teste começa supondo que a série Y_t , segue um processo auto-regressivo de primeira ordem AR (1), já que a regressão é feita para o valor de Y no instante t (Y_t) sobre seu valor no instante $(t-1)$, da seguinte forma:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \mu_t \quad (23)$$

Onde:

μ_t = é o termo de erro estocástico que visa as hipóteses clássicas de média zero, variância constante σ^2 e é não auto-correlacionado.

Na equação (23), se o coeficiente de Y_{t-1} (ρ) for de fato igual a 1, de acordo com Gujarati (2000), a análise da série temporal se defronta com um problema que é chamado de “problema de raiz unitária”, ou seja, uma situação de não-estacionariedade. Então, se for efetuada a regressão, verifica-se que $\rho = 1$ e diz-se que a variável estocástica Y tem uma **raiz unitária**. Na econometria de séries temporais, uma série (temporal) que tenha uma raiz unitária é conhecida como uma série (temporal) de **caminho aleatório**.

O preço da gasolina ou do etanol, por exemplo, inicialmente seguem um caminho aleatório (no curto prazo), pois é difícil saber qual a tendência exata que os seus preços terão no mês seguinte. Assim, estas séries são exemplos de caminhos aleatórios, e, logo, elas são não-estacionárias.

A equação 23 frequentemente é expressa em uma forma alternativa, como:

$$\Delta Y_t = Y_{t-1}(\rho-1) + \mu_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (24)$$

Onde:

$$\delta = \rho-1$$

Δ = é o operador de primeira diferença. Por exemplo: $\Delta Y_t = Y_{t-1} - Y_t$

Visto que a equação 23 é igual à equação 24. Portanto, a hipótese nula de ambas as equações é $\rho = 1$ ou $\delta = 0$, respectivamente. Neste caso, as duas equações podem ser reescritas como:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \mu_t \quad (25)$$

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2004) e Gujarati (2000), o que a equação 25 expressa é que as primeiras diferenças de uma série de caminho aleatório ($= \mu_t$) são uma série temporal estacionária, porque, de acordo com a hipótese anterior, μ_t é puramente aleatório.

Hansen (2008) argumenta que, se Y_t tem uma (única) raiz unitária, então ΔY_t é um processo estacionário auto-regressivo de primeira ordem, ou AR (1). Porque, desta propriedade, pode-se dizer que se Y_t é não-estacionária, mas $\Delta^d Y_t$ é estacionária, então Y_t é “integrada de ordem d”, ou I (d). Por tanto, uma série temporal com uma raiz unitária se expressa como I(1).

Em outras palavras, se uma série temporal é diferenciada d vezes, ela é integrada de ordem d, ou I(d).

A respeito do teste desta hipótese, Gujarati (2000, p. 725) diz:

Sob a hipótese nula $\rho=1$, a estatística t, calculada de modo convencional, é conhecida como estatística τ (tau), cujos valores críticos foram tabulados por Dickey e Fuller com base em simulações de Monte Carlo. Na literatura especializada, o teste tau é conhecido como teste de Dickey-Fuller (DF)... Note que, se a hipótese nula $\rho=1$ for rejeitada (isto é, a série temporal é estacionária) podemos usar o teste t (de Student) usual.

Assim, se o valor absoluto calculado da estatística t, ou seja, $|t|$, exceder os valores críticos absolutos τ de DF ou de MacKinnon-DF, então não se rejeitará a hipótese nula, de que a dita série seja estacionária. **Se, por outro lado, o valor absoluto de τ for menor do que o valor crítico, a série temporal será não-estacionária** (GUJARATI, 2000).

Dickey e Fuller (1979) consideram três diferentes equações de regressão que podem ser utilizadas para testar a presença de uma raiz unitária. Estas equações são:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (24)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (26)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (27)$$

A diferença existente entre estas três equações de regressão se deve à presença dos elementos determinísticos β_1 e $\beta_2 t$. A equação (24) é um modelo puro de caminho aleatório, a segunda (26) agrega um intercepto ou termo de deriva, e a terceira (27) inclui ambos os elementos, quer dizer, um intercepto e uma linha de tendência.

Finalmente, Asteriou (2002) ressalta que o Teste Dickey-Fuller (DF) é o teste padrão para a estacionariedade. A respeito da análise dos valores críticos para o teste desta hipótese, o autor afirma que:

Os valores críticos são todos negativos. Isto se justifica porque se necessita saber se δ é suficientemente negativo; um δ positivo significa que a série é definitivamente não-estacionária.

Os valores críticos são mais negativos que o da estatística t convencional. Isto ocorre porque a teoria padrão não trabalha com variáveis não-estacionárias.

Os valores críticos diminuem à medida que aumenta o tamanho da amostra; e isto faz com que o teste seja mais eficiente assintoticamente.

b. Teste Aumentado de Dickey-Fuller

A equação 28 apresenta alguns problemas. Um deles, segundo Pindyck e Rubinfeld (2004), é o de que ela pressupõe não haver correlação serial de qualquer tipo no termo de erro μ_t . Para os autores, ainda que fosse “bom” admitir que há correlação serial em μ_t e ainda assim fazer o teste de raiz unitária, no entanto isto não seria possível com o teste Dickey-Fuller. Neste sentido, segundo Gujarati (2000), se o termo de erro μ_t é autocorrelacionado, modifica-se a equação (27) da seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \Delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (28)$$

Na equação (28), por exemplo, $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$, etc. E isto quer dizer que são utilizados termos de diferença defasados. Este teste, de raiz unitária, também como o anterior, é feito usando mínimos quadrados ordinários.

Para Gujarati (2000), a hipótese nula é ainda a de que $\rho=1$ ou $\delta=0$, quer dizer, a de que existe uma raiz unitária e, Y (ou seja, Y é não-estacionário). A estatística ADF do teste tem a mesma distribuição assintótica que a estatística DF. E, neste sentido, podem ser utilizados os mesmos valores críticos para o teste de hipótese.

Visto que o teste ADF tem a presença de termos de diferença defasados, restaria saber: Como decidir quantas defasagens utilizar?

A questão antes mencionada é respondida por Asteriou (2002), onde indica que existem as seguintes possibilidades:

- Incluir tantas defasagens quantas sejam necessárias para remover a correlação serial nos termos μ_i ;
- Utilizar provas estatísticas, tais como o Critério de Informação de Akaike (AIC) ou o Critério de Schwars-Bayesian (SBC) para determinar o comprimento ótimo da defasagem (*i.e.*, selecionar aquela defasagem que permitirá se atingir uma adequada idéia a respeito do valor mais alto para o AIC ou o SBC);
- Olhar as defasagens de cada um dos testes e fazer um juízo pragmático, baseando-se no saldo da evidencia;
- Não incluir mais defasagens do que apenas as necessárias, pois, na medida em que se utilizam mais defasagens (as quais estão correlacionadas entre si) na regressão, se incrementará o erro padrão dos parâmetros estimados. Se forem utilizadas defasagens superiores às necessários na prova ADF, poder-se-ia conduzir à não-rejeição da hipótese nula de não-estacionariedade. Por outra parte, também, se incorre em risco equivalente quando se incluem menos defasagens do que as que são necessárias.

Conforme argumentado anteriormente, as séries temporais (econômicas) geralmente são não-estacionárias, e isto quer dizer que elas apresentam pelo menos uma raiz unitária. Portanto, as regressões que possam ser obtidas a partir de duas séries temporais, como por exemplo, as feitas com os preços do etanol e da gasolina, podem apresentar regressões espúrias e as conclusões tiradas destas regressões evidentemente estariam erradas. Deste modo, o recomendável seria “*estacionarizar*” as séries, trabalhando com as diferenças (Δ). Na presente pesquisa, é imprescindível que ambas as séries sejam

estacionárias de mesma ordem. Esta *estacionarização* pode ser feita com o método ADF, para posteriormente determinar as relações entre as variáveis, evitando, em certa medida, que se possa incorrer em falsas conclusões.

c. Co-integração

Quando recebeu o Prêmio Nobel, o professor Clive W. J. Granger (2003, p. 4), disse, em seu discurso, que muitas séries econômicas movem-se com tendências ou com oscilações prolongadas, oscilações que não são regulares. Segundo ele:

[...] é esta relativa suavidade que faz com que sejam pouco apropriadas para a análise com os processos estatísticos padrão, os quais se baseiam em que os dados têm uma propriedade conhecida como estacionariedade. Muitas séries da economia, especialmente na macroeconomia, não têm esta propriedade e se podem denominar “integradas” ou, às vezes, incorretamente, não-estacionárias. Não entanto, quando se expressam em forma de mudanças ou taxas de rendimentos, estas séries derivadas parecem estar próximas de ser estacionárias.

Anteriormente, diferentes autores tinham proposto métodos para analisar uma única série integrada, contudo, na análise conjunta de duas ou mais de tais séries faltava, ainda, uma característica importante. Granger (2003) explica que a diferença entre um par de séries integradas pode ser estacionária, e esta propriedade se conhece como **co-integração**. Mais formalmente: “duas séries suaves, na escala apropriada, podem mover-se e evoluir, lentamente, de maneira similar, ainda que não seja idêntica, mas as distâncias entre elas pode ser estacionária” (GRANGER, 2003, p. 199).

Para ilustrar matematicamente o fenômeno de co-integração consideram-se as seguintes séries de tempo: X_t e Y_t . A co-integração pode ser definida se:

- Ambas as séries são co-integradas de ordem $I(1)$, ou seja, tornam-se estacionárias ao se efetuar a primeira diferença delas;
- Há alguma combinação linear entre X_t e Y_t de ordem $I(0)$ que seja estacionária.

Em geral, quando se tem duas variáveis integradas, de primeira ordem, os pesquisadores normalmente esperam que exista alguma combinação linear entre elas, e esta pode ser representada da seguinte forma:

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + \mu_t \quad (29)$$

$$\mu_t = Y_t - b_0 - b_1 X_t \quad (30)$$

Nas duas equações anteriores, b_0 e b_1 podem assumir diferentes valores para se converter em $I(1)$. No entanto, se X_t e Y_t ficarem unidas em uma relação linear, como dito anteriormente por Granger (2003), a longo prazo, então se cumprirá a segunda condição para a existência de co-integração. Haverá, ao menos, uma combinação linear X_t e Y_t integrada de ordem $I(0)$, combinação esta que será estacionária.

5.2 ESTADO DA ARTE DA TRANSMISSÃO DE PREÇOS NO MERCADO DO ETANOL

Diferentes pesquisas, objetivando analisar a transmissão de preços nos mercados agrícolas, foram realizadas no Brasil, ao longo das últimas décadas. No intuito de encontrar quais os modelos teóricos mais utilizados e quais os trabalhos empíricos feitos, Aguiar (1995) apresentou estes modelos e algumas evidências empíricas de estudos feitos no Brasil, até aquela data, o que lhe permitiu fazer algumas “generalizações” quanto às observações encontradas em ditos estudos. Neste trabalho, Aguiar (1995) constatou que os estudos teóricos e empíricos desenvolvidos nesta área de pesquisa procuraram explicar três questões principais, e ele as classificou em:

- Em que nível de mercado se originam as variações dos preços e em que sentido estas variações se transmitem;
- Com qual intensidade e durante que período se dá a transmissão; e
- Se há transmissões destes acréscimos, ou seja, se existe assimetria na transmissão de preços.

A análise feita por Aguiar (1995) teve como base os modelos de transmissão de preços de Gardner (1975), Hein (1975), Sims (1972), Bishop (1979), Barros (1990), Aguiar e Barros (1991), Barros e Martines-Filho (1987), Gomes e Talamini (1992), entre outros.

Os modelos teóricos e os resultados empíricos analisados por Aguiar (1995) permitiram-lhe resumir que: a) o varejo representa apenas um papel passivo na transmissão de preços; b) o atacado e a indústria de transformação tendem a iniciar as variações de preços no mercado interno; c) os preços recebidos pelos agricultores não só se ajustam após a variação ocorrida no atacado, como também o fazem com defasagem maior do que ao ocorrida no varejo; d) as transmissões de preços entre os níveis de mercado interno tendem a ser menores do que a proporcionalidade; e) as transmissões de preços entre os mercados externo e interno são, em geral, aproximadamente iguais a um, havendo casos de transmissão maior do que a proporcionalidade; e f) os produtos processados tendem a transmitir mais os acréscimos do que os decréscimos de preços verificados ao longo de suas cadeias.

Na última década, continuaram sendo feitos estudos sobre a transmissão de preços em diferentes níveis de mercados agrícolas, relacionando também diferentes variedades de produtos e períodos de tempo diversos, em função das constantes mudanças do mercado. Contudo, como o interesse da pesquisa aqui apresentada é o de ser focada nas inter-relações de preço existentes no mercado de combustíveis e no mercado sucroalcooleiro, a seguir serão detalhados os resultados encontrados em outras pesquisas, que tiveram por objetivo determinar este fenômeno dentro da cadeia da cana-de-açúcar.

