

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

**Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos
preços domésticos de açúcar e etanol**

Silvia Kanadani Campos

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

**Piracicaba
2010**

Silvia Kanadani Campos
Médica Veterinária

**Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços
domésticos de açúcar e etanol**

Orientador:

Prof. Dr. **GERALDO SANT'ANA DE CAMARGO BARROS**

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

Piracicaba
2010

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

Campos, Silvia Kanadani

Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol / Silvia Kanadani Campos. - - Piracicaba, 2010.
141 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Açúcar 2. Comércio internacional 3. Etanol 4. Mercado interno 5. Preço - Formação
I. Título

CDD 338.476641
C198f

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

*A meu pai, **Lucio Antônio de Oliveira Campos**
que dedica sua vida à ciência e à formação de novos cientistas e,
À minha mãe, **Lucia Kanadani Campos** que,
abdicando de sua própria vida, conciliou bravamente profissão e filhos.*

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo se fecha com o término desta tese e, nada fácil, mas tão prazerosa, é a tarefa de relembrar daqueles que, passo a passo, fizeram parte dessa jornada, não apenas como expectadores, mas que contribuíram para que o processo fosse finalizado com sucesso, ou que, apenas fosse finalizado.

Agradeço inicialmente a Sheila Ferreira Leite que não poupou esforços em me acolher em Piracicaba. E nesta fase agradeço também a amizade da Andréia Ferraz Arruda, Lilian Maluf, Janderson Damaceno dos Reis, Jaqueline Severino da Costa e Julcemar Bruno Zilli, com os quais pude partilhar os passos iniciais desta etapa.

Agradeço à minha família que se formou como a parte mais importante de todos os ciclos, Leonardo, Guilherme, e à mais nova integrante da família que está por vir, por vivenciarem dia-a-dia dessa etapa as vezes trabalhosa, e na maior parte do tempo, tão gostosa.

Agradeço ao Prof. Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros por desempenhar com tanto brilho e dedicação o seu papel como professor e orientador! Agradeço as inúmeras horas concedidas à elaboração e conclusão do trabalho, as conversas, os conselhos e por compartilhar uma parcela do seu conhecimento.

Agradeço ao Prof. Danilo Aguiar, que com poucas palavras, sempre procurou me orientar pelos caminhos da ciência.

A Profa. Míriam Bacchi pelas idéias e incansável apoio para o desenvolvimento do trabalho. Aos Profs. Marta Marjotta- Maistro e Lucílio Alves pelas importantes contribuições. Ao Daniel Sonoda pelas idéias apresentadas.

Aos meus pais, Lúcio Antônio de Oliveira Campos e Lúcia Kanadani Campos por propiciarem a formação que tive e por sempre nos incentivarem pelo uso da mente. Aos meus irmãos, Márcia, Artur e Suzana Kanadani Campos pelo apoio moral ou por simplesmente fazerem parte da minha vida.

Também agradeço aos meus queridos cunhados Yonara, Antônio e Marcelo e aos meus sobrinhos, Victória, Luiza e Renato Lúcio, por trazerem continuamente mais alegria.

Aos meus sogros, Roselin Botelho Zilio e Vital Zilio e à amiga Márcia Dutra, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Agradecimento especial à Adriana Ferreira da Silva que pacientemente me ajudou desde o colo ao Guilherme ainda bebê, até os aspectos técnicos específicos da tese.

A Carolina Yuri Nakamura, que sempre traz um pouco de aconchego com suas deliciosas guloseimas e pelo carinho constante. Às amigas Lucimeire Pilon, Eloana Bonfleur, Juliana Zucchi, Cláudia Brito, Adriana Sanjuan e Andréia Adami pela amizade e companheirismo. Aos amigos Pedro Sarmiento, Guilherme Belotti, Daniel Capitani, Thiago Mayoral, Jerônimo Alves, Waldomiro Neto, Lucas Brunetti, Carlos Eduardo Osório Xavier, Carlos Caldarelli e Carlos Oñate Paredes pelo apoio e pelo convívio intra e extraclasse.

À Maielli, por estar sempre disponível, mesmo para aquilo que vai além de suas atribuições. Ao Álvaro e Tatiana por serem sempre prestativos no atendimento na Biblioteca e à Maria da Gloria pelas correções na tese. À Luciane e Elisângela do CEPEA, sempre nos atendendo com atenção.

Ao CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa de estudos concedida.

Àqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos, muito obrigada!

E que o novo ciclo que se inicia traga experiências tão gratificantes quanto esse que se fecha.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 O problema e sua importância	19
1.2 Objetivos	34
1.2.1 Objetivos primários	34
1.2.2 Objetivos secundários	35
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	37
2.1 Aspectos históricos da agroindústria canavieira e sua relação com os preços de etanol e açúcar no Brasil	37
2.2 A produção de cana-de-açúcar no Brasil.....	41
2.3 O mercado internacional do açúcar	44
2.4 O mercado doméstico de açúcar.....	51
2.5 Panorama da produção de etanol no Brasil e no mundo	54
2.6 Outros estudos relacionados a variações de preços de <i>commodities</i> e ao setor sucroenergético	64
3 METODOLOGIA	73
3.1 Determinação do preço de <i>commodities</i> : ampliando para o preço internacional do açúcar...73	
3.2 Relação de preços do açúcar e do etanol	84
3.3 Procedimentos econométricos	91
3.3.1 Testes de raiz unitária.....	92
3.3.2 Cointegração e modelo de correção de erro	94
3.3.3 Auto regressão vetorial - VAR.....	97
3.3.4 Função impulso-resposta.....	100
3.4 Fonte e descrição dos dados	101
3.5 Estratégia de estimação	103
4 RESULTADOS	107
4.1 Teste de raiz unitária	107

4.2	Teste de cointegração- Johansen.....	108
4.3	Resultados do VEC	110
4.3.1	Modelo de especificação do preço internacional do açúcar	110
4.3.1.1	Matriz de relações contemporâneas	110
4.3.1.2	Função impulso resposta	110
4.3.1.3	- Decomposição histórica da variância do erro de previsão do preço internacional do açúcar	114
4.3.2	Modelo 2- especificação do Preço doméstico do açúcar e Preço do Etanol.....	118
4.3.2.1	Matriz de relações contemporâneas	118
4.3.2.2	Função impulso resposta	119
4.3.2.3	- Decomposição histórica da variância do erro de previsão- preço do açúcar doméstico.....	123
4.3.2.4	- Decomposição histórica da variância do erro de previsão- preço do etanol.....	126
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
	REFERÊNCIAS.....	133

RESUMO

Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol

A importância de se estudar preços decorre da necessidade de se prever seu comportamento, como instrumento para o planejamento da produção, dos investimentos relacionados aos produtos e para a formulação de políticas que garantam o abastecimento do mercado consumidor. O objetivo principal do presente trabalho foi investigar os fatores que afetam o comportamento dos preços de etanol e açúcar no mercado doméstico e do preço do açúcar no mercado internacional. Em relação ao mercado internacional observou-se que os preços das *commodities* armazenáveis negociadas mundialmente tendem a apresentar tendências semelhantes, indicando que um conjunto comum de fatores pode estar afetando-os. Na análise do preço internacional do açúcar, consideram-se três ordens de fatores explicativos: (a) o índice geral de preços de *commodities* – CRB/SPOT; (b) macro-fatores como taxa de câmbio e juros, liquidez, renda, etc. e; (c) efeitos de fatores idiossincráticos relacionados ao consumo e produção mundiais do açúcar. Nos casos dos preços domésticos de açúcar e etanol, os fatores explicativos são (a) preço internacional do açúcar, (b) os macro-fatores internacionais e domésticos como taxa de câmbio, juros, renda, etc., (c) fatores idiossincráticos (produtividade, clima, etc.). O período analisado, envolvendo grande parte da primeira década dos anos 2000, foi de forte expansão da liquidez mundial, juros baixos e de crescimento econômico relativamente acelerado. Os preços de *commodities* em geral, e do açúcar, em especial, experimentaram continuada alta, interrompida somente pela crise de 2008. No período analisado os erros de previsão do modelo empírico do açúcar internacional (baseados no preço do petróleo, do índice CRB e da liquidez) permaneceram praticamente até 30%. A alta do preço em 2005/06 associa-se a alta do petróleo e uma elevação dos juros. Já a forte elevação em 2008/09 parece associar-se – além da alta do petróleo - aos baixíssimos juros aplicados durante a crise financeira. Em relação ao mercado doméstico, pode-se dizer que o preço do açúcar no mercado interno pode ser predito com expressiva segurança pela evolução do preço internacional e do câmbio do Real. Os erros de previsão se situam na faixa de 20%. A forte alta de 2002/03 é explicada pela alta mundial das *commodities* e do câmbio simultaneamente; a de 2005/06 é atribuída principalmente à elevação das *commodities* nesse período e o aumento de 2008/09 deveu-se à desvalorização cambial. No caso do preço doméstico do etanol, os preços internacional e doméstico do açúcar desempenham razoavelmente a tarefa de previsão, embora os erros cheguem a 40%. Acredita-se que – sendo *commodity* menos transacionada externamente – o etanol tenha preços mais sensíveis a fatores idiossincráticos. Contudo, permanece a conclusão geral de que o complexo sucroenergético comporta-se, relativo ao mercado, de forma bastante consistente com os mercados globalizados das *commodities*.

Palavras-chave: Preços de *commodities*; Preços de etanol e açúcar; Previsão; Decomposição histórica

ABSTRACT

Economic fundamentals of the formation of the international price of sugar and of the domestic price of ethanol and sugar

The study of prices is important to predict their behavior as a tool for production planning, for product-related investments and for making decisions to guarantee market supply. The aim of the present study was to investigate the factors that affect the behavior of ethanol in the domestic market and sugar prices in both the domestic and international markets. In the international market, it was observed that prices of storable commodities tend to have similar tendencies, indicating that a combination of similar factors could be affecting them. So three orders of explanatory factors are considered: (a) The general index of prices of commodities – CRB/SPOT; (b) macro-factors such as exchange rate, interest rate, liquidity, income, etc. and; (c) effect of idiosyncratic factors related to the world sugar production and consumption. In cases of domestic prices for sugar and ethanol, the explanatory factors are: (a) international price of sugar, (b) international and domestic macro factors such exchange rate, interest rate, income etc., (c) idiosyncratic factors (productivity, climate, etc.). The analyzed period, involving a large part of the start of the 2000, was of strong expansion of global liquidity, low interest rates and relatively rapid economic growth. The prices of commodities in general and especially of sugar remained high and only interrupted by the crisis of 2008. The technique of historical decomposition was applied to interpret the changes observed in the data series. The forecasting errors of the empirical model of international sugar price (based on petroleum price, CRB index and liquidity) remained within the range of up to 30%. The high prices in 2005/06 were associated to high petroleum prices and an increase in interest rates. Also, the strong increase in 2008/09 seems to be associated not only to the high petroleum prices but also to very low interest rates applied during the financial crisis. In relation to the domestic market, the price of sugar was predicted with the international prices and the exchange rate of the Real. The forecasting errors lied in the range of 20%. The strong increase in 2002/03 is explained by high global commodity prices and exchange rates simultaneously, and for 2005/06 is mainly attributed to rising commodity prices, while the increase in 2008/09 was mainly due to currency devaluation. In the case of domestic price of ethanol, the international and domestic prices of sugar performed reasonably well as predictors, although the errors reached up to 40%. It is believed that since ethanol is a commodity that is less traded externally, its prices are more sensitive to idiosyncratic factors. However, the general conclusion remains that the behavior of sugar and ethanol prices in the internal market is quite consistent with global markets for commodities.