Para Bacchi (2005, p. 2): “Entre os estudos sobre preços dos produtos do setor sucroalcooleiro, os mais frequentes tratam da transmissão entre os dos mercados doméstico e internacional de açúcar”. Dentro deste contexto, a autora observa que os trabalhos feitos por Sampaio e Lima (1999a), Sampaio e Lima (1999b) e Silveira (2004), centralizam os seus estudos nestes mercados.

Para Marjotta-Maistro (2002), são escassos na literatura os estudos que visam analisar as inter-relações no mercado de combustíveis brasileiro e, quando existem, são focados nas relações entre a gasolina e o álcool hidratado, deixando o álcool anidro em segundo plano. E esta constatação motivou os estudos por parte da pesquisadora.

Depois da abertura do setor sucroalcooleiro, alteração esta que foi iniciada em 1990, e com a finalidade de analisar e caracterizar o mercado de combustíveis brasileiro, Marjotta-Maistro (2002) relacionou os efeitos de mudanças em variáveis associadas à oferta e à demanda sobre o comportamento dos agentes em um mercado parcialmente liberado, no período de análise, que compreendeu de 1995 a 2000. Para este fim, a autora utilizou dois modelos, um Modelo de Ajuste pelo Preço, e outro, de Ajuste da Quantidade. O método matemático de estimação para o primeiro modelo foi o de Mínimos Quadrados em Dois Estágios, para o primeiro modelo, e o de Mínimos Quadrados Ordinários, para o segundo.

Com o primeiro modelo, Marjotta-Maistro (2002) verificou o grau em que as forças de mercado já operavam, entre 1995 e 2000. O segundo modelo mostrou a dinâmica de ajuste. Cabe ressaltar que este estudo foi feito no período em que o setor sucroalcooleiro estava em um processo de desregulamentação por parte do governo. Os resultados encontrados foram: a) as variações de demanda tendiam a ser atendidas sem grandes alterações nos preços da gasolina e dos seus componentes; b) os ajustes de preços para o atacado, da gasolina C e da gasolina A, ainda que moderados, eram parcialmente repassados ao varejo; c) o governo tendia a absorver os choques externos de preços, não os repassando imediatamente ao varejo, e o varejo não os repassava, na mesma proporção, ao consumidor final. Os resultados desta pesquisa refletiram a característica de que o setor ainda estava operando sob o controle do Estado.

Com a finalidade de analisar a intensidade e a duração com que as oscilações de preços são transmitidas de um nível de mercado para outro, e dentro do mesmo nível de mercado, ao longo da cadeia sucroalcooleira do Estado de São Paulo, no período 1998-2002, Alves (2002) utilizou os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), de co-integração de Johansen e o método de Auto-Regressão Vetorial com correção de Erro (VEC). Os resultados encontrados apontam para as inter-relações contemporâneas entre os preços do açúcar tipo cristal industrial, no mercado interno e o recebido pela exportação, e entre os preços do açúcar cristal empacotado ao produtor e ao varejo.

A construção e estimação de um modelo analítico que explique o comportamento dos preços do mercado sucroalcooleiro e o de combustível fóssil, de julho de 2001 a agosto de 2004, foi o desafio de Bacchi (2005). Neste escopo, a autora se valeu de técnicas de Auto-regressão Vetorial, sendo consideradas, neste modelo estatístico, as propriedades de integração e co-integração de séries temporais. O resultado deste trabalho sinalizou que as

variações do preço da gasolina C para o consumidor têm efeito imediato, sendo este de grande magnitude, sobre o preço do álcool hidratado, o que indica elevado grau de substituição da primeira pelo segundo. Também foi constatado que as variações no preço do álcool anidro para o produtor têm impacto significativo no preço do álcool hidratado para o produtor e no preço do álcool hidratado para o consumidor, mas com um mês de defasagem, se tratando do álcool hidratado para o consumidor. No caso dos preços do açúcar, as variações são transmitidas para os demais produtos do setor, ainda que em pequena magnitude. Por último, Bacchi (2005) não encontrou relações significativas entre as variações de preços do álcool sobre o de açúcar, ao nível do produtor. Apesar das relações encontradas, a autora salienta que só em período recente a gasolina C passa a ter algum grau de substituíbilidade com o álcool hidratado. Isto poderia induzir a pensar que, na medida em que a frota de veículos *flex-fuel* aumentar no Brasil, as relações entre os preços do etanol e da gasolina apresentarão características distintas das já encontradas, sejam estas de intensidade, duração, direção, etc.

De maneira geral, observou-se que foi cumprido o objetivo básico dos estudos supracitados, de encontrar inter-relações entre os vários produtos da cadeia da cana-de-açúcar por um lado e por outro entre o etanol e a gasolina. No entanto, desde a introdução das unidades *flex-fuel* no mercado brasileiro, a frota geral de automóveis que utilizam álcool combustível começou a aumentar de forma rápida e a tendência aponta para que, a médio prazo, esta represente a maior parte da frota brasileira. Outro aspecto de mudança no setor são os ganhos constantes de produtividade, o que permite ter preços mais estáveis e atrativos frente aos elevados preços no petróleo. Estas mudanças, entre outras, sugerem que o mercado de combustíveis e a cadeia sucroalcooleira, na atualidade, apresentam novas características e as suas inter-relações respeito ao preço precisam ser analisadas dentro deste novo contexto.

A revisão da literatura permite constatar que, atualmente, o único país que tem uma frota de unidades *flex-fuel* de proporções representativas é o Brasil, que também se caracteriza por ter preços de etanol competitivos a nível mundial, razão pela qual ainda não se encontrou, na literatura internacional, estudos de transmissão de preços em mercados com estas características, e que enfoquem os seus estudos entre o mercado do etanol e da gasolina.

Nas publicações locais, foram encontrados estudos que relacionam os preços entre a gasolina e o etanol, mas em períodos nos quais o mercado estava em processo de desregulamentação por parte do governo (1995-2000) ou em períodos em que a mudança de frota ainda não era significativa (período de 2001 a agosto de 2004).

6 RESULTADOS

O procedimento seqüencial para poder analisar a existência de transmissão de preços entre o etanol e a gasolina, desde o lançamento das unidades *flex-fuel*, no mercado brasileiro, aplicado no presente estudo, será o seguinte:

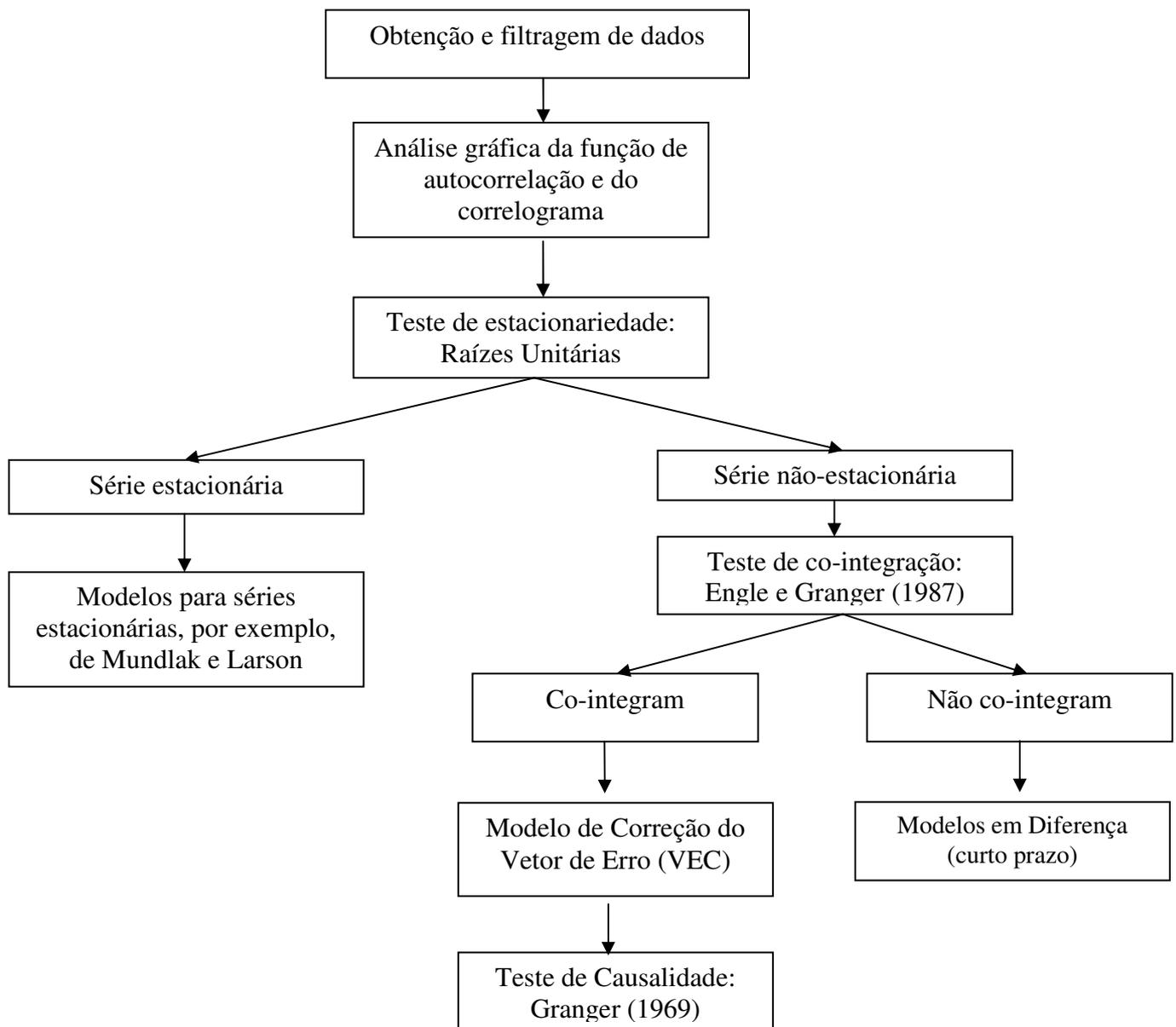


Figura 8 - Metodologia para a análise da integração de mercados utilizada na presente pesquisa

Fonte: Adaptado de Acosta & Ortega (2006).

6.1 OBTENÇÃO E FILTRAGEM DE DADOS

Para a análise do fenômeno de transmissão de preços entre os mercados do etanol e da gasolina, os dados utilizados foram os preços médios mensais destes combustíveis automotivos para o consumidor, no Estado de São Paulo, obtidos do site da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2008). O período de análise se estende desde o lançamento das unidades *flex-fuel*, no Brasil, que aconteceu em março de 2003, até julho de 2008, data na qual foi iniciado o estudo econométrico destes dados empíricos.

Ressalta-se que, no período de análise, o preço destes combustíveis, conforme utilizado nesta pesquisa, é resultado do preço médio mensal ao consumidor final, fornecido por 13.795 postos de combustível do Estado de São Paulo, no que diz respeito à gasolina. No que tange ao etanol, o preço corresponde à média mensal fornecida por 13.921 postos, também do Estado de São Paulo.

Conforme observado no Capítulo 3, o Estado de São Paulo é responsável por 60% do total de cana-de-açúcar cultivada no Brasil e por 61.4% do total de etanol produzido no país. No que se refere ao consumo do etanol, segundo a ANP (2008), o Estado responde por 59,2% do total do etanol¹⁶ que foi consumido no ano 2007. Estes motivos fizeram com que a escolha, nesta pesquisa, fosse feita pelo Estado de São Paulo, como um mercado representativo¹⁷ no Brasil, e os resultados obtidos poderiam ajudar a ter um maior entendimento das relações que atualmente existem neste mercado.

Como anteriormente discutido, uma série temporal é apenas um conjunto de observações de uma variável, geralmente obtida em intervalos regulares de tempo. A sua representação gráfica habitual utiliza os eixos de coordenadas, onde os valores de t são dispostos sobre o eixo de abscissas, e os da variável Y_t , sobre o eixo das ordenadas.

Hernández (2006) salienta que, em toda série temporal, existem componentes inobserváveis. Dito de outra forma, as variáveis econômicas, ao longo do tempo, habitualmente, apresentam flutuações. O autor explica que estas flutuações são resultado de uma confluência simultânea de quatro componentes básicos: Tendência (T); ciclo (C); sazonalidade (S); e resíduo (R).

¹⁶ Os dados correspondem somente ao consumo do álcool hidratado no Estado de São Paulo.

¹⁷ Segundo dados da ANP (2008), o consumo estadual da gasolina foi 29.4% do volume total consumido no Brasil o ano 2007.

No caso do etanol brasileiro, por exemplo, a tendência (T) é definida como uma trajetória a longo prazo (podendo este ser 25 ou 30 anos) que segue a série. Por variações cíclicas (C), entende-se aquelas flutuações da série que se reproduzem, a médio prazo (e que pode, às vezes, ser de 5 a 8 anos) dependendo da série em análise (por exemplo, as de acompanhamento do PIB); estas flutuações cíclicas estão ligadas à habitual alternância de prosperidade e recessão na atividade econômica. Por outro lado, as variações sazonais¹⁸ (S) são oscilações que acontecem com uma periodicidade inferior a um ano, geradas por causas climáticas, normas ou usos sociais. Estas oscilações, que se mostram de forma bastante reconhecível na maioria das séries econômicas, comumente, tem um período igual ao do ano. O último componente, das variações acidentais ou resíduo (R), são movimentos erráticos que não possuem um caráter periódico reconhecível ou, no último extremo, atribuem-se ao acaso (HERNÁNDEZ, 2006).

Na pesquisa aqui descrita, uma das variáveis a serem estudadas é a do preço do etanol (Y_t). Contudo, este preço é influenciado por seus quatro componentes básicos, motivo pelo qual a informação que é obtida é Y'_t . Ou seja, $Y'_t = f(Y_t)$. Matematicamente, a série temporal e os seus componentes são expressos da seguinte forma:

$$Y'_t = Y_t + T_t + C_t + S_t + R_t \quad (31)$$

O problema prático nas séries temporais, para Hernández (2006), vem do fato de que, na realidade, aqueles componentes não podem ser observados diretamente (por isto, a sua denominação de “componentes não-observáveis”). Isto supõe que seja preciso se obter aproximações dos valores assumidos por aqueles componentes, por meio de procedimentos estatísticos.

Assim, para conhecer o comportamento mais exato da variável preço do etanol (Y_t), ou da gasolina, que é a série original somada aos quatro componentes já citados, a série deve passar por uma filtragem.

¹⁸ No caso de produtos agrícolas, pode-se dizer que estes têm flutuações cíclicas como consequência das safras, que freqüentemente acontecem a cada 12 meses. Entende-se que, no caso de *commodities* agrícolas, estas flutuações quase não impõem sua presença nos preços; isto se deve ao impacto marginal que tem cada mercado (país) no mercado global desta *commodity*.

Para Shikida (2008), o interesse no estudo das séries temporais está centrado na variável original (Y_t). Então, é necessário remover todos estes componentes antes de tratar a série, quer dizer, ela tem que ser filtrada. Se houvesse outra série que influenciasse Y_t , ela também deveria ser filtrada.

A filtragem realizada neste estudo considera três passos:

6.1.1 Análise de ciclos e sazonalidade

A gasolina é uma *commodity*, cujo comportamento de preços, ao longo do século XX, passou por diferentes ciclos, provavelmente com preços inferiores a 1 dólar por galão (1 galão = 3,7857 litros), quando se acreditava que esta fonte energética fosse ilimitada, até os novos patamares, que foram atingidos como resultado das sucessivas crises do petróleo. Acredita-se que, desde o começo do século XXI a gasolina esteja em um novo patamar de preços, ou seja, em um novo ciclo (C). A respeito da sazonalidade (S), se acredita que o preço da gasolina esteja mais influenciada pelos preços internacionais do que por componentes próprios de uma determinada estação do ano. Apesar de se acreditar na presença dos componentes ciclo e sazonalidade, lembra-se que o interesse da pesquisa não está nos ditos componentes, para a variável “preço da gasolina”, mas sim no seu comportamento a longo prazo.

No que tange à variável “preço de etanol”, por ser um produto que ainda é comercializado no mercado internacional com certas restrições, espera-se que o seu comportamento, se comparado com o da “variável preço da gasolina”, esteja mais influenciado pelo mercado interno do que pelo mercado externo. Além disto, os seus componentes de ciclo (C) e sazonalidade (S) têm outras características. No entanto, tal como analisado para o preço da gasolina, o interesse aqui analisado está no comportamento dos preços a longo prazo e não nestes componentes.

Pelas razões anteriormente expostas, a pesquisa pressupõe que as variáveis do preço da gasolina e do etanol, no período em questão, não apresentem flutuações com componentes sazonais nem de ciclo. Portanto, o pressuposto de considerar que ambos os componentes (ciclo e sazonal) assumam valores nulos, nas duas séries, não será

considerado como pernicioso para os resultados da análise, pois estes componentes não fazem parte do foco do presente estudo.

6.1.2 Trabalhar com as variáveis em logaritmos

Outro procedimento para continuar filtrando as séries temporais, segundo Shikida (2008), é o de trabalhar com o seu logaritmo natural, pois esta operação ajuda a estabilizar as variâncias.

Na pesquisa realizada, foram utilizados os logaritmos naturais do preço de etanol (ET) e da gasolina (GAS).

6.1.3 Análise de tendência

As séries temporais dos preços têm, habitualmente, uma ou mais tendências, devido a diferentes fatores; entre eles, podem ser citados a inflação, deflação, etc. Para remover especificamente a tendência da inflação dos preços da gasolina e do etanol, foi feito o procedimento de deflacionar a série, no período pesquisado. Esta deflação, na seguinte pesquisa, foi feita utilizando-se o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI¹⁹), conforme coletados pela Fundação Getulio Vargas (FGV) e divulgados pelo IPEADATA (2008).

Outra forma de remover estas tendências ainda existentes em uma série de dados sobre a variável (Y_t) é trabalhar com uma nova série (ΔY_t). Isto significa que a série original, já deflacionada neste estudo, deve ser diferenciada. Deste modo, série original de (Y_t) passa a ser uma nova série (ΔY_t), livre de tendências. Isto significa que a série original deve ser diferenciada tantas vezes quantas forem necessárias até se alcançar a estacionariedade da série. Conforme visto anteriormente, o número de diferenciações dá

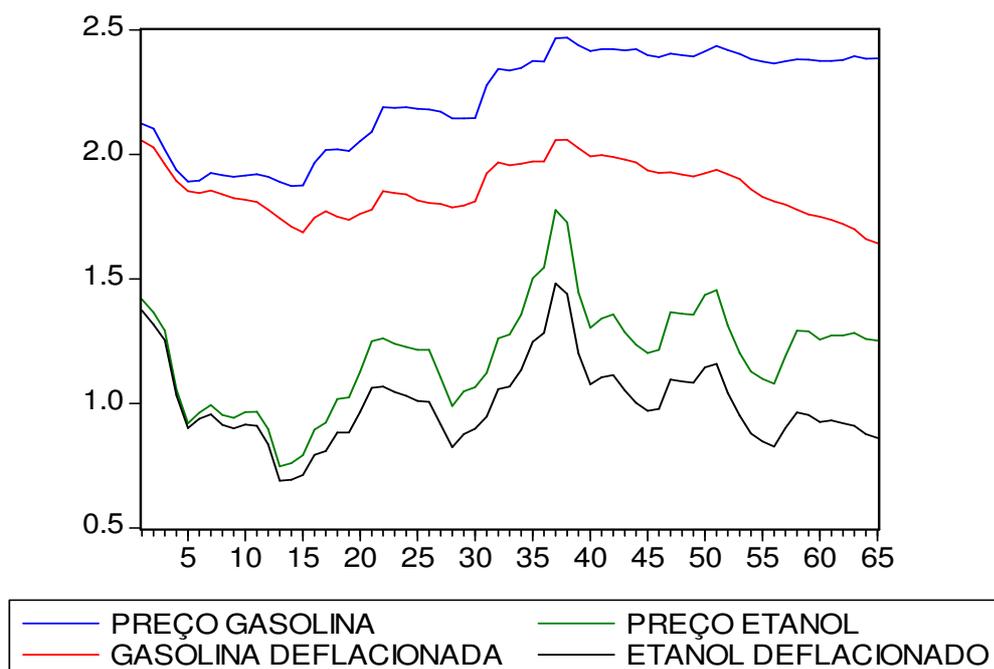
¹⁹ Segundo o IPEADATA (2008), o IGP-DI compreende o período entre o primeiro e o último dia do mês de referência. Reflete a evolução dos preços captada pelo Índice de Preços por Atacado (IPA), Índice de Preços ao Consumidor (IPC-FGV) e Índice Nacional de Preços da Construção Civil (INCC).

como resultado uma série estacionária. O problema da tendência das séries também é conhecido como “problema de raízes unitárias”.

6.2 TESTE INFORMAL: DETECÇÃO GRÁFICA DOS COMPONENTES DAS SÉRIES

Uma prática constantemente recomendada no estudo das séries temporais, antes de aplicar qualquer procedimento estatístico de análise, é a de utilizar uma representação gráfica do comportamento da série. Esta detecção é conhecida, por outros autores, como teste informal dos componentes das séries. Neste “exercício visual”, é possível, na maioria das vezes, reconhecer a tendência, os ciclos e os efeitos sazonais (HERNÁNDEZ, 2006).

Com esta finalidade, podem ser observados tanto o comportamento das séries temporais dos preços do etanol e da gasolina, quanto o comportamento das mesmas séries sem a tendência inflacionária, que foi removida deflacionando-a pelo IGP-DI. Como se esperava, mesmo na inspeção visual das duas séries em questão, a influência da inflação representava um componente de tendência (ver Figura 9).



* Onde o eixo das abscissas mostra os dados mensais desde março de 2003 até julho de 2008 (65 dados); e o eixo das ordenadas, o preço do combustível por reais por litro (\$R/l).

Figura 9 - Preços originais e deflacionados do etanol e da gasolina (2003:03 – 2008:07)

Depois de ter sido feito o procedimento de deflação para a remoção da tendência, foi possível trabalhar com as séries em seus logaritmos, antes da realização dos testes estatísticos formais.

6.3 TESTES FORMAIS DOS COMPONENTES DAS SÉRIES

Uma vez removida a tendência inflacionária, uma questão a ser resolvida é: Será que as duas séries temporais, a do preço do etanol e a do preço da gasolina, continuam sendo não-estacionárias?

Para começar a responder a esta questão, pode-se comentar que, mesmo sendo a representação gráfica apenas uma primeira etapa do estudo do comportamento das séries, também sugerida por Gujarati (2000) na análise de séries temporais, para definir com exatidão se estas são estacionárias ou não-estacionárias, isto não pode ser feito somente através da inspeção visual. Em outras palavras, a representação gráfica negligencia a

precisão, pois simplesmente a partir do aspecto visual torna-se impossível determinar a estacionariedade de uma série²⁰.

Portanto, foi feita a realização de um primeiro teste formal, chamado “Função de Autocorrelação” (FAC). Tal como apontado por Pindyck e Rubinfeld (2004), se a função começa com valores altos e, a seguir, estes vão decaindo gradativamente, existem fortes indícios de que a série seja não-estacionária.

Com base nas Figuras 10 e 11²¹, representando o cálculo das Funções de Autocorrelação dos preços do etanol e da gasolina, observam-se indícios de que estas séries sejam não-estacionárias, devido à lenta queda nos valores de dita função. Tais valores começam próximos a um de seus valores limites (+1 ou -1), sendo 0,837 para o etanol e 0,836 para a gasolina e decrescendo (lentamente) até - 0,243 e -0,260, respectivamente.

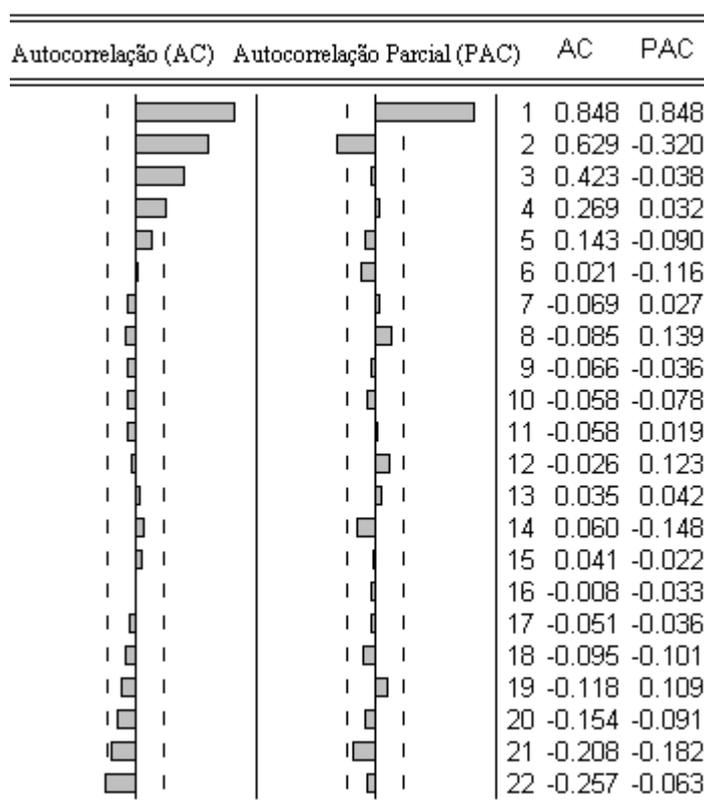


Figura 10 - Função de autocorrelação para os preços mensais do etanol, desde março de 2003 até julho de 2008

²⁰ A partir da etapa seguinte, e até a finalização da análise, todos os cálculos foram realizados com as séries deflacionadas.