Key words: Commodity prices; Sugar and ethanol prices; Forecasting; Historical decomposition

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Índices de preços reais de commodities, de 1947 a 2008	21
Figura 2- Índice de preços reais do açúcar, soja, café, petróleo, CRB/Spot e alimentos no período entre janeiro de 2000 e setembro de 2009	23
Figura 3- Índice do preço do açúcar internacional, das importações mundiais e do preço do petróleo, entre janeiro de 2002 e setembro de 2009	24
Figura 4- Índice do preço do açúcar internacional, da taxa de juros, do estoque mundial de açúcar e da liquidez no período entre janeiro de 2002 e setembro de 2009	26
Figura 5- Índice do preço do açúcar internacional e do câmbio dos EUA em relação aos principais parceiros comerciais, entre janeiro de 2002 e setembro de 2009	27
Figura 6- Índice dos preços do açúcar internacional e doméstico e do etanol, de janeiro de 2002 a setembro de 2009	29
Figura 7 – Evolução dos preços de açúcar no mercado interno e no mercado internacional entre 2002 e 2009	30
Figura 8- Índice dos preços do açúcar doméstico, do etanol e da gasolina, entre janeiro de 2002 a setembro de 2009	31
Figura 9- Índice do preço do açúcar doméstico, do preço do etanol e do índice de pluviosidade, entre janeiro de 2002 a setembro de 2009	32
Figura 10- Índice do preço do açúcar doméstico, do etanol e da taxa de câmbio, de janeiro de 2002 a setembro de 2009	33
Figura 11 - Produção por regiões e produtividade média da cana-de-açúcar no Brasil no período entre 2002 e 2008	42
Figura 12 - Produção de cana-de-açúcar dos principais países produtores, entre 2002 e 2009	43
Figura 13 – Exportações pelos principais países e blocos produtores de açúcar entre 2002 a 2010	44
Figura 14- Parcela das exportações mundiais de açúcar em 2009	46
Figura 15 – Consumo per capita de açúcar (países selecionados), em 2003	47
Figura 16 – Mapa da produção, consumo, exportações e importações de açúcar (milhões de toneladas), das principais regiões e países, média dos anos entre 2005 e 2010 e dos principais importadores do Brasil, em 2008	50

Figura 17- Produção de açúcar no Brasil, por regiões, entre as safras de 2001/02 e 2008/09.....	52
Figura 18 - Destinação do ATR por produto final- açúcar e etanol, entre as safras de 2001/02 e 2008/09	54
Figura 19 - Percentual da produção de etanol dos EUA, Brasil e demais países, entre 2000 e 2007	56
Figura 20 - Exportações brasileiras de etanol e preço médio, entre 2002 e 2008.....	57
Figura 21 - Venda de automóveis e comerciais leves, por tipo de combustível, entre 2000 e 2009	62
Figura 22 - Vendas de etanol hidratado e gasolina C no Brasil e no estado de São Paulo, entre 2001 e 2009	63
Figura 23- Efeito da redução dos juros sobre os preços no longo prazo	75
Figura 24- Efeito do Overshooting de preços face a redução dos juros	78
Figura 25- Composição do efeito da redução dos juros sobre os preços	80
Figura 26 - Curva de transformação entre açúcar e etanol	86
Figura 27 – Determinação da proporção de açúcar e etanol dada a produção de cana.....	89
Figura 28 – Determinação dos volumes de açúcar exportado e consumido internamente	90
Figura 29- Matriz de relações contemporâneas do modelo 1	104
Figura 30- Matriz de relações contemporâneas do modelo 2	104
Figura 31- Evolução dos choques reflexivos acumulados da liquidez, preço do petróleo, índice CRB e preço do açúcar internacional	111
Figura 32- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre a liquidez.....	112
Figura 33- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre o preço do petróleo	113
Figura 34- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre o índice de preços CRB.....	113
Figura 35- Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 1 sobre o preço do açúcar internacional.....	114
Figura 36- Previsões do preço internacional do açúcar baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009).....	115
Figura 37- Decomposição histórica do erro de previsão do Modelo 1	116

Figura 38- Erro de previsão total e índices das variáveis exógenas do modelo 1 (importações mundiais, taxa de juros e câmbio), entre março de 2002 e setembro de 2009.....	117
Figura 39- Distribuição acumulada dos erros de previsão.	118
Figura 40- Evolução dos choques reflexivos acumulados do câmbio, preço do açúcar internacional, preço do açúcar doméstico e preço do etanol.....	120
Figura 41 – Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o câmbio	121
Figura 42– Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço internacional do açúcar	121
Figura 43- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço doméstico do açúcar.....	122
Figura 44- Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço do etanol.....	123
Figura 45- Previsões do preço doméstico do açúcar baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009).....	124
Figura 46- Decomposição histórica do erro de previsão do preço doméstico do açúcar	125
Figura 47- Distribuição acumulada dos erros de previsão.	126
Figura 48- Previsões do preço do etanol baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009).....	127
Figura 49- Decomposição histórica do erro de previsão do preço do etanol	128
Figura 50- Evolução do erro de previsão total e dos índices das variáveis exógenas do modelo 1 (frota flex, índice de pluviosidade, preço do petróleo e preço da gasolina), entre março de 2002 e setembro de 2009.....	129
Figura 51- Distribuição acumulada dos erros de previsão do modelo de especificação do preço do etanol.....	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exportação de açúcar (em mil toneladas): principais regiões e países, de 2002 a 2010	45
Tabela 2 – Consumo de açúcar (em mil toneladas): principais regiões e países.....	46
Tabela 3 – Importação de açúcar (em mil toneladas): principais regiões e países.....	47
Tabela 4- Principais destinos das exportações brasileiras de açúcar (mil toneladas): 2002/2009.	48
Tabela 5- Produção de açúcar (principais estados), entre as safras 2001/02 e 2008/09, em milhões de toneladas.....	53
Tabela 6 – Exportações brasileiras de etanol ¹ por destino (milhões de litros).....	58
Tabela 7- Produção de etanol (principais estados), entre as safras 2001/02 e 2008/09, em bilhões de litros.....	61
Tabela 8- Variáveis do modelo 1 unidade de medida e fonte dos dados.....	102
Tabela 9- Variáveis do modelo 2, unidade de medida e fonte dos dados.....	102
Tabela 10- Resultados dos testes de raiz unitária de Dickey- Fuller- GLS para o modelo 1	107
Tabela 11- Resultados dos testes de raiz unitária de Dickey- Fuller - GLS para o modelo 2	108
Tabela 12- Resultados do teste de cointegração de Johansen sobre as séries de dados do modelo 1	109
Tabela 13- Resultados do teste de cointegração de Johansen sobre as séries de dados do modelo 2	109
Tabela 14- Coeficientes estimados pela matriz de relações contemporâneas do modelo 1, através de um VEC, dados mensais	110
Tabela 15- Coeficientes estimados pela matriz de relações contemporâneas, através de um VEC, dados mensais	119

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

O presente trabalho tem por objetivo principal investigar os fatores que afetam o comportamento dos preços de etanol e açúcar no mercado doméstico e do preço do açúcar no mercado internacional. Sabe-se que os preços de *commodities*¹ nos mercados domésticos podem ser influenciados por fatores internacionais – posto que muitas são exportáveis – e domésticos – uma vez que utilizam recursos produtivos do País e são consumidos, em parte, internamente.

A literatura sobre os mercados de *commodities* estabelece modelos teóricos que fundamentam as análises e interpretações dos eventos que ocorrem nesses mercados. São considerados essencialmente fatores de ordem microeconômica e macroeconômica. No primeiro grupo estão os determinantes da produção e da demanda pela *commodity* analisada. No segundo grupo aparecem fatores que influenciam os preços das *commodities* enquanto ativos, que podem ser estocados a determinado custo, proporcionando possíveis retornos. Considera-se como “fundamentos econômicos”, essas variáveis econômicas, tanto micro, como macroeconômicas.

Agentes de mercado, analistas e observadores costumam questionar a relevância desses fundamentos nos momentos em que os movimentos de mercado parecem inexplicáveis. Elementos de irracionalidade parecem predominar com frequência. Interpretações com pouco rigor científico costumam ser dadas para justificar o comportamento do mercado, supondo repetição pura e simples de observações anteriores. Ondas de pessimismo e otimismo são apontadas para justificar baixas e altas inesperadas. O chamado “efeito manada” – através do qual indivíduos passam a seguir em escala crescente os movimentos de agentes mais precipitados – é invocado quando movimentos maciços de operadores ocorrem sem ficar clara a sua razão econômica. Observam-se ainda ocasionalmente evoluções nos mercados que são atribuídas a

¹ Entendem-se *commodities* como sendo o conjunto de bens cuja produção vincula-se fortemente aos recursos naturais (solo, água, luz solar, temperatura). Englobam, portanto, os produtos agropecuários, da pesca e florestais, assim como os minerais (inclusive petróleo) e metais. Outra característica de *commodities* é o fato possuírem padrões aceitos mundialmente, com relativamente pequena importância da região de procedência ou do seu produtor. Nesse sentido, *commodities* se contrapõem aos bens industrializados ou manufaturados, que são transacionados com marcas, que se prestam para diferenciá-los perante os compradores. (Barros, 2010).

poderes não concorrenciais da parte de determinados agentes, capazes de controlar os preços domésticos e forçá-los a tomar direções diferentes das verificadas no mercado externo.

Há ainda ocasiões em que analistas não consideram como fundamentos certos fatores que fazem parte da lógica econômica, como quando os mercados de *commodities* se ajustam a mudanças nos mercados de financeiros, de ações ou nas políticas macroeconômicas domésticas e internacionais.

A importância de se estabelecer a relevância dos fundamentos econômicos no comportamento dos mercados decorre da necessidade de se poder prever esse comportamento como instrumento para o planejamento da produção, dos investimentos relacionados a esses produtos e para a formulação de políticas que garantam o abastecimento do mercado consumidor, o fluxo comercial internacional, entre outros objetivos. Se o comportamento dos mercados resulta de ações irracionais, desprovidas de interpretação lógica, as previsões serão forçosamente pobres e de escassa utilidade para os tomadores de decisão nos setores privado e público.