²¹ As Figuras 9 até 11, como também, os apêndices do 1 até 14, foram feitos com o Software E-views 5.1, onde a notação dos decimais é feita no sistema dos Estados Unidos. Vale dizer, o ponto (.) para os decimais e a vírgula (,) para os milhares.

Sobre o número adequado de defasagens para a Funções de Autocorrelação, Gujarati (2000) afirma que, embora hajam testes sobre a duração máxima da defasagem a ser utilizada nos cálculos, na prática, geralmente, é usado um número de defasagens de até um terço do tamanho da amostra. No entanto, ele salienta que esta questão ainda é subjetiva.

Partindo desta sugestão para um número adequado de defasagens, o presente estudo utilizou 22 defasagens para o cálculo do correlograma e da Função de Autocorrelação (FAC), visto que o número total de observações, no período de análise, foi de 65 observações mensais.

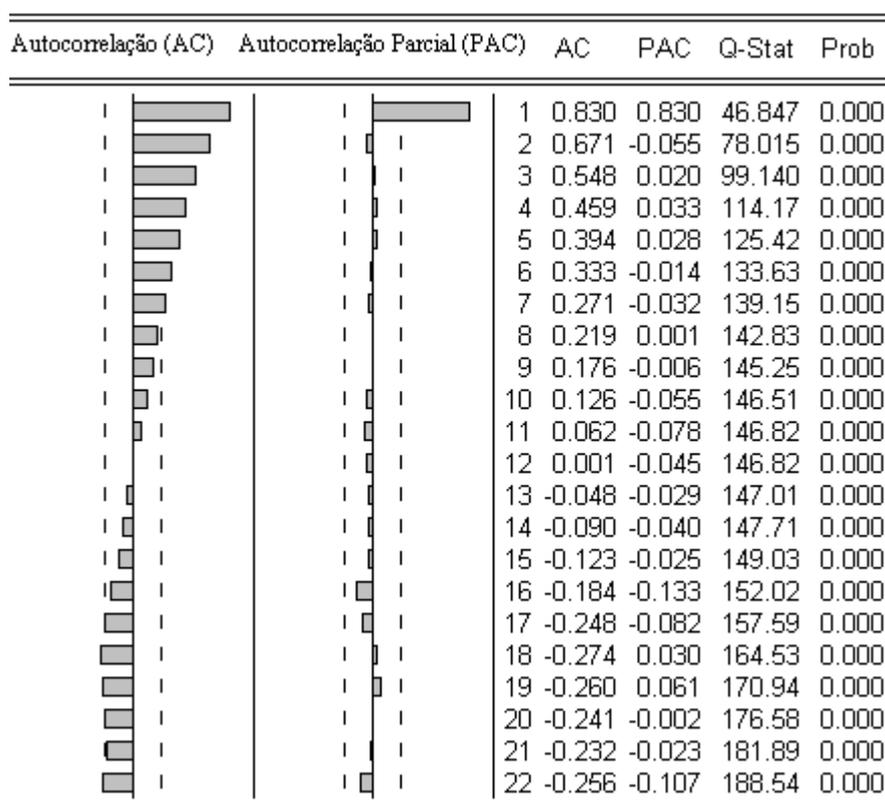


Figura 11 – Função de autocorrelação para os preços mensais da gasolina, desde março de 2003 até julho de 2008

6.4 TESTES DE AUMENTADO DICKEY-FULLER (ADF) E PHILLIPS-PERRON (P-P)

Os indícios fornecidos pela Função de Autocorrelação (FAC) sugerem a possibilidade de existir uma não-estacionariedade nas séries de preços do etanol e da gasolina. Apesar disto, ainda foi necessária a realização de testes mais conclusivos sobre a estacionariedade das séries. Como já discutido, estes testes são chamados: teste de Aumentado Dickey-Fuller (ADF) e de Phillips-Perron (P-P).

Os testes de raiz unitária que foram utilizados nesta pesquisa têm como resultado números negativos. Quando mais negativos forem os valores estatísticos destes testes (a respeito dos valores críticos obtidos com os testes de ADF e P-P) maior deverá ser a rejeição da hipótese nula sobre a existência de uma raiz unitária, ou seja, da hipótese de não-estacionariedade para a série.

Pelo fato de os dados sobre os preços do etanol e da gasolina comporem séries temporais econômicas, parte-se do pressuposto, implícito, de que exista uma correlação serial entre os resíduos. Assim, ao utilizar o teste de Dickey-Fuller (DF), pelas suas características, a correlação serial continuaria presente e, deste modo, com o propósito de corrigir esta correlação serial, foi utilizado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), que inclui as defasagens da série em questão, permitindo, assim, assegurar que os resíduos sejam de “ruído branco”.

Na determinação do número de defasagens, foi utilizado o teste estatístico conhecido como “Critério de Informação de Akaike” (AIC). Através dele, foi obtido o dado de que o número máximo de defasagens para as séries do etanol e da gasolina, em nível²², foi de 10 para cada uma das séries.

Conforme se observa na Tabela 10, tanto para a série de preços do etanol quanto para a da gasolina, os valores absolutos calculados através dos testes de ADF e P-P, em primeira diferença, são menores do que os valores críticos para os níveis de significância de 95% e de 99%.

²² A expressão em nível refere-se às séries originais sem ter sido realizado alguma operação matemática, com exceção da deflação.

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2004) e Gujarati (2000), por estes valores serem menores do que o valor crítico, calculado nos testes Aumentado de Dickey-Fuller ou Phillips-Perron, aceita-se a hipótese nula, que indica a existência de raiz unitária. Assim, é evidente, para as duas séries em nível (a do etanol e a da gasolina), a presença de raízes unitárias. Portanto, conclui-se que as duas séries são **não-estacionárias em nível**.

Tabela 10 - Testes de estacionariedade para as séries de preços do etanol e da gasolina

Série	Série em nível		Série em 1ª. Diferença	
	Teste ADF	Teste P-P	Teste ADF	Teste P-P
Etanol	-3,345061	-2,724684	-5,042087	-4,820736
Gasolina	-1,522145	-1,357402	-4,911591	-4,782769

Notas: Os valores críticos da estatística ADF, para um intervalo de confiança de 99% e de 95%, são: -4,110440 e -3,482763, respectivamente. Estes valores críticos, para a estatística P-P, para um intervalo de confiança de 99% e de 95%, são: -4,107947 e -3,481595, respectivamente.

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos Apêndices C a J.

Uma vez tendo sido demonstrada a existência de raízes unitárias nas séries em nível, o passo seguinte é o de testar a hipótese nula (*i.e.*, a da inexistência) destas em primeira diferença. Então, foi rejeitada a hipótese nula, o que indica a presença de raízes unitárias para o etanol e para a gasolina, devido à constatação de que os valores absolutos destas primeiras diferenças são maiores do que os valores críticos, tanto para o nível de significância de 95% quanto para o de 99%. Concluiu-se, por este motivo, que as duas séries são **estacionárias²³ em primeira diferença**. Os resultados desta avaliação podem vistos na mesma Tabela 10, acima.

6.5 TESTE DE CO-INTEGRAÇÃO

Conhecer a ordem de integração de cada uma das variáveis em questão a serem incluídas neste teste é um passo obrigatório para determinar se existe co-integração entre o preço da gasolina e o preço do etanol. Se demonstrada a existência desta co-integração, existe indício de que os mercados do etanol e da gasolina estejam integrados, pois define-se a existência de uma relação de equilíbrio a longo prazo, para onde há convergência de preços (HARRIS, 1995)

²³ Os gráficos das duas séries (deflacionadas), em primeira diferença, podem ser encontrados no Apêndice L.

Diz-se que existe co-integração quando, para começar, duas séries têm a mesma ordem de integração. Assim:

- Se duas séries são estacionárias -I(0) - pode ser aplicado o procedimento padrão para séries estacionárias em nível, conhecido como “Mínimos Quadrados Ordinários” (MQO), pois os parâmetros estimados serão confiáveis e não viesados;
- Se as duas séries têm ordens de integração diferentes, por exemplo, I(0), I(1) ou I(2), conclui-se que as mesmas não estão co-integradas, sendo que as relações estabelecidas poderiam levar a resultados espúrios;
- Por último, quando duas séries possuem a mesma ordem de integração, existe a possibilidade que as variáveis estejam co-integradas.

Até o presente momento da análise, já foi constatado que as duas séries são integradas da mesma ordem, ou seja, que ambas são de I(1). O passo seguinte é o de especificar e estimar a regressão de co-integração, objetivando comprovar se os resíduos são estacionários, fato que definiria a validação dos pressupostos teóricos da LPU, e, conseqüentemente a integração entre os mercados da gasolina e do etanol.

Em seguida, define-se a equação de co-integração:

$$\text{Ln_ET} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Ln_GAS} + \varepsilon_t \quad (32)$$

Onde:

α_0 e α_1 : são os parâmetros

ε_t : representa os resíduos estimados

Como resultado, a regressão co-integrante (para maiores detalhes, ver o Apêndice L), partindo dos valores observados dos preços da gasolina e etanol, apresentou-se os seguintes parâmetros estimados.

$$\text{Ln_ET} = -1,43602 + 2,3025 \text{Ln_GAS} + \varepsilon_t \quad (33)$$

Estes resultados²⁴ foram obtidos através do uso do método de Mínimo Quadrados Ordinários (MQO). A questão a ser investigada diz respeito à estacionariedade dos resíduos da regressão de co-integração, sendo que este deve ser I (0) para que as séries estejam co-integradas.

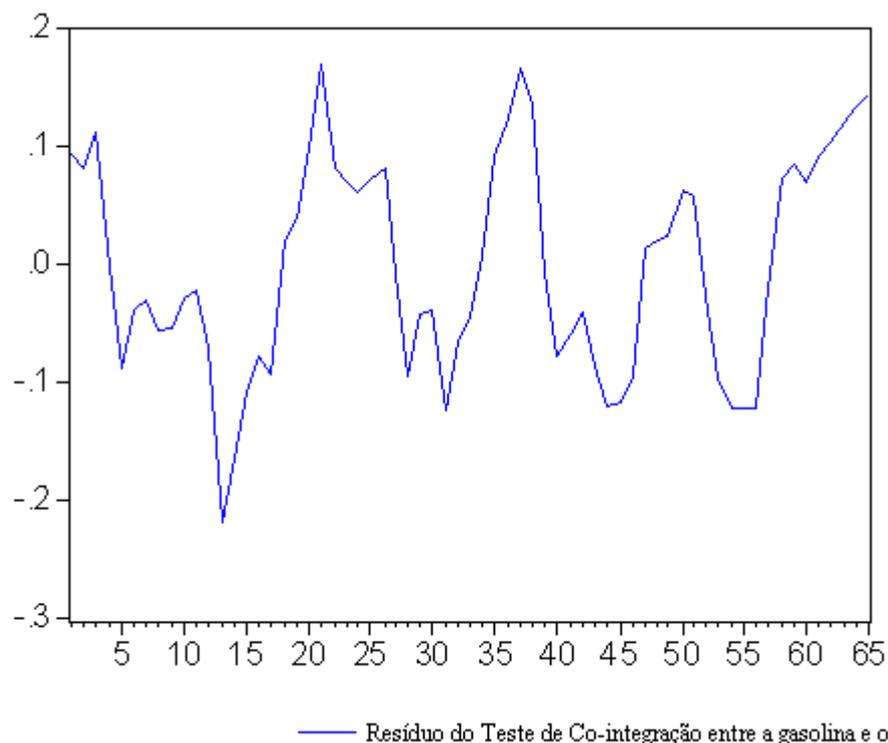
Conforme já discutido anteriormente, na análise de regressões é recomendável analisar se os resultados são espúrios. De acordo com Granger e Newbold (1974), as regressões espúrias possuem as seguintes características:

- Estas não mantêm, entre si, uma relação causal;
- Quando estimado o modelo econométrico da série, este tem elevado grau de ajuste, o que equivale a dizer que R^2 é alto;
- Espera-se que o valor do teste de Durbin-Watson (DW) seja relativamente baixo, o qual indica autocorrelação positiva;
- Suspeita-se que existe uma regressão espúria quando se observa que: $R^2 > DW$.

Conforme pode ser observado no Apêndice L, embora o resultado obtido para R^2 é um valor relativamente alto (0,670961), o teste estatístico de Durbin-Watson apresenta como resultado um valor baixo (DW = 0,389209). Sendo assim, foi verificado que $R^2 > DW$, o que faz pensar na possível existência de autocorrelação.

Salienta-se que, mesmo existindo indícios de uma regressão espúria, o que mais interessa na análise dos resultados da regressão co-integrante são os resíduos, pois será a análise destes que determinará se as duas séries são co-integradas ou não. Na inspeção gráfica dos resíduos, a Figura 12 indica, aproximadamente, que os resíduos são estacionários, e que a sua média está em torno de zero. Contudo, ainda é preciso um teste formal que confirme a existência desta estacionariedade.

²⁴ Mais detalhes deste teste podem ser vistas no Apêndice L.



* Onde o eixo das abscissas mostra os dados mensais desde março de 2003 até julho de 2008 (65 dados), e o eixo das ordenadas, o preço do combustível por reais por litro (\$R/l).

Figura 12 - Resíduos da regressão cointegrante

Logo após realizado o teste de estacionariedade dos resíduos da regressão co-integrante foi efetuada através do teste de Engle-Granger (E-G), cujos valores críticos podem ser acessados no anexo A, pois neste caso os valores críticos de ADF não são não são suficientemente adequados para comprovar as conclusões obtidas (GUJARATI, 2000).

Segundo Davison e MacKinnon (1993), os valores críticos (E-G), com constante e tendência para níveis de confiança de 99%, de 95%, e de 90% são -4.32, -3.78 e -3.50, respectivamente.

Dado que o valor absoluto calculado de -3,663744 (ver Apêndice M), isto é, maior do que os valores críticos de Engle-Granger (E-G) a 10% de significância, rejeita-se a hipótese nula (H_0) de não co-integração e conclui-se que as séries temporais econômicas são co-integradas, pois os resíduos são $I(0)$, portanto estacionários, validando os pressupostos teóricos da LPU.

6.6 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

Para a determinação do número de defasagens a ser utilizada, testou-se empiricamente desde 1 até 10 defasagens. Como resultado é apresentado o teste cuja probabilidade de rejeição da hipótese nula foi menor. Considerando 2 defasagens, mesmo tendo um intervalo de confiança baixo, existe presença de causalidade no sentido de Granger. Com isso, rejeita-se a hipótese nula de que a gasolina não causa o etanol no sentido do Granger, para um intervalo de confiança de 84,5% e, também é rejeitada a hipótese nula de não causalidade à Granger do etanol para a gasolina com um intervalo de confiança de 67.3%.

Tabela 11 - Teste de causalidade de Granger para o etanol e a gasolina

Hipótese Nula:	Obs	F-Estatístico	Probabilidade
A gasolina (GAS) não causa, no sentido de Granger, o etanol (ET)	63	1,92510	0,15507
O etanol (ET) não causa, no sentido de Granger, a gasolina (GAS)		1,13840	0,32738

A respeito dos intervalos de confiança encontrados (84,5% e 67.3%) nos testes de causalidade de Granger (1969), mesmo não sendo os mais comumente trabalhados (95% ou 99%), o aspecto de maior interesse, para a presente pesquisa, são as implicações econômicas obtidas e não tanto as estatísticas.

6.7 MECANISMO DE CORREÇÃO DE ERRO

Uma vez verificada a estacionariedade dos resíduos através da regressão co-integrante, ou seja, constatada a co-integração entre as variáveis, o próximo passo consistiu na estimação do Modelo de Correção de Erro (MCE).

Mesmo que se constate uma relação de equilíbrio a longo prazo entre as variáveis, a curto prazo pode haver desequilíbrios. Segundo Gujarati (2000), o erro da equação co-integrante pode ser tratado como o “erro do equilíbrio”, cuja finalidade é ligar o

comportamento a curto prazo com o comportamento a longo prazo das variáveis, sendo que se α_2 for estatisticamente significativo, seu valor indica a correção do erro no período seguinte em uma relação contemporânea. Na presente dissertação os dados apresentam frequência mensal.

Este mecanismo foi inicialmente proposto por Engler e Granger (1987). O modelo utilizado no presente trabalho, visto pelo Mecanismo de Correção de Erro, consiste em:

$$\Delta \text{Ln_ET} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \text{Ln_GAS} + \alpha_2 U_{t-1} + \varepsilon_t \quad (34)$$

Onde:

Δ : é o operador de primeira diferença;

Ln_ET e Ln_GAS : são as séries em logaritmos neperianos;

U_{t-1} : é o Mecanismo de Correção de Erro utilizado para corrigir o desequilíbrio de curto prazo;

α_2 : é o parâmetro de ajuste de curto prazo. A significância estatística de α_2 indica a proporção de desequilíbrio em Ln_ET , que é corrigido no seguinte período. Quanto o valor α_2 este mais cerca de 1, mais rápido será o ajuste ao equilíbrio.

α_0 e α_1 : são a constante e a tendência

A seguir apresentam-se os parâmetros estimados pelo Mecanismo de Correção de Erro:

$$\Delta \text{Ln_ET} = 0,001903 + 2,740264 \Delta \text{Ln_GAS} - 0,187781 U_{t-1} + \varepsilon_t \quad (35)$$

O termo $- 0,187781 U_{t-1}$ é o Mecanismo de Correção de Erro (MCE). Salienta-se, como se esperava, que o sinal é negativo, mas a magnitude do coeficiente é pequena. O sinal negativo tem por finalidade reduzir o desequilíbrio no próximo período, que para a seguinte pesquisa é mensal. Nesse sentido, se as variáveis estão em desequilíbrio t-1, então, o MCE atua para restaurar as variáveis de forma gradativa até o futuro no período t (ver Apêndice N).

6.8 ELASTICIDADE DE TRANSMISSÃO

A partir da estimação das relações contemporâneas entre as variáveis estudadas, associado ao Mecanismo de Correção de Erro (MCE) da equação 35, pode-se concluir que o preço de etanol é sensível a uma mudança no preço da gasolina. Em outras palavras, quando o preço da gasolina sobe um 1% o preço de etanol sobe 2,74%. Este resultado indica que a intensidade de transmissão do preço da gasolina para o etanol é de 1 para 2,74.

De uma forma geral, cabe ser comentado que, depois de filtradas as séries de preços do etanol e da gasolina, foram determinadas as ordens de integração, utilizando os testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e de Phillips-Perron (P-P), através dos quais foi verificado que ambas as variáveis eram integradas de primeira ordem [I (1)], e que não apresentaram raízes unitárias em primeira diferença. Estes constituíram os primeiros indícios da existência de co-integração.

Com isso, procedeu-se a testar a hipótese de co-integração, fato que foi contrastado com a análise de estacionariedade dos resíduos da regressão co-integrante das duas séries (preço do etanol e preços da gasolina). Os resultados indicaram que as duas séries, mesmo tendo “caminho aleatório” individualmente, apresentavam convergência de preços ao longo do tempo. Com a constatação da co-integração entre as séries, foi realizada a análise do Mecanismo de Correção de Erro para determinar se os ajustes a curto prazo são dirigidos pela relação de equilíbrio a longo prazo.

Posteriormente, foi identificada a relação de causalidade no sentido de Granger, onde a origem nas variações de preços pôde ser identificada, principalmente, na série de preços da gasolina.

Finalmente, destaca-se a consistência entre o referencial teórico e os resultados empíricos encontrados. Quer dizer, pôde ser testada a hipótese inicial da presença da verificação da existência de integração entre os mercados da gasolina e o do etanol, via substituição de produtos.

7 CONCLUSÕES

O mercado de combustível automotivo no Brasil, hoje, apresenta uma dinâmica gerada, principalmente, por quatro vetores de mudança. Estes são: o pico na exploração de petróleo, o risco à segurança energética, a mudança na frota de veículos leves no Brasil e a influência do efeito estufa sobre o clima. Além disto, pode ser ressaltado que, graças às mudanças verificadas na tecnologia, e refletidas através do lançamento dos motores *flex-fuel* no mercado brasileiro, a sinergia entre estes vetores trouxe consigo novas características para estes mercados.

Neste contexto, nota-se que, mesmo existindo múltiplas variáveis que influenciam tanto a oferta quanto a demanda no mercado brasileiro de combustíveis, o preço e as suas relações continuam sendo um assunto de constante interesse.

Quando dois ou mais mercados, antes separados, começam a mostrar um comportamento de preços interdependente, em algum grau, pode-se dizer que existem indícios de estes mercados estarem integrados. Dentro de tal conjunto de circunstâncias, a forma atualmente mais utilizada para se testar a existência desta integração é através de modelos econométricos de transmissão de preços. Ainda que, na revisão da literatura, tenha sido constatado que a maioria dos estudos foram centrados na integração entre os mercados externos e internos (*integração espacial*) ou entre os diferentes elos de uma mesma cadeia produtiva (*integração vertical*), *i.e.*, da cadeia de um único produto; a presente pesquisa teve por motivação analisar a presença ou não de integração entre mercados de dois produtos mutuamente substitutos: a gasolina e o etanol, e isto equivale a dizer, a integração de *mercados por substituíbilidade*.

Para este fim, foram escolhidas três metodologias: o teste de causalidade de Granger (1969); a análise de co-integração, especificamente o procedimento de Engle e Granger (1987); e o mecanismo de correção de erro, também desenvolvido por Engle e Granger (1987). No intuito de evitar a existência de relações espúrias, foi efetuada a análise de séries temporais utilizando um procedimento de filtragem de dados, com especial destaque para os testes de estacionariedade.

Diz-se que um processo estocástico é não-estacionário quando este apresenta raízes unitárias, logo, deve ser verificado o grau de integração para evitar resultados espúrios. Nesta pesquisa as provas utilizadas para identificar a existência ou não da estacionariedade tiveram início pela análise gráfica, passando-se aos testes formais como a Função de Autocorrelação (FAC), o teste aumentado de Dickey-Duller (ADF) e o teste de Phillips-Perron. Estes testes foram conclusivos para determinar que as séries preços do etanol e da gasolina, com um nível de confiança de 99%, contém raízes unitárias em nível. Todavia, quando realizados os testes em primeira diferença encontrou-se que ambas as séries são estacionárias. Ou seja, as séries preço do etanol e da gasolina em primeira diferença são estacionárias, primeiro indício de co-integração.

Num sentido mais amplo, os resultados obtidos permitiram comprovar a existência do fenômeno de transmissão de preços entre os mercados de etanol e da gasolina. Assim pôde ser testada, a hipótese de integração destes mercados desde o lançamento das unidades *flex-fuel* no Brasil. Especificamente, puderam ser distinguidas três características:

- Primeiramente, foi observado que as duas séries de preços, a do etanol (ET) e a da gasolina (GAS) têm a mesma ordem de integração, I (1). Assim, na análise de longo prazo dos seus resíduos, feita por uma regressão co-integrante, com base nos valores críticos de Engle-Granger (E-G), para um nível de confiança de 95%, foi possível rejeitar a hipótese nula (H_0) da estacionariedade destes resíduos. Em outras palavras, apesar de os preços do etanol e da gasolina terem apresentado um comportamento estocástico, a distância entre as duas séries é estacionária. Portanto, existe a transmissão de preços do mercado da gasolina para o do etanol, transmissão esta em que um acréscimo no preço da gasolina de 1% será transmitido com uma intensidade de 2.74% sobre o preço do etanol.
- Em segundo lugar, o sentido da transmissão de preços foi feito testando-se empiricamente de 1 até 10 defasagens. Onde, foram consideradas duas defasagens, pois existia presença de causalidade entre o preço do etanol e da gasolina para um intervalo de confiança de 84,5%
- Terceiro, saliente-se que o Mecanismo de Correção de Erro obtido na regressão co-integrante tem por objetivo reduzir o desequilíbrio dos resíduos corrigidos para o próximo período, isto é, para o próximo mês. Sendo assim, o possível desequilíbrio do preço da gasolina (GAS) no tempo t-1 será restaurado no

próximo período (t). A porcentagem de correção do MCE foi de 0,1878% dos resíduos da regressão co-integrante pra o seguinte período (mês seguinte).

Os estudos sobre a transmissão de preços utilizam o paradigma básico da Lei do Preço Único (LPU). Dentro deste contexto, as inferências de tal lei nos mercados do etanol e da gasolina postulariam que existe uma completa transmissão de preços se a diferença entre estes preços diferísse somente pelos custos de transação existentes entre estes dois mercados. No mercado brasileiro, mesmo existindo integração de mercados, a plena verificação da validade desta lei confirmaria apenas a existência de circunstâncias ideais, pois, atualmente, diversos aspectos conjunturais, tais como as misturas compulsórias de etanol à gasolina, a regulação de um ou de ambos os mercados de acordo com situações macroeconômicas, impostos, etc., fazem desta Lei de um Preço Único um paradigma que ainda não pôde ser alcançado em sua totalidade.