Os preços das *commodities* em geral tendem a apresentar comportamentos bastante semelhantes, denotando que, em razoável medida, são influenciados por fatores comuns, que afetam tanto as *commodities* agropecuárias como os minérios, minerais, metais, etc.. Tais fatores podem ser classificados como macrofatores globais, como a evolução da tecnologia e produtividade, amplos eventos climáticos excepcionais, mudanças nas estruturas dos mercados, políticas econômicas de países influentes, crescimento econômico, nível de liquidez e taxas de juros, tendências nos mercados cambiais, eventos que afetem a percepção de risco, etc.. (BARROS, 2010).

A importância de macro-fatores é ilustrada na figura 1, onde se verifica que, no período pós segunda guerra mundial, o Índice Spot CRB², assim como os de alimentos e metais, seguem tendências similares, com uma tendência geral e expressiva de queda, interrompida duas vezes (durante parte da década de 1970 e na crise de 2007/08). O preço do petróleo, por sua vez, tem comportamento diferenciado, mormente até a formação da Organização dos Países Produtores e Exportadores de Petróleo (OPEP) também na década de 1970. Nota-se, porém, que metais e petróleo caracterizam-se por maior variabilidade.

² O Índice CRB Spot é um índice de preços de commodities, composto de preços de produtos vegetais, animais e metais.

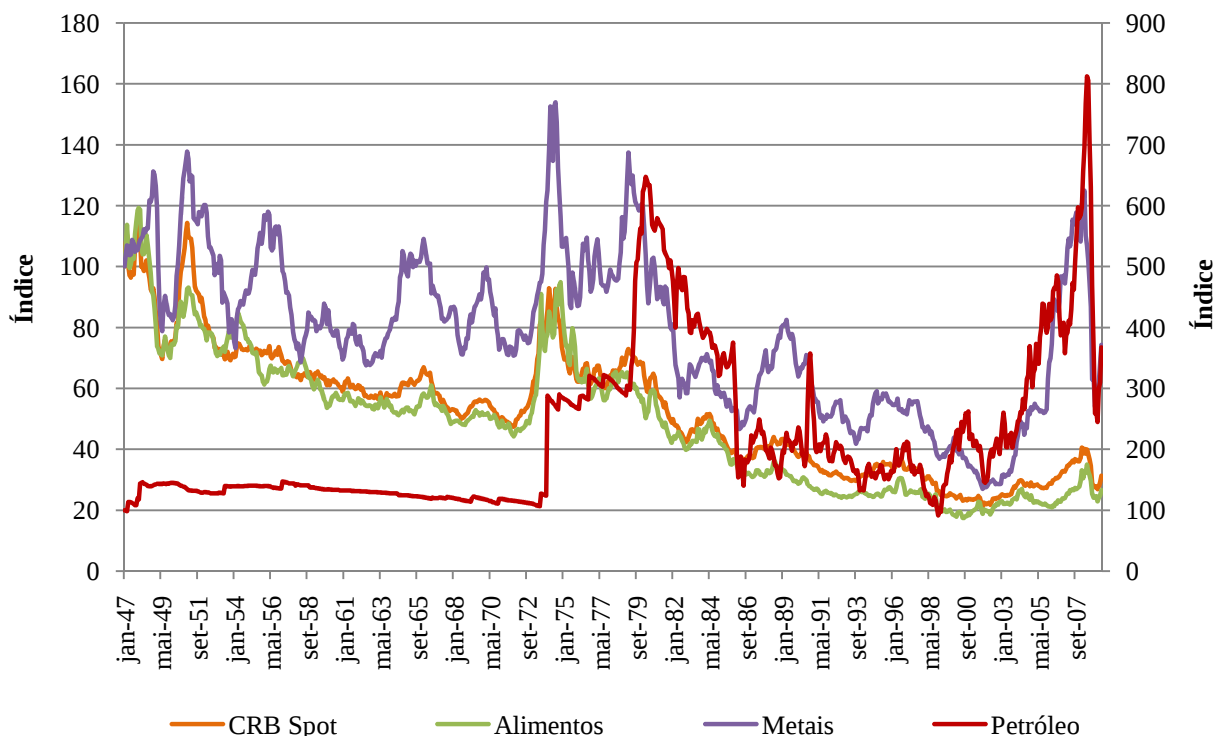


Figura 1- Índices de preços reais de *commodities*, de 1947 a 2008

Fonte: Commodity Research Bureau- CRB (2010) e Federal Reserve Bank of St. Louis (2010).

Ao examinar os preços de *commodities* específicas como o açúcar e o etanol, além dos efeitos comuns de macro-fatores, convêm considerar dois outros aspectos: (a) a possibilidade de efeitos específicos, para tais *commodities* individuais, desses mesmos macro-fatores e (b) efeitos de fatores idiossincráticos, ou seja, de características peculiares às *commodities* específicas de interesse.

Na análise do preço internacional do açúcar, consideram-se três ordens de fatores explicativos: (a) o índice geral de preços de *commodities* – no caso o CRB/SPOT; (b) macro-fatores (taxa de câmbio e juros, liquidez, renda, etc.) que podem ter efeitos específicos no mercado de açúcar, além dos que são captados através do CRB; (c) efeitos de fatores idiossincráticos (relacionados ao consumo e produção mundiais do açúcar). Nos casos dos preços domésticos de açúcar e etanol, os fatores explicativos são (a) preço internacional do açúcar, (b) os macro-fatores internacionais e domésticos (taxa de câmbio, juros, renda, etc.), (b) fatores idiossincráticos (produtividade, clima, etc.).

Barros (2010) mostra que existe uma tendência histórica de movimentação conjunta de preços de *commodities*. Essa co-movimentação sugere que esses preços podem estar sujeitos a fatores abrangentes ou macroeconômicos, como taxa de juros, taxa de câmbio, etc.. Já a tendência comum sugere possível efeito da evolução tecnológica e outros fatores que afetam o crescimento econômico de longo prazo, cujo indicador mais importante é a produtividade.

De fato, no período entre 2000 e 2009, os preços internacionais das *commodities* soja e café e o índice CRB seguem trajetórias semelhantes, assim como o índice de preços dos alimentos. No entanto, o preço do petróleo descolou dos preços das demais *commodities* em março de 2005, e em julho de 2008, apresentou pico acentuado. O preço do açúcar também se afastou da trajetória dos demais índices de preços a partir de março de 2005, e apresentou pico entre fevereiro e abril de 2006. (Figura 2).

Entre dezembro de 2007 e maio de 2008, as *commodities* valorizaram-se cerca de 30%, puxadas, sobretudo pelo preço do petróleo. Contudo, já em julho de 2008 esses preços recuaram significativamente atingindo o menor patamar em novembro do mesmo ano. Entre as razões encontram-se a desaceleração da atividade econômica dos EUA, Japão e União Européia, deflagrada pela crise financeira internacional³. Essas economias estão entre as principais consumidoras de petróleo, e com a freada no consumo, o preço do barril despencou no mesmo período.

Os preços de *commodities* tendem a ser guiados, em certa medida, pelo desempenho da economia mundial. Na Figura 3 é possível observar que o preço do petróleo segue trajetória similar as importações mundiais, uma *proxy* que pode representar a renda mundial. O preço internacional do açúcar, entretanto, parece não seguir o mesmo padrão ao longo de toda a trajetória.

³ A crise econômica de 2008-2009 é um desdobramento da crise financeira internacional, precipitada pela falência do tradicional banco de investimento estadunidense Lehman Brothers, seguida pela falência técnica da maior empresa seguradora dos Estados Unidos da América, a *American International Group*- AIG.

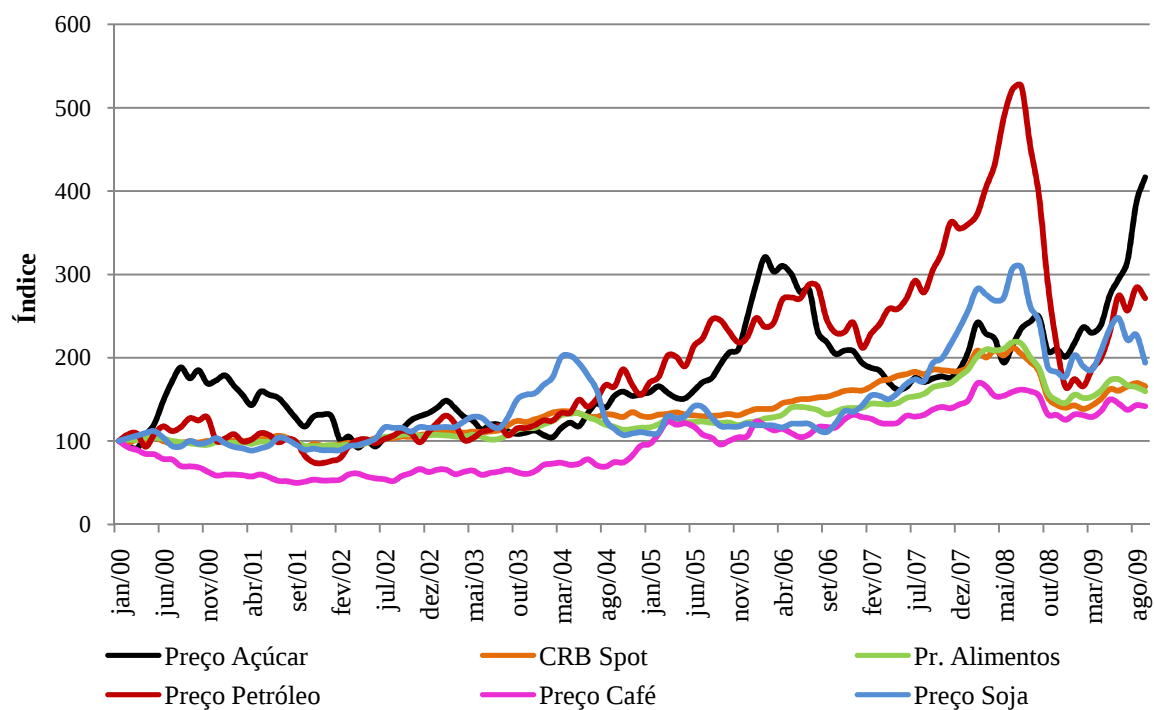


Figura 2- Índice de preços reais do açúcar, soja, café, petróleo, CRB/Spot e alimentos no período entre janeiro de 2000 e setembro de 2009

Fonte: United States Department of Agriculture- USDA (2010), International Coffee Organization (2010) e International Monetary Fund- IMF (2010).