Quando se analisam políticas comerciais em mercados agrícolas, uma questão que se apresenta como chave é: em que medida os preços reagem às variações de preços em outras áreas geográficas? O típico caso de integração espacial. No entanto, a identificação que, no Brasil, existe o fenômeno de transmissão de preços entre o etanol e a gasolina, dita como, *integração por substituição*, serão fundamentais para entender em que medida se integram os agentes econômicos de ambos os mercados.

De acordo ao referencial teórico utilizado, observou-se que diferentes autores (RAVALLION, 1986; SEXTON; KLING; CARMAN, 1991; BLAUCH, 1997; etc.) tem estudado a transmissão de preços no marco da integração de mercados. Outra vertente de pesquisadores (BRORSEN et al., 1985; PRAKASH, 1998; etc.) se concentram na transmissão vertical dos preços, vales dizer, ao longo da cadeia da oferta que vai desde o produtor até o consumidor. Contudo, a ênfase na transmissão de preços por substituição é ainda incipiente.

O fato de examinar a aplicação das técnicas de séries temporais por meio da teoria de integração no mercado de combustíveis não é uma característica comum à maioria dos trabalhos encontrados nessa área, e menos ainda o seria o fenômeno de “integração por substituíbilidade”. Assim, as contribuições a respeito poderiam ser encorajadoras para futuras pesquisas.

O fato de que os mercados do etanol e da gasolina no Brasil estejam integrados por substituíbilidade tem interessantes consequências para o bem-estar econômico do consumidor brasileiro. Por um lado, ele tem a opção de selecionar o combustível mais barato a ser utilizado e, por outro, ante a eventual escassez do etanol ou da gasolina, ele pode optar por qualquer um destes combustíveis.

O estudo da transmissão de preços entre os mercados brasileiros da gasolina e do etanol foi um exercício empírico que ajudou a comparar a teoria econômica com a realidade, oferecendo importantes sinais sobre o comportamento dos mercados. Por exemplo, este tipo de avaliação facilita a compreensão de como estes preços reagem ante às variações dos demais, e em que medida os mercados funcionam eficientemente.

Acredita-se que em uma época de crise internacional (*e.g.*, a de 2008-2009), na qual se prega a liberação do comércio internacional como um dos “caminhos” para atenuar os efeitos de uma crise financeira de proporções internacionais, o entendimento de como os preços de produtos substitutos reagem é um assunto que poderia fornecer informações oportunas para que os setores em questão melhorem a eficiência de seus mercados e, com isto, também o bem-estar econômico dos agentes envolvidos.

A maioria dos estudos feitos sobre a integração de mercados, que foram encontrados na revisão da literatura, privilegiam a análise de um único produto, em diferentes mercados ou elos de uma mesma cadeia produtiva. Contudo, trabalhos centrados na transmissão de preços entre produtos substitutos são escassos, tanto na bibliografia nacional quanto na internacional. Assim, a informação proporcionada através do presente documento poderá servir como base para o estudo da transmissão de preços entre produtos substitutos, visto que a maioria dos estudos na área negligencia este item.

Dentro das diferentes áreas de pesquisa inter-disciplinar existentes no Centro de Pesquisas em Agronegócios desta Universidade (CEPAN-UFRGS), o presente trabalho de integração de mercados abre um precedente para que se possa desenvolver mais trabalhos com este mesmo enfoque. Ele se constitui em uma contribuição seminal, e visa destacar o caráter inter-disciplinar do setor de agronegócios como um todo.

Os resultados encontrados ajudarão a entender as relações existentes entre os preços do etanol e da gasolina. Desta forma, os diferentes agentes econômicos envolvidos (sejam eles públicos ou privados) nestes mercados poderão dispor de uma informação a mais para otimizar as suas decisões.

7.1 LIMITAÇÕES

Os motores *flex-fuel* foram lançados no mercado brasileiro em março de 2003. Até julho de 2008, data na qual foi finalizada a coleta de dados, foi possível concluir que os mercados do etanol e da gasolina estão integrados. Contudo, por enquanto, apenas se estima que, na medida em que continuar crescendo a frota de veículos *flex-fuel*, este fenômeno de transmissão de preços será mais completo e mais intenso. Todavia, um maior período de dados forneceria resultados mais conclusivos.

Alguns autores comentam a importância de estudar a transmissão de preços considerando os dados referentes aos custos de transação. Entretanto, trabalhos encontrados que consideram os custos de transação na análise possuem informação incompleta. Mesmo assumindo benefícios de contar com esses dados, completos logicamente, enquanto a sua existência não for possível nessas condições, concordar-se-á, parcialmente, com Findlay e O'Rourke (2001) os quais opinam que o preço e a variável que possui toda a informação do mercado, incluindo, obviamente, os custos de transação existentes.

Por último, a respeito da integração de mercados, Barrett (2001) criticou os métodos que estão sendo utilizados para mensurar a integração e eficiência em mercados internacionais. Assim, Barrett (2001) sugeriu novas metodologias, entre elas os modelos de co-integração limiar e modelos de regimes alternativos, os quais se propõem a serem utilizados no mesmo período de análise e com a mesma fonte de dados, para assim testar as diferenças nos resultados.

REFERÊNCIAS

- ABDULAI, A. Market integration and price transmission in selected food and cash crops markets of developing countries: review and applications. In: Food and Agricultural Organization of the United Nations - FAO. **Agricultural commodity markets and trade “new approaches to analyzing market structure and instability”**. Roma: FAO, 2006. p. 163-187.
- ABDULAI, A. Spatial price transmission and asymmetry in the Ghanaian maize market. **Journal of Development Studies**, London, v. 63, n. 2, p. 327-349, Dec. 2000.
- ACOSTA, A.; ORTEGA, J. **La transmisión de precios agrícolas en America Latina en el contexto de la apertura comercial**. 2006. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/prior/comagric/pdf/precio.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2008.
- AGUIAR, D. R. D. A questão da transmissão de preços agrícolas. In: TEIXEIRA, Erly Cardoso; AGUIAR, Danilo Rolim Dias de (Orgs.). **Comércio internacional e comercialização agrícola**. Viçosa: UFV, 1995. p. 312-328.
- 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.
- AGUIAR, D. R. D.; BARROS, G. S. A. C. Causalidade e assimetria na transmissão de preços de soja e derivados no Brasil nos anos oitenta. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 89-103, jan./mar. 1991.
- ALEXAKIS, P.; APERGIS, N.; XANTHAKIS, E. Integration of international capital markets: further evidence from EMS and non-EMS membership. **Journal of International Financial Markets, Institutions & Money**, Amsterdam, v. 07, p. 277-287, 1997.
- ALEXANDRE, C.; WYETH, J. Cointegration and market integration: An application to the Indonesian rice market. **Journal of Development Studies**, London, v. 30, n. 2, p. 303-328, 1994.
- ALMEIDA, E. L. F. de et al. A curva de Hubbert e o pico de produção de petróleo. In: ALMEIDA, E. L. F. de et al. **Matriz brasileira de combustíveis**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da UFRJ, 2006. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/saibaMais/artigos/Economia/matrizBrasileiraBiocombust%EDveis.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2008.

ALONSO, J.; MONTOYA, V. **Integración espacial del mercado de la papa en el valle del cauca: dos aproximaciones diferentes, una misma conclusión.** Colombia: Departamento de Economía, Universidad ICESI, 2006.

ANFAVEA. **Dados.** 2007. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 20 out. 2007.

ANP. Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. **Panorama atual da indústria brasileira de álcool combustível.** 2007. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 02 jan. 2008.

ARDENI, P. G. Does the law of one price really hold for commodity prices? **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 71, n. 3, p. 661-669, Aug. 1989.

ARNAU, J. **Diseños de séries temporles: técnicas de análisis.** Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 2001.

ASTEROU, D. **Notas sobre Análisis de Series de Tiempo: Estacionariedad, Integración y Cointegración.** Disponível em: <<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/hmata/Notas/Notas%20sobre%20Analisis%20de%20Series%20de%20Tiempo.pdf>> . Acesso em: 20 jul. 2008.

AZEVEDO, H. J. Uma análise da cadeia produtiva de cana-de-açúcar na região Norte Fluminense. Observatório socioeconômico da região norte fluminense. **Boletim Técnico**, Campos dos Goytacazes, n. 1, mar. 2001. Disponível em:<<http://www.cefetcampos.br/observatorio>>. Acesso em: 05 out. 2007.

BACCHI, M. R. P. Formação de preços no setor sucroalcooleiro da Região Centro-Sul do Brasil: relação com o mercado de combustível fóssil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005, Natal. **Anais...** Natal: ANPEC, 2005. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A143.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

BAFFES, J. M.; AJWAD, M. Identifying price linkages: a review of the literature and an application to the world market of cotton. **Applied Economics**, London, v. 33, p. 1927-1941, 2001.

BAFFES, J. Some further evidence on the law of one price: the law of one price still holds. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 20, p. 1264-1273, 1991.

BALCOMBE, B. K.; MORRISON, J. **Commodity price transmission: a critical review of techniques and an application to selected tropical export commodities.** Roma: FAO, 2002.

BARRETT, C. B. Measuring integration and efficiency in international agricultural markets. **Review of Agricultural Economics**, Washington, v. 23, n. 1, p. 19-32, Spring/Summer, 2001.

BARROS, G. S. A. A.; MARTINES-FILHO, J. G. Transmissão de preços agrícolas entre níveis de mercado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 15., 1987, Salvador. **Anais...** Salvador: ANPEC, 1987. v. 2, p. 53-67.

BARROS, G. S. A. C. Transmissão de preços pela central de abastecimento de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 5-20, jan./mar. 1990.

BAULCH, B. Test for food market integration revisited. **The Journal of Development Studies**, London, v. 33, n. 4, p. 512-534, Apr. 1997.

BISHOP, R. V. The construction and use of causality test. **Agricultural Economics Research**, Washington, v. 31, n. 4, p. 1-6, Oct. 1979.

BRORSEN, B.W. et al. Marketing margins and price uncertainty: the case of the US wheat market. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 67, p. 521-528, 1985.

BULLÓN M. F. **El mundo ante el cenit de la producción mundial de petróleo**. 2006. Disponível em:
<http://www.crisisenergetica.org/ficheros/El_mundo_ante_el_cenit_del_petroleo.pdf>. Acesso em: 05 out. 2007.

CLINGENDAEL INTERNATIONAL ENERGY PROGRAMME. **Study on energy supply security and geopolitics**. Netherlands: Institute for International Relations 'Clingendael', 2004.

CONFORTI, P. Price transmission in selected agricultural markets. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **FAO commodity and trade policy research**. Roma: FAO, 2004. (Working Paper n. 7).

CUADRA, E.; VARGAS, C. **La transmisión de precios en el mercado agrícola peruano: el caso del trigo en el contexto del tratado de libre comercio Perú-Estados Unidos y mercosur**. 2005. Disponível em:
<http://www.sepiaperu.com/_data/archivos/20080901024008_Cuadra___Vargas.pdf>. Acesso em: 26 maio 2008.

CUMBY, R. E.; MISHIN, F.S. The international linkage of real interest rates; the European-U.S. connection. **Journal International Money Finance**, Oxford, v. 5, p. 5-23, 1986.

CUMBY, R. E.; OBSTFELD, M. International interest rate and price level linkages under flexible exchange rates: a review of recent evidence. In: BILSON, J. F. O.; MARSTON, R. C. (Eds.). **Exchange rate theory and practice**. Chicago: National Bureau of Economic Research, 1986.

DAVIDSON, R.; MACKINNON, J. G. **Estimation and inference in econometrics**. Oxford: University Press, 1993.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, 1981.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 251-276, Mar. 1987.

ESCOBAL, J. **Integración espacial de los mercados agrícolas en el Perú**. Perú: Grupo de análisis para el Desarrollo -GRADE, 2003.

ESMAP. Energy Sector Management Assistance Program. **Energy services for the millennium development goals**. Washington: Millennium Project and World Bank, 2005.

EUROPEAN COMMUNITY. **Green paper**: towards a European strategy for the security of energy supply. Brussels, 2000.

FAPRI. **World Agricultural Outlook**. 2007. Disponível em:
<<http://www.fapri.iastate.edu/outlook2007/text/OutlookPub2007.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

FAPRI. **World Agricultural Outlook**. 2008. Disponível em:
<<http://www.fapri.iastate.edu/outlook2007/text/OutlookPub2007.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2008.

FINDLAY, R.; O'ROURKE, K. **Commodity market integration, 1500-2000**. Cambridge: Massachussts, 2001. (Working Paper n. 8579).