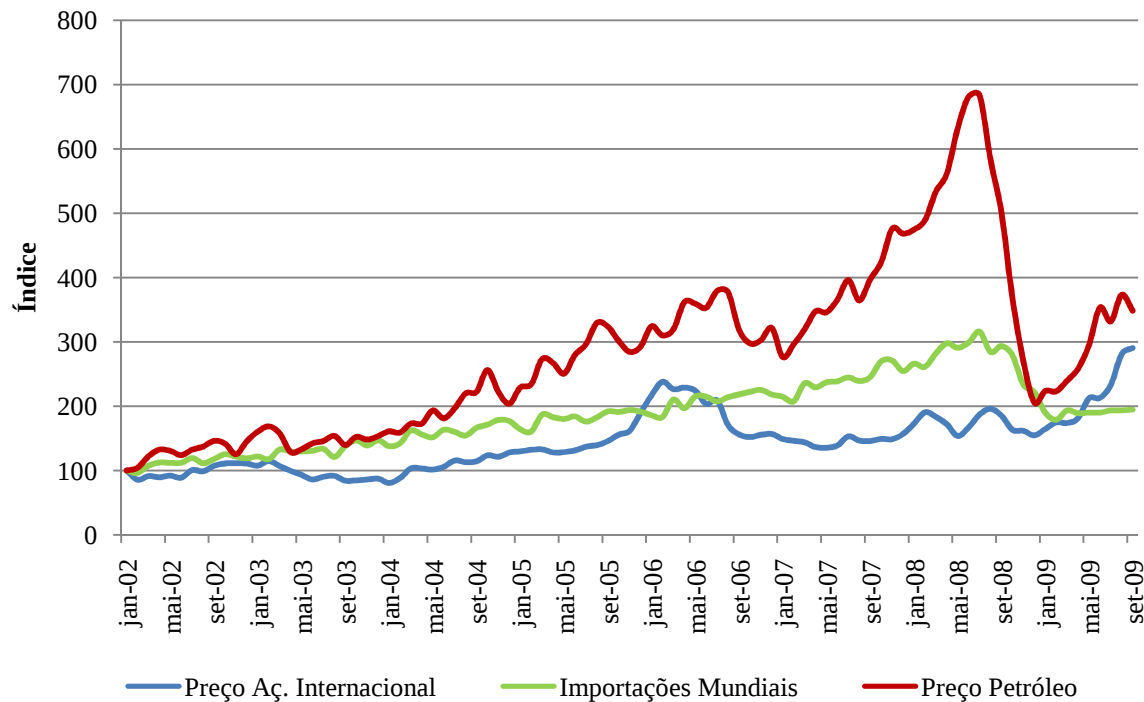


Figura 3- Índice do preço do açúcar internacional, das importações mundiais e do preço do petróleo, entre janeiro de 2002 e setembro de 2009

Fonte: United States Department of Agriculture- USDA (2010) e IPEADATA (2009).

Em geral, os preços das *commodities* são mais voláteis que os preços de bens manufaturados ou industriais (JACKS, O'ROURKE E WILLIAMSON, 2009). Um aumento de demanda no mercado de *commodities*, por exemplo, tende a refletir quase que instantaneamente em aumento de preços (FRANKEL, 1984). Já os preços de manufaturados podem levar mais tempo para se ajustar, o que pode indicar que os seus mercados, ao contrário dos de *commodities* -que seriam competitivos- são, por exemplo, do tipo concorrência monopolística, cuja principal distinção é a diferenciação de produtos (BARROS, 2010).

Contudo, a volatilidade dos preços das *commodities* apresentou tendência de queda ao longo das últimas décadas, fenômeno que vem sendo relacionado ao processo de globalização. Se por um lado, este processo possibilitou a agregação de produções de diferentes procedências, por outro, desestabilizou a demanda com a ocorrência de *booms* e *busts*. A resultante (queda da volatilidade) mostra que o efeito do lado da oferta predominou sobre aqueles do lado da demanda (JACKS, O'ROURKE E WILLIAMSON, 2009).

Frankel (1986) concentra-se na análise relacionada à política monetária, mostrando como a redução no nível de oferta de moeda no curto prazo, aumentando a taxa de juros real, reduziria os preços das *commodities*. O efeito da taxa de juros sobre os preços das *commodities* se daria por duas vias principais: a) desestímulo à manutenção dos estoques e b) incentivo a investimentos em títulos de renda fixa, como os de governos. Além disso, haveria um efeito decorrente do estímulo à maior extração de produtos encontrados em jazidas ou florestas, aumentando-se, assim, a sua oferta e derrubando seu preço.

Frankel (2009) analisa três explicações oferecidas para o comportamento dos preços de *commodities*. O cenário analisado é o da grande elevação de preços nos anos 2000 até 2008. A primeira explicação associa a alta ao crescimento da demanda mundial, puxado por China, Índia, etc.. A segunda levanta a hipótese de especulação desestabilizadora – ou bolha especulativa, em que compras são feitas sem que haja razões fundamentadas para que expectativa de alta. Finalmente, a terceira explicação aponta para política monetária frouxa e conseqüentes juros baixos.

Juros altos, por exemplo, teriam derrubado os preços no começo dos anos 1980. O efeito teria vindo da elevação do custo de estocagem, seja de *commodities* colocadas em armazéns, seja de minérios e petróleo, que estavam armazenadas no solo. Após 2000, o inverso ocorreu com os juros muito baixos. Contra essa explicação, Frankel (2009) lembra que seus críticos mostram que os juros baixos são incompatíveis com os estoques pequenos no período recente. Uma possível racionalização para tal paradoxo seria a desconsideração da estocagem decorrente da não extração: pode estocar a matéria prima extraída ou estocá-la antes da extração (como o petróleo que permanece sob o solo devido ao baixo custo de estocá-lo).

Em balanço, Frankel (2009) conclui que: (a) a atividade econômica, a inflação, e incerteza contribuem para explicar os movimentos dos preços; (b) política monetária e juros não parecem relevantes, exceto, talvez, indiretamente, por efeitos sobre atividade econômica e inflação. Esta é uma conclusão, apresentada com certa decepção, que choca com suas análises anteriores, especialmente aquelas de 1986.

Barros (2010) mostra que o efeito total da taxa de juros sobre os preços das *commodities* depende do balanço dos efeitos específicos sobre a inflação, demanda por armazenagem e sobre a taxa de câmbio. A Figura 4 ilustra o caso específico do preço internacional do açúcar no período entre 2002 e 2009. Como seria de se prever, há certa associação de tendência deste preço com a

liquidez. Com relação aos juros notam-se dois sub- períodos distintos a) entre junho de 2004 e fevereiro de 2006, o preço internacional do açúcar sobe juntamente com a taxa de juros enquanto caem os estoques mundiais da *commodity* b) entre agosto de 2007 e agosto de 2008, o preço da *commodity* tem tendência de alta a despeito da queda na taxa de juros e da forte queda dos estoques mundiais. Aparentemente, no primeiro período, a elevação dos juros encarecia o custo de armazenagem, mas a demanda firme permitia a continuidade da estocagem, em que pese a consequência de preços em alta. No segundo período, a queda dos juros e o aumento da liquidez favorecem a retenção de estoques até certo ponto, a partir de quando, a excessiva liquidez – já em plena crise - faz os preços dispararem a níveis históricos, levando à redução de estoques, que provavelmente não mais se remunerariam. Ou seja, os preços dificilmente permaneceriam na trajetória explosiva dos meses da crise aguda.

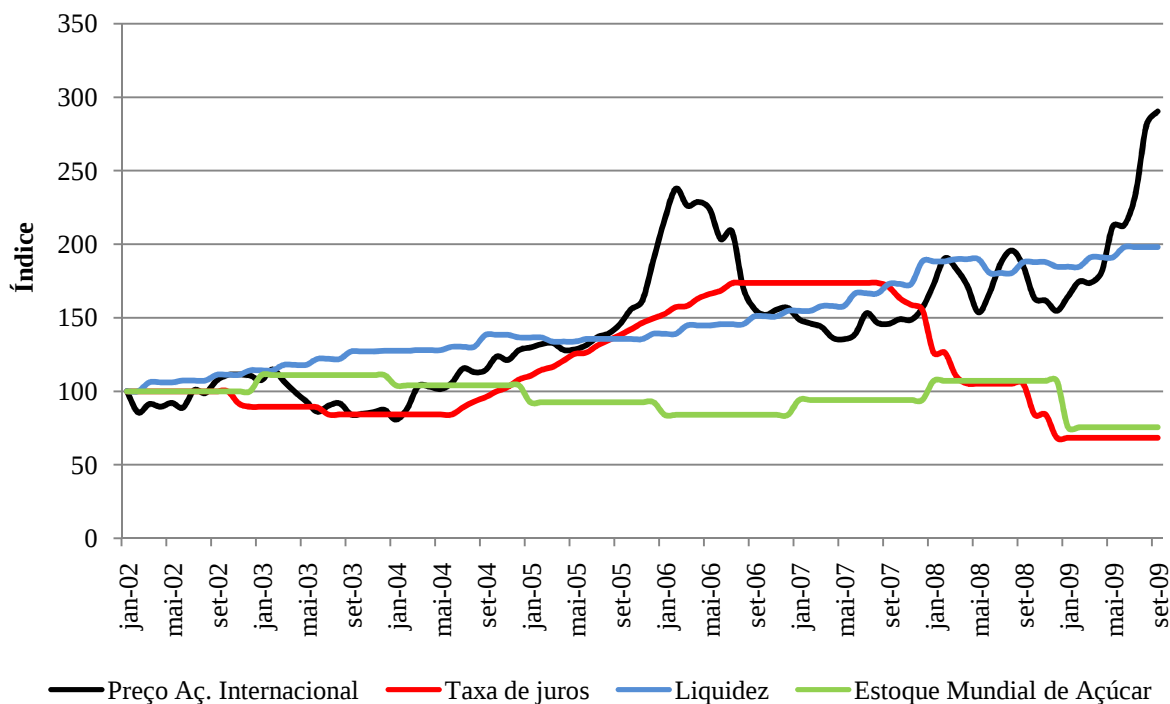


Figura 4- Índice do preço do açúcar internacional, da taxa de juros, do estoque mundial de açúcar e da liquidez no período entre janeiro de 2002 e setembro de 2009

Fonte: USDA (2010), Federal Reserve (2010) e IMF (2010b).

O efeito cambial ocorre sempre que há mudanças nas taxas cambiais dos principais países que atuam no mercado, provocando variação na renda real desses países. Por exemplo, as

commodities tendem a ser cotadas em dólar americano e, logo, quando ele se desvaloriza, há uma apreciação relativa das demais, o que fortalece o poder de compra dos outros países. O conseqüente aumento de renda real deles eleva a demanda mundial e tende a aumentar o preço em dólares. Na figura 6 a tendência de queda contínua do dólar relaciona-se à subida sinuosa do preço da *commodity*. No período em análise (2002 a 2009), o dólar desvalorizou-se e o preço do açúcar teve tendência de alta no mercado internacional (Figura 5).

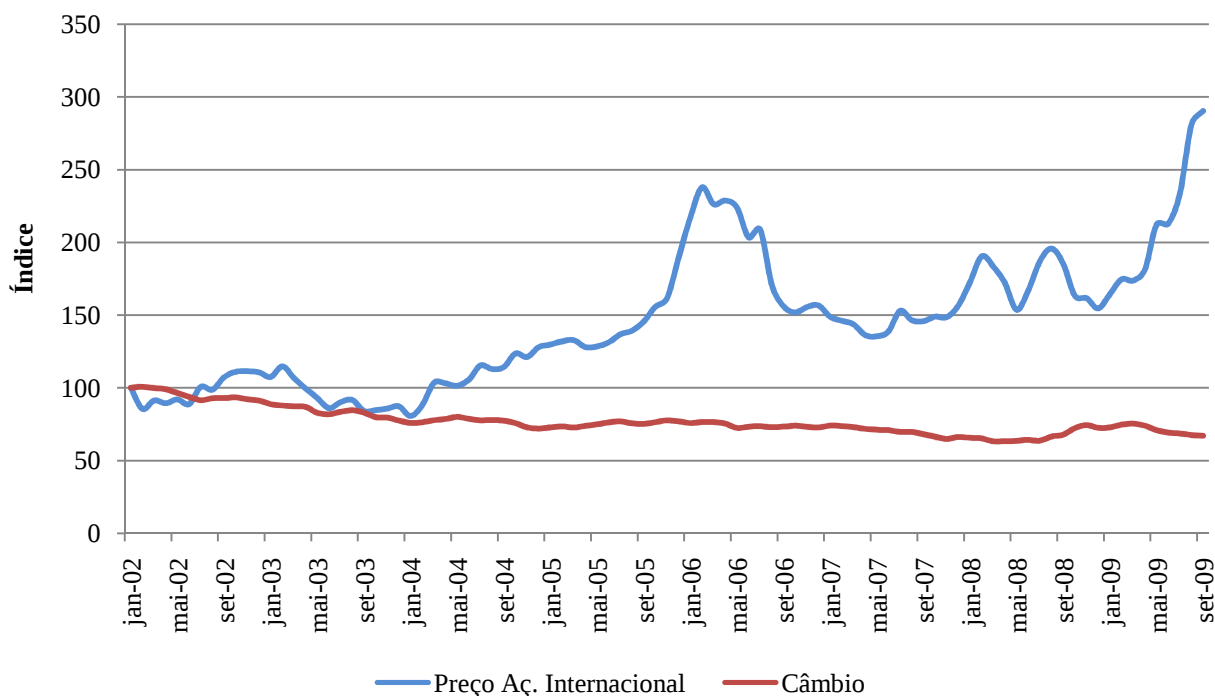


Figura 5- Índice do preço do açúcar internacional e do câmbio dos EUA em relação aos principais parceiros comerciais, entre janeiro de 2002 e setembro de 2009

Fonte: USDA (2010) e Federal Reserve (2010).

No caso do açúcar brasileiro, as exportações são o canal de influência do mercado externo sobre o interno. Ou seja, o preço internacional é a principal referência para os agentes domésticos que operam no mercado do açúcar tanto do lado da oferta como da demanda. Para o produtor, outra referência importante é o coeficiente tecnológico de transformação da cana-de-açúcar em açúcar ou etanol. Pesam também restrições comerciais/contratuais, que podem, em maior ou menor grau, enrijecer a transformação da cana em um derivado ou outro. A terceira referência

importante relaciona-se ao mercado de combustíveis, nomeadamente, o preço da gasolina no mercado interno.

De acordo com Jank (2010), esta transição de um derivado para outro é limitada, pelo elevado número de unidades processadoras de etanol exclusivas (destilarias) e pela ausência de capacidade ociosa na produção de açúcar. Dados para a safra 2008/2009 indicam que havia, na região Centro-Sul, 295 unidades em funcionamento, das quais 92 (31%) produziam apenas etanol e, 8 (3%), somente açúcar. Entretanto, ao considerar a quantidade de cana processada, 85% ou a maior parte é beneficiada em unidades mistas e apenas 14,3% em destilarias⁴ e 1,3% em unidades produtoras somente de açúcar (União da Indústria de Cana-de-açúcar- UNICA, 2009).

Em suma, por partilharem o mesmo insumo de produção, açúcar e etanol apresentam mercados estreitamente relacionados. Se o preço do açúcar eleva-se, o *mix* de produção é direcionado à produção de açúcar, reduzindo-se a oferta de etanol, pressionando para elevação também do preço do etanol. A subida do preço do etanol favorece o aumento da produção, pressionando para inversão deste processo. Na Figura 6 fica clara a elevada correlação entre os preços dos dois derivados da cana e, embora em menor grau, de ambos com o preço internacional de açúcar.

⁴ Se fossem incluídas na amostra as unidades da região Nordeste este percentual reduziria uma vez que esta região é tipicamente produtora de açúcar.

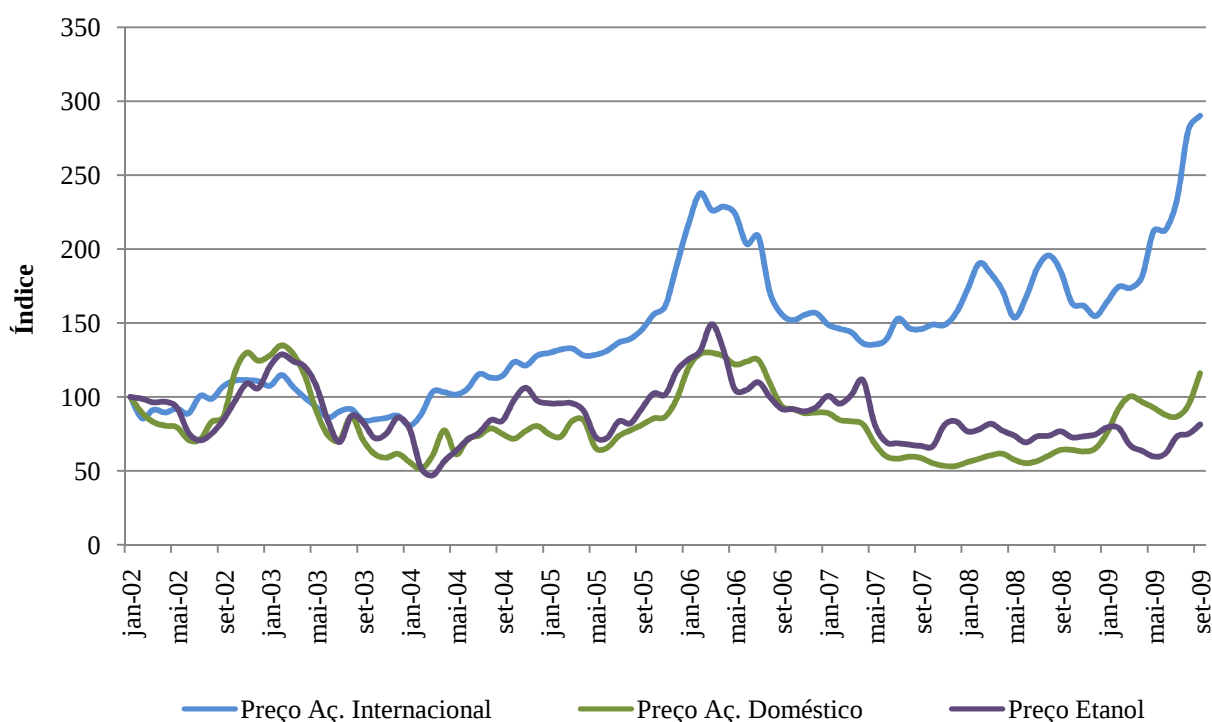


Figura 6- Índice dos preços do açúcar internacional e doméstico e do etanol, de janeiro de 2002 a setembro de 2009

Fonte: USDA (2010) e CEPEA/ESALQ/USP (2010).

De acordo com Silveira (2004), o preço do açúcar no mercado nacional é determinado pelo preço do açúcar no mercado internacional, sendo mais expressiva a relação causal das cotações dos contratos futuros da bolsa de Nova Iorque para os preços do mercado físico do açúcar no Brasil. É claro que entre o preço externo e o interno há a taxa de câmbio real/dólar. Colocando o preço do açúcar internacional em R\$/ saca, é possível observar melhor a relação entre os preços interno e internacional da *commodity* (Figura 7).

Pela análise gráfica, observa-se ainda que, na maior parte do período, o preço internacional antecede o preço no mercado interno. Neste sentido, Silva Júnior et al. (2007) constataram que o preço do açúcar no mercado nordestino é determinado pelos preços internacionais e que o mercado de açúcar se mostra inteiramente integrado ao mercado mundial.

Por outro lado, Lima e Sampaio (1999), estudando o período entre 1981 e 1995, período de forte intervenção governamental no mercado interno, observaram que os preços de mercado

internacional pouco afetavam os preços no mercado interno. Ou seja, as variações no preço do mercado internacional eram amortecidas ou ignoradas pelas políticas de preços do setor nacional.

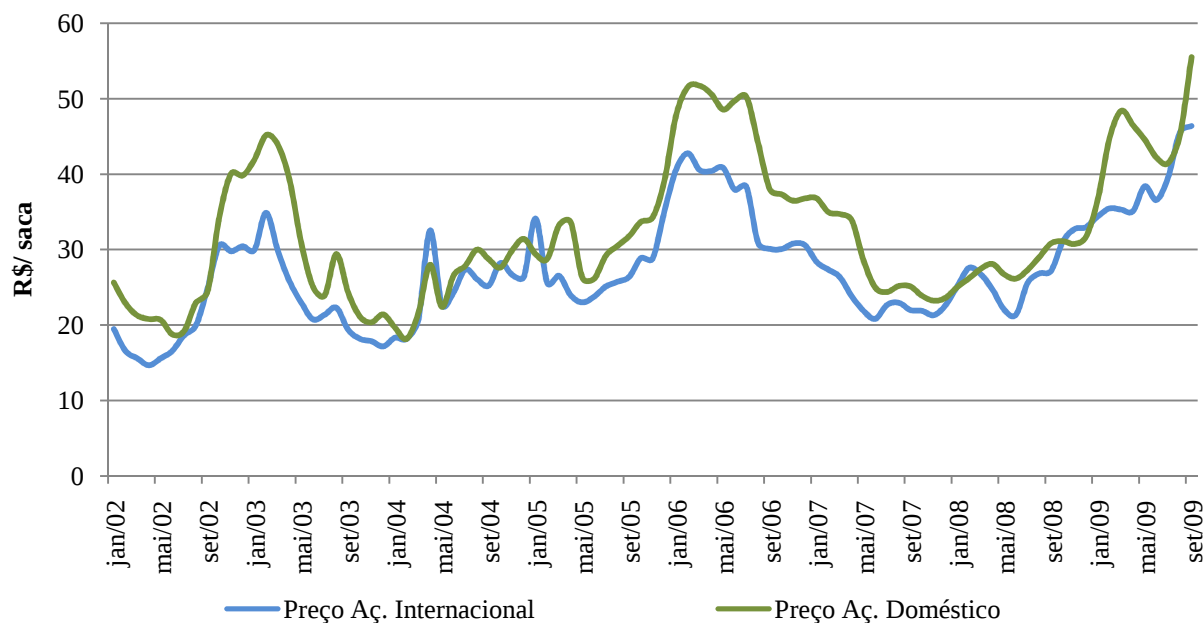


Figura 7 – Evolução dos preços de açúcar no mercado interno e no mercado internacional entre 2002 e 2009

Fonte: USDA (2010) e CEPEA/ESALQ/USP (2010)

Nota: preço do açúcar internacional refere-se ao Contrato n ° 11 f.o.b. (*free on board*) despachado do porto do Caribe, preço à vista pelo volume, mais frete para o Extremo Oriente.