FRANKEL, J. A.; FROOT, K. Using survey data to test standard propositions regarding exchange rate expectations. **American Economic Review**, Nashville, v. 77, p. 133-153, 1987.

GARDNER B. L.; Brooks, K. M. Food prices and market integration in Russia: 1992-93. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 76, p. 641-646, 1994.

GARDNER, B. L. The farmo-retail price spread in a competitive industry. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 57, n. 3, p. 399-409, Aug. 1975.

GIL, J.; SAN JUAN, A. A note on test for market integration in multivariate non-stationary framework. **Journal of Agricultural Economics**, v. 52, n. 2, p. 133-121, 2001.

GOMEZ, M. F. M.; TALAMINI, D. J. D. Transmissão de preços de frango de corte entre os mercados externo e interno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 30., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBER, 1992. v. 2, p. 485-95.

GOODWING, B. K.; GRENNES, T. J.; WOHLGENANT, M. K. A revised test of the law of one price using rational price expectations. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 72, n. 3, p. 682-693, Aug. 1990.

GRANGER, C. W. J. Análisis de series temporales, cointegración y aplicaciones. **Revista Asturiana de Economía**, Astúrias, n. 30, 2004. Disponível em: <<http://www.revistaasturianadeeconomia.org/raepdf/30/GRANGER.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2007.

GRANGER, C. W. J. Developments in the study of cointegrated economic variables. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 213-228, Aug. 1986.

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

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

HANSEN, B. **Econometrics**. Wisconsin: University of Wisconsin, 2008. (Apostila)

HANSEN, L. P.; HODRICK, R. J. Risk averse speculation in the foreign Exchange market: an econometric analysis. In: FRENKEL, J. (Ed.). **Exchange rates and international macroeconomics**. Chicago: University of Chicago Press, 1983. p. 113-142.

HAUGUENAUER, L; PROCHNIK, V. Cadeias produtivas: conceituação e metodologia. In: HAUGUENAUER, L.; PROCHNIK, V. (Coords.). **Identificação das cadeias produtivas e oportunidades e investimentos no nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2000. p. 21-43.

HEIEN, D. M. Markup pricing in a dynamic model of the food industry. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 61, n. 1, p. 10-18, Feb. 1980.

HERNANDEZ, A. **Análisis de séries Temporales economicas II**. 2. ed. Madrid: Esic Editorial, 2006.

HIRSCH, R. L. The inevitable peaking of world oil production. **The Atlantic Council of the United States**, Washington, v. 16, n. 3, Oct. 2005.

HODRICK, R. J. **Some evidence on the equality of expected real interest rates across countries**. Boston: Graduate School of Industrial Administration, Carnegie-Mellon University, 1979.

IBOPE: **Carro a álcool e o multicomcombustível como um passo a frente**. 2002. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_institucionais-11-Arquivo.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2007.

IEA. International Energy Agency. **World Energy Outlook 2006**. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development and International Energy Agency, 2006.

IEL. Instituto Euvaldo Lodi. **O novo ciclo da cana**: estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos investimentos. 2006. Disponível em: <www.iel.cni.org.br>. Acesso em: 01 out. 2007.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007**: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_FAQs.pdf>. Acesso em: 16 set.. 2007.

IPEADATA. **Dados**. 2008. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?203822359>>. Acesso em: 09 nov. 2007.

ISARD, P. How far can we push the law of one price. **American Economic Review**, Nashville, v. 67, n. 5, p. 942-948, Dec. 1977.

JANK, M. S. Bioenergia e indústria automobilística no Brasil e no Mundo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE BIOENERGIA, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.usp.br/bioconfe/palestras_pdf/Painel%20Marcos%20Jank_28.09.pdf>. Acesso em: 05 out. 2007.

JANSSEN, R. **Renewable energy into the mainstream**. Paris: OECD/IEA, 2002.

KOEDJIK, K. G.; OTT, M. Risk aversion, efficient markets and the forward exchange rate. **Federal Reserve Bank of St Louis Review**, Sant Louis, v. 69, p. 5-13, 1987.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações do agronegócio: ranking por produto**. 2007. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2008.

MARJOTTA-MAISTRO, M. C. **Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação**. 2002. 180 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MISHKIN, F.S. The real interest rate: a multi-country empirical study. **Canadian Journal of Economic**, Canadá, v. 17, p. 283-311, 1984.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional: resultados preliminares - ano base 2007**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2008.

MUNDLAK, Y.; LARSON, D. F. On the transmission of world agricultural prices. **The World Bank Economic Review**, Washington, v. 6, n. 3, p. 399-422, 1992.

PALASKAS, Theodosios. The analysis of price integration: new methodologies for domestic commodity markets. In: HARRIS-WHITE, Bárbara (Ed.). **Agricultural markets from theory to practice**. Londres: MacMillan Press Ltda, 1999.

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

PRAKASH, A. **The transmission of signals in a decentralised commodity marketing system: the case of the UK pork market**. Thesis: University of London, 1998.

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. **Commodity market review, 2003-2004**. Roma: FAO, 2003. p. 51-76.

RAVALLION, M. Testing market integration. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 68, n. 2, p. 292-307, Feb. 1986.

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

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil: Amigos da Terra (Brasil) e Vitae Civilis**. 2006. Disponível em: <http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Etanol_Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 05 out. 2007.

ROTHKOPF, G. **A blueprint for green energy in the Americas**. 2007. Disponível em: <<http://www.iadb.org/biofuels/>>. Acesso em: 26 dez. 2007.

SAGHIR, J. **Global energy security perspectives**. Washington: The World Bank, 2006.

SAMPAIO, Y.; LIMA, R. C. Estimacão da funo de transferência para o preo do auar: uma aplicao do modelo ARMAX. In: SAMPAIO, Y. (Org.). **Auar amargo: crise e perspectivas da indústria sucro-alcooleira em Pernambuco**. Recife: UFPE, 1999. p. 57-69.

SAMPAIO, Y.; LIMA, R. C. Uma análise de estabilidade e previsão do preo do auar. In: SAMPAIO, Y. (Org.). **Auar amargo: crise e perspectivas da indústria sucro-alcooleira em Pernambuco**. Recife: UFPE, 1999. p. 101-112.

SCHUBERT, C. Can biofuels finally take center stage? **Nature Biotechnology**, New York, v. 24, p. 777, 2006.

SCROETER, J. R.; AZZAM, A. Marketing margins, market power, and price uncertainty. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 73, p. 990-999, 1991.

SEXTON, R.; KLING, C.; CARMAN, H. Market integration, efficiency of arbitrage and imperfect competition: methodology and application to US celery. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 73, n. 3, p. 568-580, May 1991.

SHIKIDA, C. **Econometria II**. Minas Gerais: Departamento de Economia do IBMEC, 2008. (Apostila)

SILVAPULLE, P.; JAYASURIYA, S. Testing for Philippines rice market integration: a multiple cointegration approach. **Journal of Agricultural Economics**, Inglaterra, v. 45, n. 3, p. 369-380, 1994.

SILVEIRA, A. M. **A relao entre os preos de auar nos mercados doméstico e internacional**. 2004. Dissertao (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SIMS, C. A. Money, income and causality. **American Economic Review**, Nashville, v. 62, n. 2, p. 540-552, Sept. 1972.

SOUZA, R. R. **Panorama, oportunidades e desafios para o mercado mundial de álcool automotivo**. 2006. 129 f. Dissertao (Mestrado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduao e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SPARLING, D.; CASWELL, J. Risking market integration without regulatory integration: The case of NAFTA and BSE. **Review of Agricultural Economics**, Washington, v. 28, n. 2, p. 212-228, 2006.

STIGLER, G. J.; SHERWIN, R. A. The extent of the market. **Journal of Law and Economics**, Chicago, v. 28, n. 3, p. 555-585, 1985.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **Produção e uso do etanol combustível no Brasil**. 2007. Disponível em: http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_livros-3-Arquivo.pdf. Acesso em: 05 out. 2007.

WAAK, R. S.; NEVES, M. F. Competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. In: FARINA, E. M.; ZILBERSZTAJN, Décio (Coords.). **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: IPEA, PENSA, USP, 1998. v. 5.

ZAHNISER, S. (Ed.). **NAFTA at 11: the growing integration of North American agriculture**. 2005. Disponível em: <www.ers.usda.gov/publications/wrs0502/>. Acesso em: 24 dez. 2007.

ANEXO A - VALORES CRÍTICOS PARA OS TESTE EG (ENGLE-GRANFER)

estatística	<i>m</i>	1 %	2.5%	5%	10%
só const.	2	-3.90	-3.59	-3.34	-3.04
const. e tend.		-4.32	-4.03	-3.78	-3.50
só const.	3	-4.29	-4.00	-3.74	-3.45
const. e tend.		-4.66	-4.37	-4.12	-3.84
só const.	4	-4.64	-4.35	-4.10	-3.81
const. e tend.		-4.97	-4.68	-4.43	-4.15
só const.	5	-4.96	-4.66	-4.42	-4.13
const. e tend.		-5.25	-4.96	-4.72	-4.43
só const.	6	-5.25	-4.96	-4.71	-4.42
const. e tend.		-5.52	-5.23	-4.98	-4.70

Onde: *m* representa o número total de variáveis I(1) da equação (incluindo a variável dependente).

Fonte: Davidson e MacKinnon (1993, p. 722).

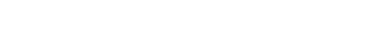
Apêndices

**APÊNDICE A - CORRELOGRAMA DA PRIMEIRA DIFERENÇA DO ETANOL
(DEFLACIONADO)**

Date: 12/05/08 Time: 12:58

Sample: 1 65

Included observations: 64

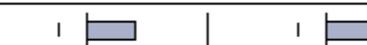
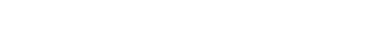
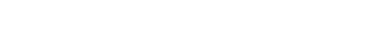
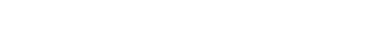
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.409	0.409	11.207	0.001
		2	-0.032	-0.240	11.279	0.004
		3	-0.038	0.097	11.378	0.010
		4	-0.033	-0.080	11.456	0.022
		5	-0.048	-0.007	11.623	0.040
		6	-0.121	-0.130	12.694	0.048
		7	-0.269	-0.216	18.067	0.012
		8	-0.171	0.028	20.264	0.009
		9	-0.021	-0.032	20.296	0.016
		10	-0.000	-0.018	20.296	0.027
		11	0.007	-0.001	20.301	0.041
		12	0.065	0.049	20.647	0.056
		13	0.122	0.054	21.873	0.057
		14	0.082	-0.058	22.438	0.070
		15	0.168	0.206	24.868	0.052
		16	0.064	-0.131	25.226	0.066
		17	0.004	0.111	25.227	0.090
		18	-0.073	-0.161	25.711	0.107
		19	-0.058	0.122	26.022	0.130
		20	-0.008	-0.006	26.029	0.165
		21	-0.025	-0.025	26.088	0.203
		22	-0.075	0.034	26.661	0.224

**APÊNDICE B - CORRELOGRAMA DA PRIMEIRA DIFERENÇA DA GASOLINA
(DEFLACIONADA)**

Date: 12/05/08 Time: 13:04

Sample: 1 65

Included observations: 64

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.422	0.422	11.951	0.001
		2	0.079	-0.121	12.376	0.002
		3	-0.028	-0.018	12.430	0.006
		4	0.024	0.066	12.470	0.014
		5	0.135	0.120	13.767	0.017
		6	0.234	0.153	17.758	0.007
		7	-0.018	-0.226	17.781	0.013
		8	-0.106	0.004	18.624	0.017
		9	0.133	0.284	19.986	0.018
		10	0.199	0.006	23.090	0.010
		11	0.042	-0.183	23.229	0.016
		12	-0.076	-0.062	23.694	0.022
		13	-0.057	0.176	23.960	0.031
		14	0.037	0.063	24.078	0.045
		15	0.296	0.121	31.636	0.007
		16	0.025	-0.357	31.689	0.011
		17	-0.167	0.066	34.199	0.008
		18	-0.236	-0.043	39.299	0.003
		19	-0.173	-0.202	42.103	0.002
		20	0.002	0.076	42.104	0.003
		21	0.113	0.083	43.353	0.003
		22	-0.040	0.032	43.510	0.004

**APÊNDICE C - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA O ETANOL
(DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: LN_ET has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.345061	0.0685
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LN_ET)
Method: Least Squares
Date: 12/22/08 Time: 21:57
Sample (adjusted): 3 65
Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_ET(-1)	-0.174589	0.052193	-3.345061	0.0014
D(LN_ET(-1))	0.464220	0.110464	4.202439	0.0001
C	-0.015681	0.016572	-0.946216	0.3479
@TREND(1)	0.000286	0.000437	0.655818	0.5145
R-squared	0.300445	Mean dependent var		-0.006710
Adjusted R-squared	0.264875	S.D. dependent var		0.072792
S.E. of regression	0.062411	Akaike info criterion		-2.648748
Sum squared resid	0.229816	Schwarz criterion		-2.512676
Log likelihood	87.43556	F-statistic		8.446462
Durbin-Watson stat	1.909860	Prob(F-statistic)		0.000093