Especificamente em relação ao etanol carburante, notam-se ainda relações diretas entre a comercialização deste produto e outros combustíveis, como a gasolina (Figura 8).

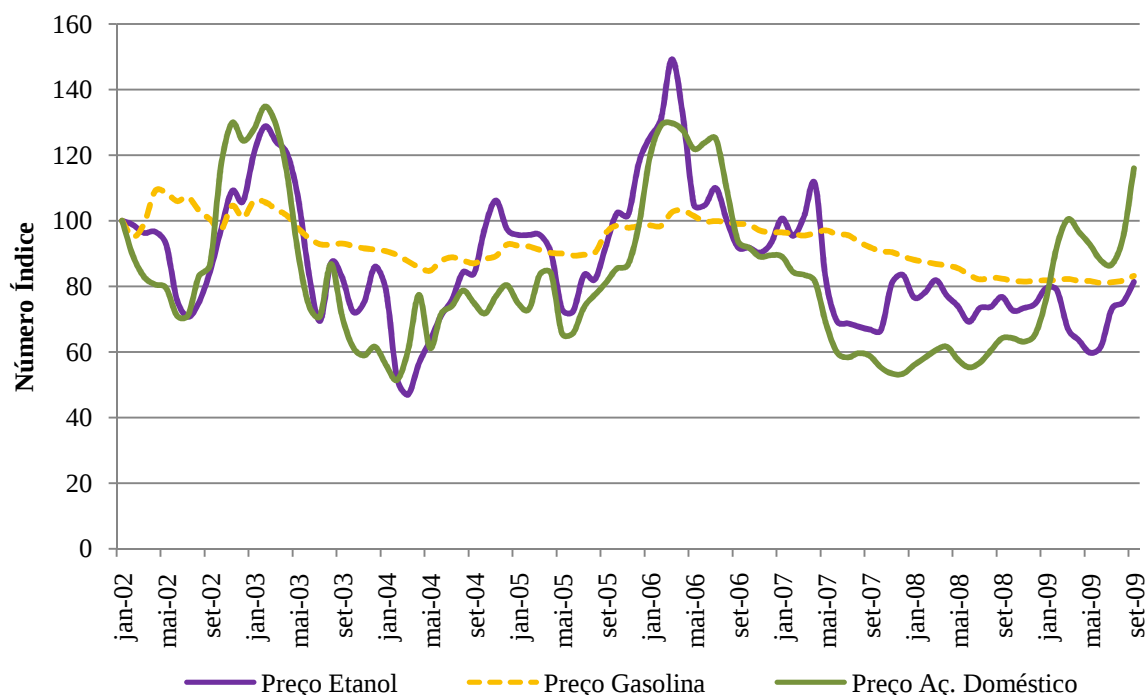


Figura 8- Índice dos preços do açúcar doméstico, do etanol e da gasolina, entre janeiro de 2002 a setembro de 2009

Fonte: CEPEA/ESALQ/USP (2010) e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis- ANP (2010)

Acrescenta-se a isto, a ocorrência de sazonalidade dos preços, inerente à produção agrícola, decorrente, sobretudo, do desajuste entre oferta e demanda. Enquanto a oferta se concentra no período de colheita ou da safra, a demanda se distribui ao longo de todo o ano.

Em conjunto, estas características provocam volatilidade nos preços dos produtos da cadeia sucroenergética, sejam eles os açúcares brancos, cristais, *Very High Polarization*- VHP⁵ ou refinados e etanóis anidro ou hidratado.

O índice de pluviosidade, determinante nos períodos de safra e entressafra, interfere não somente na produtividade, mas também na colheita da cana-de-açúcar. Períodos prolongados de chuva impedem a colheita e podem atrasar o início da safra na região centro-sul. Além disso, o excesso de chuva conduz à produção de cana com menor índice de ATR⁶. Visualmente, há um

⁵ O açúcar VHP é destinado principalmente para tradings e para o mercado externo.

⁶ Durante o período de maturação, é preciso que haja redução da água disponível suficiente para reduzir o crescimento e induzir o acúmulo de açúcar nos colmos. Na safra, ou 2 meses antes da maturação a produção de sacarose é inversamente proporcional à quantidade que ocorreu de chuva (Barbieri e Villa Nova, 1977).

indicativo de tais interações- períodos de maior pluviosidade associados a preços mais altos (Figura 9).

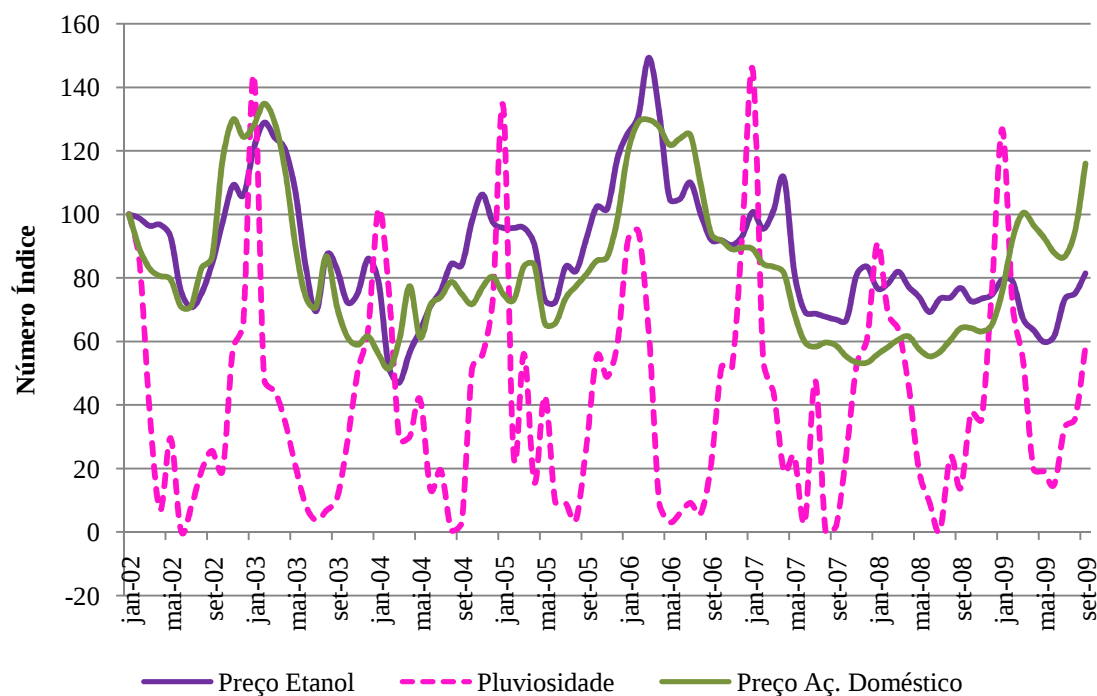


Figura 9- Índice do preço do açúcar doméstico, do preço do etanol e do índice de pluviosidade, entre janeiro de 2002 a setembro de 2009

Fonte: CEPEA/ESALQ/USP (2010) e Instituto Nacional de Meteorologia (2010).

Ao se fazer uma análise dos preços domésticos não se pode deixar de mencionar a influência da taxa de câmbio, fator determinante das exportações nacionais. A moeda valorizada encarece o produto doméstico no mercado internacional, fazendo com que o preço interno reduza. Do contrário, se a taxa de câmbio sobe, há tendência de elevação do preço doméstico pelo estímulo às exportações. A Figura 10 mostra a evolução da taxa de câmbio e dos preços doméstico do açúcar e do etanol.

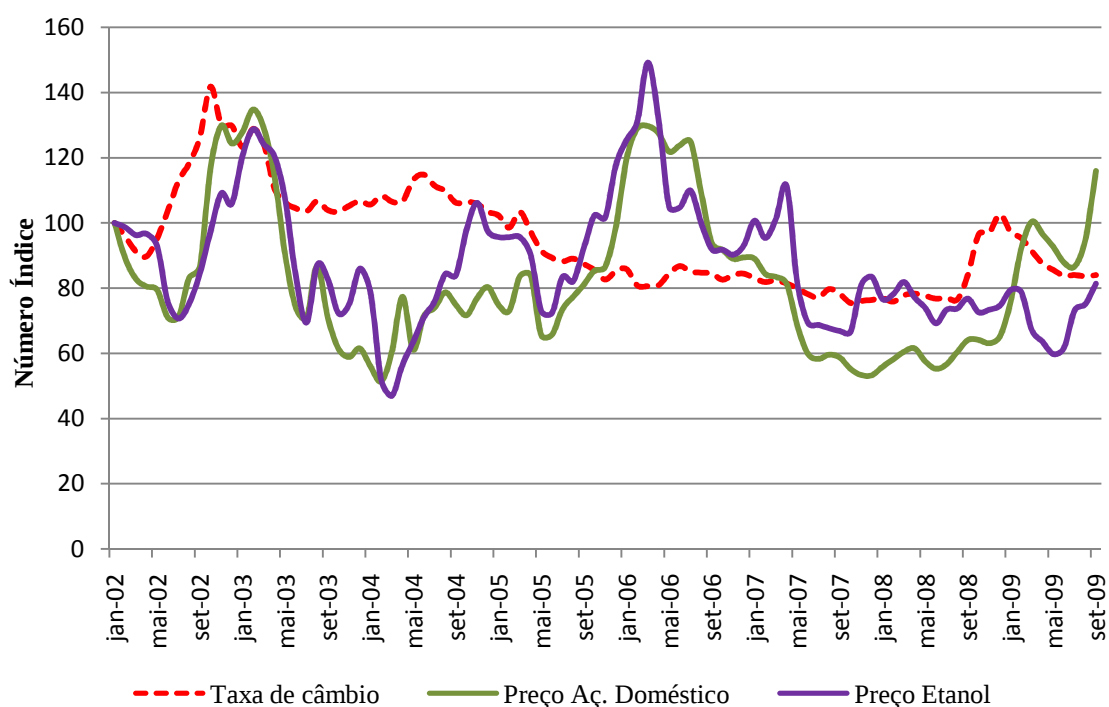


Figura 10- Índice do preço do açúcar doméstico, do etanol e da taxa de câmbio, de janeiro de 2002 a setembro de 2009

Fonte: CEPEA/ESALQ/USP (2010) e Banco Central (2010).

Embora as oscilações de preços sejam facilmente identificadas, e sejam encontrados alguns estudos quanto à causalidade de preços (principalmente no setor de açúcar), os fundamentos econômicos que as provocam, ainda não são bem explicados, e especificamente nesta temática, não há pesquisas na literatura nacional e na internacional⁷.

A necessidade de se reduzir as flutuações no preço do etanol ganha relevância, uma vez que é preciso assegurar aos atuantes do setor maior previsibilidade de preço, reduzindo assim os riscos do mercado. Bacchi (2006) enfatiza que políticas de estoques reguladores, por ações públicas, privadas ou mistas devem ser adotadas de forma a amenizar a alta variabilidade dos preços de etanol, como citado:

⁷ Na literatura internacional são encontrados mais artigos relacionados às oscilações de preços de commodities, porém, poucos relacionados aos preços do setor sucroenergético.

A turbulência no mercado de álcool traz à discussão a necessidade de estoques reguladores para o mercado, visando certa estabilidade de preços ao longo do ano-safra. Cálculos estatísticos com base nos preços dos últimos anos, de fato, confirmam essa necessidade (BACCHI, 2006, p. 1).

É importante apreciar neste contexto, a crescente importância do etanol, que ganhou destaque mundial devido às preocupações relacionadas ao meio ambiente (e ao aquecimento global), formalizadas pelo Protocolo de Kyoto, e pelas perspectivas de esgotamento das reservas de petróleo (que apresenta ainda tendência de alta nos preços). O crescimento do etanol no comércio internacional é notável, o que decorre principalmente do seu uso crescente como combustível adicionado à gasolina. A busca pela redução da emissão de gases do efeito estufa e pela segurança energética, fez com que muitos países aumentassem o percentual de etanol adicionado à gasolina. Todavia, o mercado mundial de etanol ainda não está firmado e, mundialmente, este produto ainda não é considerado uma *commodity*.

Toneto Jr et. al. (2008) mencionam que para transformação do etanol em uma *commodity* global é preciso a) fortalecimento da produção de etanol em outros países, diversificando a origem do produto; b) redução de barreiras protecionistas; c) criação de canais de distribuição em termos mundiais e d) padronização do produto. Na realidade, este processo só será possível com maior estabilidade de preços, o que garantiria o fornecimento do produto e a confiabilidade de outras nações quanto ao uso do etanol.

Até o momento, o mercado de açúcar é mais consolidado no país e no mundo quando comparado ao mercado do etanol. Daí a possível importância do mercado externo do açúcar não somente para o mercado doméstico desse produto, mas também para o de etanol.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos primários

O objetivo primário deste trabalho é a avaliação da importância de um grupo de fatores, tomados como fundamentos econômicos, na previsão de oscilações de preço do etanol no Brasil e do preço doméstico e internacional do açúcar, no período entre janeiro de 2002, ano no qual todos os preços da cadeia encontravam-se efetivamente liberados, até setembro de 2009.

- (a) Na análise do preço internacional do açúcar, consideram-se três fatores explicativos: (a) o índice geral de preços de *commodities* – CRB/SPOT; (b) macro-fatores (taxa de câmbio e juros ,liquidez, renda, etc.) que podem ter efeitos específicos no mercado de açúcar, além dos que são captados através do CRB; (c) efeitos de fatores idiossincráticos (relacionados ao consumo e produção mundiais do açúcar) .
- (b) Nos casos dos preços domésticos de açúcar e etanol, os fatores explicativos são (a) preço internacional do açúcar, (b) os macro-fatores internacionais e domésticos (taxa de câmbio e juros ,liquidez, renda, etc.), (b) fatores idiossincráticos (produtividade, clima, etc.).

1.2.2 Objetivos secundários

As análises para cada preço contemplarão ainda:

- a) o estabelecimento de modelos econômicos;
- b) a estimação desses modelos através do procedimento de análise de Autorregressão Vetorial, incluindo estimação de:
 - i. funções de respostas a impulsos;
 - ii. decomposição histórica dos erros de previsão dentro da amostra.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos históricos da agroindústria canavieira e sua relação com os preços de etanol e açúcar no Brasil⁸

A produção de cana-de-açúcar é a atividade econômica mais antiga do Brasil, sendo produzida desde o século XVI, quando o país ainda era colônia de Portugal e os colonizadores precisavam suprir os mercados metropolitanos (RAMOS, 1999).

Embora se saiba que inicialmente a região de maior produção fosse a Nordeste, foi na Região Sudeste⁹ que se iniciou a produção canavieira (RAMOS, 1999). Furtado, em Formação Econômica do Brasil (1974) descreve com detalhes o desenvolvimento da economia no período colonial, sendo que, no período de 1530 a 1650, a economia desenvolveu-se a partir da produção e exportação do açúcar.

Como o próprio autor menciona, a característica marcante daquele período é que a produção mercantil-colônia tinha um caráter exclusivista. Nos períodos subsequentes, os produtos que predominaram na economia do País foram ouro (1700- 1780) e café (1840- 1930), contudo, a cana-de-açúcar nunca deixou de ser produzida, pois não havia um produto substituto capaz de se sustentar (RAMOS, 1999).

No período que vai de meados do século XVII ao início do século XIX, a produção de açúcar apresentou grande instabilidade de preços no mercado mundial, tendo uma tendência de baixa. Ferlini (1988), que analisou o comportamento de preços do açúcar na Bahia no período colonial, destaca que isto ocorreu devido à grande expansão da produção nacional e introdução da produção das Antilhas, no mercado mundial.

Contudo, a partir do início do século XIX, a produção de açúcar começou a se recuperar em reflexo ao aumento da demanda por este produto na Europa¹⁰.

⁸ Buscou-se abordar nesta seção aspectos mais diretamente relacionados à formação e variações dos preços de açúcar e etanol no Brasil, sem adentrar a fundo na história da produção canavieira, a qual tem sido intensamente abordada por diversos autores tais como Szmrecsányi, (1979), Ramos (1983, 1991, 1999), Diegues Junior (1954), Furtado (1974), Shikida e Bacha (1999), Condé (1972).

⁹ Especificamente na capitania de São Vicente.

¹⁰ Para maiores detalhes ver Ramos (1999).

O início do século XX foi marcado pela instabilidade de preços de açúcar no mercado interno, situação agravada pela crise de 1929 e pela qualidade de safra no mesmo ano. A regulação do mercado era inevitável e com este intuito, foram criados a Comissão de Defesa da Produção do Açúcar – CPDA, em 1931 e o IAA- Instituto do Açúcar e Alcool em 1933.

Num primeiro momento, a intervenção do governo restringiu-se à administração dos preços do açúcar no mercado interno, por meio da CPDA. Amparada pela estabilidade de preços, a produção crescia e sob controle do IAA, foi imposto um limite à produção de cada estado, a fim de evitar a superprodução. Competia a este setor o estabelecimento de quotas de produção e o controle de preços da cana, do açúcar e etanol. Neste mesmo período teve início, por meio do Decreto nº 23.664 de 1931, a prática de mistura de 5% de etanol à gasolina (SANTOS et al., 2000).

A redução do risco agrícola advinda da estabilização dos preços acentuou o conflito entre fornecedores e usineiros. Não se justificava mais deixar aos fornecedores a produção da matéria prima, uma vez que os usineiros agora poderiam se apropriar dos ganhos do setor produtivo e industrial, sem, contudo, contar com o risco da oscilação de preços (LIMA SOBRINHO, 1943 apud RAMOS, 1999, p.98). Assim sendo, foi promulgado, em 1941, o Estatuto da Lavoura Canavieira – ELC, com o objetivo de amenizar estes conflitos. Este estatuto buscava proteger os fornecedores no processo de comercialização da matéria prima, a cana-de-açúcar.

Outra característica marcante daquela época foi a expansão da agroindústria canavieira paulista. Em 1920 eram 12 usinas no estado, passando a 20 em 1930 e 36 em 1940 (RAMOS, 1999)¹¹. Com a segunda guerra mundial, iniciada no final de 1939, houve desabastecimento de etanol em SP, obrigando o IAA a liberar as quotas e a autorizar a montagem de novas usinas¹² (MORAES, 2000).

O mercado de açúcar manteve-se relativamente estável durante o início da década de 70, porém, em meados da década, houve um aquecimento do mercado. No caso de *commodities*, é de se esperar que após um período de preços elevados, novos ingressantes entrem no mercado reduzindo o preço novamente. Tal situação ocorreu com o açúcar, e em 1978 houve declínio de preços no mercado internacional.

¹¹ A construção de novas usinas seguia rigoroso critério de acordo com local e direcionamento da produção.

¹² Decreto-lei n. 1.546, de 29 de agosto de 1939.

Associado a este fato, ocorreu o primeiro choque do petróleo¹³, reflexo da própria crise da economia mundial dos anos 1970. Esta crise do petróleo iniciada em 1973 favoreceu a criação do Proálcool, instituído em 14 de novembro de 1975 pelo Decreto nº 76.593. A sua finalidade principal era expandir e viabilizar a produção de etanol como combustível, para substituir parte do combustível derivado do petróleo. Em outras palavras, um dos principais objetivos do programa era gerar economia de divisas (MELO e FONSECA, 1981 e PAULILLO et al., 2007). Foi preciso unir interesses de vários setores, dentre os quais destacam-se, usinas e destilarias, o Estado e a indústria automobilística (SHIKIDA e BACHA, 1999).

A primeira fase do plano caracterizou-se por amplo apoio governamental, sendo que de 1975 a 1980 foram investidos US\$ 1,019 bilhão, sendo 75% derivados de recursos públicos (LOPES, 1996). Estes recursos foram direcionados, em sua maioria, para a modernização e instalação de destilarias. Além disso, havia garantia de paridade de preço com o açúcar e garantia de compra do produto pela Petrobrás. Estas características possibilitaram que a agroindústria canavieira, que por hora se apresentava ociosa, se beneficiasse com a possibilidade de deslocamento da produção para o etanol.