**APÊNDICE D - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA A
GASOLINA (DEFLACIONADA)**

Null Hypothesis: LN_GAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.522145	0.8115
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LN_GAS)
Method: Least Squares
Date: 12/22/08 Time: 23:17
Sample (adjusted): 3 65
Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_GAS(-1)	-0.054792	0.035997	-1.522145	0.1333
D(LN_GAS(-1))	0.460494	0.116862	3.940495	0.0002
C	0.033099	0.022534	1.468861	0.1472
@TREND(1)	-3.03E-05	0.000104	-0.290899	0.7721
R-squared	0.217597	Mean dependent var		-0.003334
Adjusted R-squared	0.177813	S.D. dependent var		0.016547
S.E. of regression	0.015004	Akaike info criterion		-5.499670
Sum squared resid	0.013281	Schwarz criterion		-5.363598
Log likelihood	177.2396	F-statistic		5.469560
Durbin-Watson stat	1.911716	Prob(F-statistic)		0.002195

**APÊNDICE E - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA O ETANOL
(DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: LN_ET has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 2 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.724684	0.2306
Test critical values:		
1% level	-4.107947	
5% level	-3.481595	
10% level	-3.168695	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.004673
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.007351

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(LN_ET)
Method: Least Squares
Date: 12/22/08 Time: 23:07
Sample (adjusted): 2 65
Included observations: 64 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_ET(-1)	-0.134475	0.055470	-2.424284	0.0183
C	-0.020465	0.017781	-1.150971	0.2542
@TREND(1)	0.000361	0.000475	0.759981	0.4502
R-squared	0.092981	Mean dependent var		-0.007264
Adjusted R-squared	0.063243	S.D. dependent var		0.072348
S.E. of regression	0.070023	Akaike info criterion		-2.434247
Sum squared resid	0.299096	Schwarz criterion		-2.333049
Log likelihood	80.89590	F-statistic		3.126636
Durbin-Watson stat	1.146269	Prob(F-statistic)		0.050968

**APÊNDICE F - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM NÍVEL, PARA A
GASOLINA (DEFLACIONADA)**

Null Hypothesis: LN_GAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 3 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-1.357402	0.8640
Test critical values:		
1% level	-4.107947	
5% level	-3.481595	
10% level	-3.168695	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		0.000263
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		0.000464

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(LN_GAS)
Method: Least Squares
Date: 12/22/08 Time: 23:20
Sample (adjusted): 2 65
Included observations: 64 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_GAS(-1)	-0.034086	0.038134	-0.893871	0.3749
C	0.018580	0.024066	0.772030	0.4431
@TREND(1)	-2.90E-05	0.000112	-0.258140	0.7972
R-squared	0.013881	Mean dependent var		-0.003494
Adjusted R-squared	-0.018451	S.D. dependent var		0.016464
S.E. of regression	0.016616	Akaike info criterion		-5.311204
Sum squared resid	0.016841	Schwarz criterion		-5.210006
Log likelihood	172.9585	F-statistic		0.429320
Durbin-Watson stat	1.111892	Prob(F-statistic)		0.652903

**APÊNDICE G - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA,
PARA O ETANOL (DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: D(LN_ET) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.042087	0.0006
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LN_ET,2)

Method: Least Squares

Date: 12/22/08 Time: 23:25

Sample (adjusted): 3 65

Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LN_ET(-1))	-0.594703	0.117948	-5.042087	0.0000
C	-0.007841	0.017744	-0.441886	0.6602
@TREND(1)	0.000122	0.000469	0.259271	0.7963
R-squared	0.297785	Mean dependent var		0.000404
Adjusted R-squared	0.274378	S.D. dependent var		0.079245
S.E. of regression	0.067503	Akaike info criterion		-2.506834
Sum squared resid	0.273401	Schwarz criterion		-2.404780
Log likelihood	81.96526	F-statistic		12.72194
Durbin-Watson stat	1.834821	Prob(F-statistic)		0.000025

**APÊNDICE H - TESTE ADF DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA,
PARA A GASOLINA (DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: D(LN_GAS) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.911591	0.0009
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LN_GAS,2)
Method: Least Squares
Date: 12/22/08 Time: 23:28
Sample (adjusted): 3 65
Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LN_GAS(-1))	-0.571048	0.116265	-4.911591	0.0000
C	-0.000675	0.003973	-0.169915	0.8656
@TREND(1)	-3.67E-05	0.000105	-0.348750	0.7285
R-squared	0.287306	Mean dependent var		4.51E-05
Adjusted R-squared	0.263549	S.D. dependent var		0.017674
S.E. of regression	0.015167	Akaike info criterion		-5.492898
Sum squared resid	0.013803	Schwarz criterion		-5.390844
Log likelihood	176.0263	F-statistic		12.09379
Durbin-Watson stat	1.892423	Prob(F-statistic)		0.000039

**APÊNDICE I - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA,
PARA O ETANOL (DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: D(LN_ET) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 6 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-4.820736	0.0012
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.004340
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.003448

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(LN_ET,2)
Method: Least Squares
Date: 12/23/08 Time: 00:21
Sample (adjusted): 3 65
Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LN_ET(-1))	-0.594703	0.117948	-5.042087	0.0000
C	-0.007841	0.017744	-0.441886	0.6602
@TREND(1)	0.000122	0.000469	0.259271	0.7963
R-squared	0.297785	Mean dependent var		0.000404
Adjusted R-squared	0.274378	S.D. dependent var		0.079245
S.E. of regression	0.067503	Akaike info criterion		-2.506834
Sum squared resid	0.273401	Schwarz criterion		-2.404780
Log likelihood	81.96526	F-statistic		12.72194
Durbin-Watson stat	1.834821	Prob(F-statistic)		0.000025

**APÊNDICE J - TESTE P-P DE RAIZ UNITÁRIA, EM PRIMEIRA DIFERENÇA,
PARA A GASOLINA (DEFLACIONADO)**

Null Hypothesis: D(LN_GAS) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Bandwidth: 6 (Newey-West using Bartlett kernel)

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-4.782769	0.0014
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.000219
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000194

Phillips-Perron Test Equation

Dependent Variable: D(LN_GAS,2)

Method: Least Squares

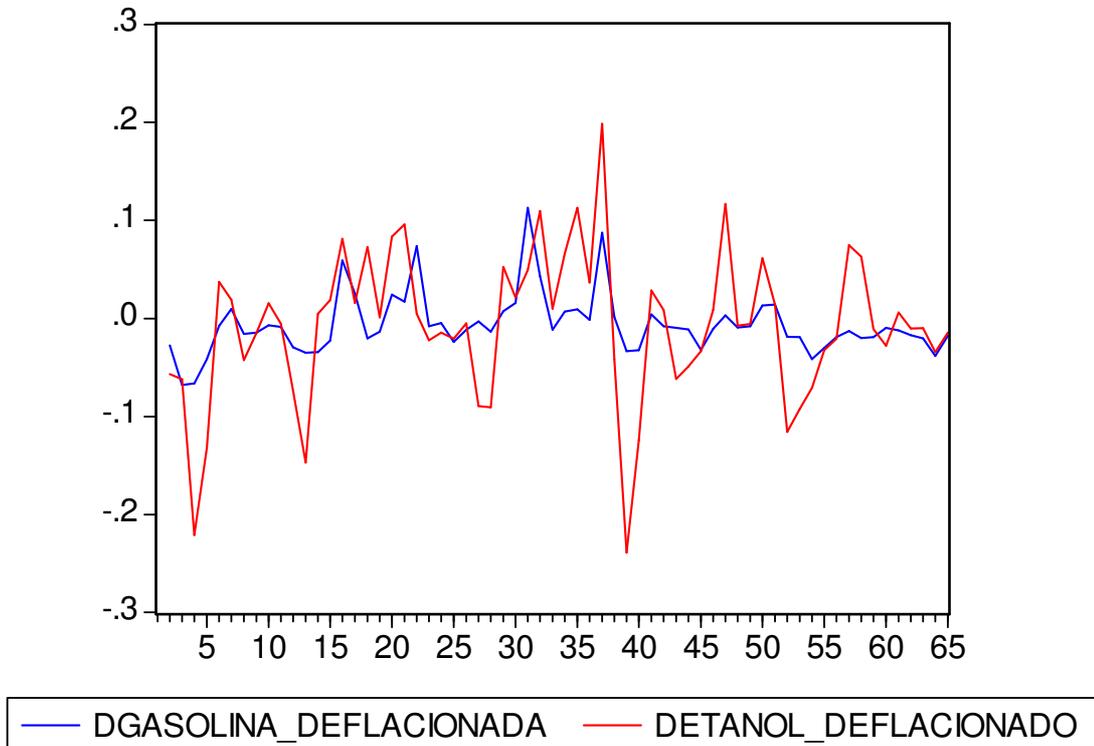
Date: 12/22/08 Time: 23:27

Sample (adjusted): 3 65

Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LN_GAS(-1))	-0.571048	0.116265	-4.911591	0.0000
C	-0.000675	0.003973	-0.169915	0.8656
@TREND(1)	-3.67E-05	0.000105	-0.348750	0.7285
R-squared	0.287306	Mean dependent var		4.51E-05
Adjusted R-squared	0.263549	S.D. dependent var		0.017674
S.E. of regression	0.015167	Akaike info criterion		-5.492898
Sum squared resid	0.013803	Schwarz criterion		-5.390844
Log likelihood	176.0263	F-statistic		12.09379
Durbin-Watson stat	1.892423	Prob(F-statistic)		0.000039

**APÊNDICE K - PRIMEIRAS DIFERENÇAS DOS PREÇOS DEFLACIONADOS
DO ETANOL E DA GASOLINA (2003:03 – 2008:07)**



**APÊNDICE L - REGRESSÃO CO-INTEGRANTE PARA O PREÇO DO ETANOL
E O PREÇO DA GASOLINA**

Dependent Variable: LN_ET

Method: Least Squares

Date: 12/23/08 Time: 00:50

Sample: 1 65

Included observations: 65

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.436020	0.126059	-11.39163	0.0000
LN_GAS	2.302450	0.203140	11.33431	0.0000
R-squared	0.670961	Mean dependent var		-0.013081
Adjusted R-squared	0.665738	S.D. dependent var		0.158998
S.E. of regression	0.091926	Akaike info criterion		-1.905390
Sum squared resid	0.532369	Schwarz criterion		-1.838485
Log likelihood	63.92517	F-statistic		128.4666
Durbin-Watson stat	0.389209	Prob(F-statistic)		0.000000

APÊNDICE M - TESTE DICKEY-FULLER PARA OS RESÍDUOS DA REGRESSÃO CO-INTEGRANTE

Null Hypothesis: RESIDLNET_GAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.663744	0.0324
Test critical values:		
1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(RESIDLNET_GAS)
Method: Least Squares
Date: 12/23/08 Time: 03:41
Sample (adjusted): 3 65
Included observations: 63 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESIDLNET_GAS(-1)	-0.286905	0.078309	-3.663744	0.0005
D(RESIDLNET_GAS(-1))	0.368780	0.121048	3.046560	0.0035
C	-0.015258	0.013713	-1.112695	0.2704
@TREND(1)	0.000451	0.000364	1.238982	0.2203
R-squared	0.236236	Mean dependent var		0.000967
Adjusted R-squared	0.197401	S.D. dependent var		0.057785
S.E. of regression	0.051768	Akaike info criterion		-3.022694
Sum squared resid	0.158117	Schwarz criterion		-2.886622
Log likelihood	99.21485	F-statistic		6.083014
Durbin-Watson stat	1.957889	Prob(F-statistic)		0.001117

**APÊNDICE N - MECANISMO DE CORREÇÃO DO ERRO PARA O ETANOL E A
GASOLINA**

Dependent Variable: DLN_ET

Method: Least Squares

Date: 12/23/08 Time: 05:00

Sample (adjusted): 2 65

Included observations: 64 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001903	0.007053	0.269806	0.7882
DLN_GAS	2.740264	0.422351	6.488115	0.0000
DEFRET_GAS	-0.187781	0.075857	-2.475442	0.0161
R-squared	0.436938	Mean dependent var		-0.007264
Adjusted R-squared	0.418477	S.D. dependent var		0.072348
S.E. of regression	0.055171	Akaike info criterion		-2.911020
Sum squared resid	0.185674	Schwarz criterion		-2.809823
Log likelihood	96.15265	F-statistic		23.66808
Durbin-Watson stat	1.483994	Prob(F-statistic)		0.000000