Entretanto, em 1979, com a ocorrência do 2º choque do petróleo, foi verificado pelo Conselho de Desenvolvimento Econômico que a produção do etanol etílico carburante não deveria ser utilizada apenas como complemento a ser adicionado à gasolina (o etanol anidro), mas também como combustível (o etanol hidratado), para ser utilizado nos carros a etanol. Criou-se, também nesta época, a Comissão Executiva Nacional do Álcool – CENAL, responsável pela execução das decisões referentes ao programa.

Por parte da indústria automobilística seria preciso desenvolver em larga escala automóveis movidos a etanol hidratado. Além do desenvolvimento tecnológico, para que a produção do etanol hidratado fosse viabilizada, seria preciso um conjunto de acordos entre governo, o setor automotivo e consumidores.

A venda dos carros a etanol no Brasil passou a receber uma série de vantagens. Entre os vários incentivos destacam-se: preço do etanol inferior em 30% ao da gasolina (por litro de combustível), redução do Imposto de Produtos Industrializados – IPI para veículos a etanol

¹³ Os preços do petróleo (dos países membros da OPEP) situavam-se, em janeiro de 1973, em US\$ 2,59 o barril (159 litros). Entretanto, após a Guerra Árabe-Israelense, em outubro de 1973, os países membros da OPEP decidiram pela elevação do preço do barril do petróleo, e em janeiro de 1974, estes preços subiram para US\$ 10,95. Ou seja, no intervalo de um ano o preço desta commodity elevou-se 322% (PIACENTE, 2006).

(chegando à total isenção para os carros destinados ao uso como táxis), redução da Taxa Rodoviária Única para veículos a etanol e isenção do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e de Serviços – ICMS para este tipo de veículo.

Contudo, já em meados da década de 1980, o governo reviu as políticas de fomento para o setor sucroenergético, o que resultou na redução da rentabilidade do setor e desestímulo à expansão e renovação dos canaviais já existentes. Neste período, muitas empresas foram fechadas, sobretudo as usinas que não investiram em modernização.

Adicionalmente, a oferta abundante de petróleo a partir de 1986, e a conseqüente queda de preços no mercado internacional refletiram diretamente no preço da gasolina, o qual servia de referência para o preço do etanol hidratado. O etanol teve sua competitividade reduzida e a permanência deste combustível no mercado passou a exigir subsídios cada vez mais elevados (FURTADO, 1992).

Por outro lado, os preços favoráveis do açúcar no mercado internacional fizeram com que muitas usinas ou produtores com destilarias anexas passassem a destinar a matéria-prima para produção do açúcar, visando à exportação (FURTADO, 1992).

Em suma, o crescimento do mercado do etanol hidratado reduziu significativamente na segunda metade dos anos 1980, com a queda do preço da gasolina, redução dos incentivos fiscais e elevação do preço do açúcar no mercado internacional. Segundo Boff (2009), a crise de abastecimento de etanol, gerada pela retração da oferta interna, culminou em 1990 com a importação de etanol para atender a demanda interna. Ainda assim, uma crise de confiança se instaurou entre os consumidores e a demanda de carros movidos a etanol reduziu-se drasticamente nos anos seguintes.

De fato, os anos 90 foram marcados por importantes alterações na economia mundial, dentre as quais merecem destaque a consolidação de esforços pela desregulamentação dos mercados. As conseqüências da desregulamentação foram mais fortemente sentidas por este setor, uma vez que foi um dos que mais intervenções governamentais sofreram. Ao longo da década, o governo foi eliminando os mecanismos de controle e planejamento da produção e, conseqüentemente, de preços¹⁴ (PIACENTE, 2006). Em 1990 foi liberado o preço do açúcar, seguido pelo do etanol anidro em 1997, e da cana-de-açúcar, em 1998 (MARJOTTA-MAISTRO,

¹⁴ Em março de 1990, o Presidente Fernando Collor de Mello extinguiu o IAA e o controle e planejamento do setor passaram a ser exercidos pela Secretaria de Desenvolvimento Regional da Presidência da República e, posteriormente, com o Conselho Interministerial do Álcool – CIMA..

2002). Em fevereiro de 1999 foram liberados os preços de todos os outros produtos da agroindústria canavieira: do açúcar cristal *standard* e do etanol hidratado (PIACENTE, 2006).

Apesar da liberação oficial de preços do setor sucroenergético ter iniciado em 1990, foi somente a partir de 2002 que este sistema passou a operar em um mercado totalmente desregulamentado (MARJOTTA-MAISTRO, 2002). A partir deste ano, a cana de açúcar, o açúcar e o etanol anidro e hidratado passaram a ter seus preços regidos pelo mercado.

Com a política de liberação dos preços, que antes eram controlados pelo governo, foi preciso determinar uma sistemática para remuneração do setor agrícola, especificamente para os produtores da cana-de-açúcar. Representantes destes produtores e das indústrias elaboraram um modelo para pagamento da matéria prima com base na qualidade da cana-de-açúcar, expressa em Kg de Açúcar Total Recuperável- ATR. Deste trabalho, surgiu o Conselho dos Produtores de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do Estado de São Paulo – CONSECAN. Atualmente, o preço da cana-de-açúcar pago pelas usinas aos produtores é obtido por meio da metodologia desenvolvida por este conselho.

Neste sistema, o preço do Kg do ATR¹⁵ é determinado em função do preço do açúcar, nos mercados interno estadual (branco) e externo (branco e VHP), do preço do etanol anidro e hidratado (carburante e industrial, nos mercados interno estadual e externo), livres de impostos e frete, da participação do custo de cana-de-açúcar no custo do açúcar e do etanol, em nível estadual e do mix de produção e comercialização do ano-safra de cada unidade industrial (ORGANIZAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL – ORPLANA, 2009).

2.2 A produção de cana-de-açúcar no Brasil

No Brasil, a área plantada com cana-de-açúcar é de aproximadamente 8,2 milhões de hectares (2008) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2009), o que equivale a cerca de 10 % do total de área com lavouras dentro do território nacional e 3,5% da área agricultável. O aumento da área plantada proporcionou parte do avanço da produção de açúcar

¹⁵ATR = 10 x PC x 1,05263 x (1 - 0,01 x PI) + 10 x ARC x (1 - 0,01 x PI), onde: PC = pol da cana, que determina a quantidade de sacarose aparente na cana-de-açúcar; PI = a perda industrial média dos açúcares contidos na cana-de-açúcar em função dos processos industriais e tecnológicos utilizados no Estado de São Paulo; ARC = açúcares redutores, que determina a quantidade conjunta de frutose e glicose contida na cana-de-açúcar; 1,05263 = coeficiente estequiométrico de transformação da sacarose em açúcares redutores.

e etanol, entretanto, este aumento deveu-se, sobretudo aos ganhos de produtividade¹⁶ da cadeia sucroenergética, tanto no setor agrícola (Figura 11), como no setor de refino e processamento.

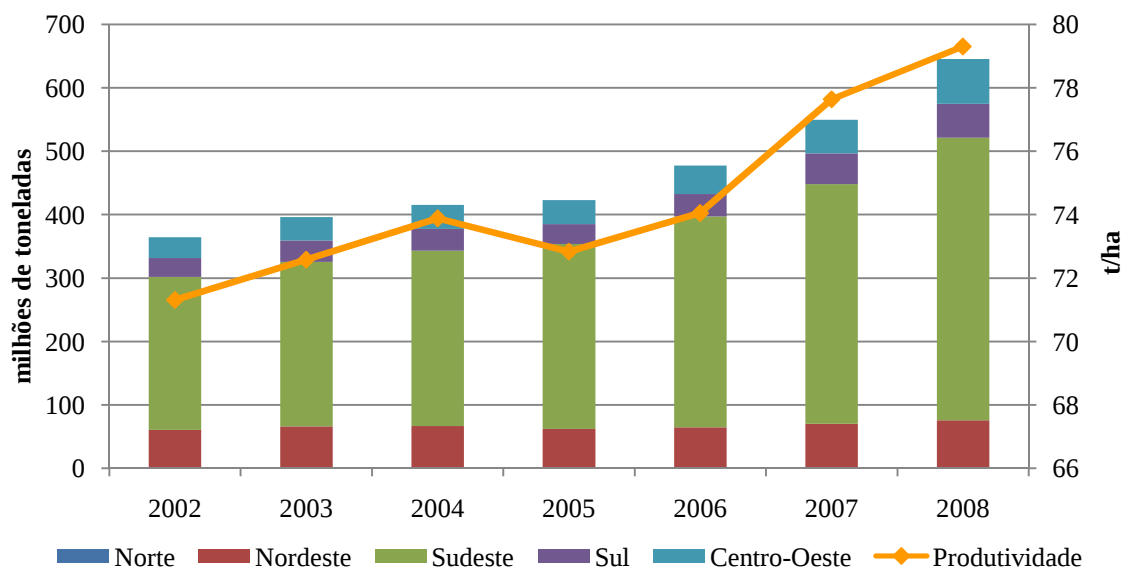


Figura 11 - Produção por regiões e produtividade média da cana-de-açúcar no Brasil no período entre 2002 e 2008

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados do IBGE (2009).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil – MAPA (2009a), na safra de 2008/2009 foram produzidas 573 milhões de toneladas de cana-de-açúcar no País, um crescimento de aproximadamente 15% em relação à safra anterior, de 495 milhões. Desta produção, originaram-se cerca de 31 milhões de toneladas de açúcar e 28 bilhões de litros de etanol (MAPA, 2009a), sendo que apenas as usinas do estado de São Paulo foram responsáveis por mais de 17 bilhões de litros de etanol.

A região Centro-Sul foi responsável por 87% da produção brasileira e a produtividade média da produção da cana-de-açúcar no Brasil foi de 79,3 t/ha em 2008. Na região Sudeste, principal região produtora do país, a produtividade foi de 83,2 t/ha, e no Nordeste, 59,9 t/ha. Os estados com maiores produtividade foram Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, com aproximadamente 85 t/ha (IBGE, 2009).

¹⁶ Este aumento de produtividade, assim como em outras culturas agrícolas, ocorreu de forma menos acelerada do que na década de 90.

O estado de São Paulo é o principal produtor de cana-de-açúcar. Em 2008 sua produção foi de aproximadamente 386 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que representa praticamente 68% da produção da região Centro-Sul e 60% da produção nacional. Paraná é o segundo principal estado, com 51 milhões (8%), seguido por Minas Gerais com quase 48 milhões de toneladas (7%) (IBGE, 2009).

Em relação à produção mundial de cana-de-açúcar, encontram-se entre os principais produtores, Brasil, Índia, China, Tailândia, Paquistão, México e Austrália, respectivamente (Figura 12) (FAO, 2009 e FOOD AND AGRICULTURE POLICY RESEARCH INSTITUTE-FAPRI, 2009).

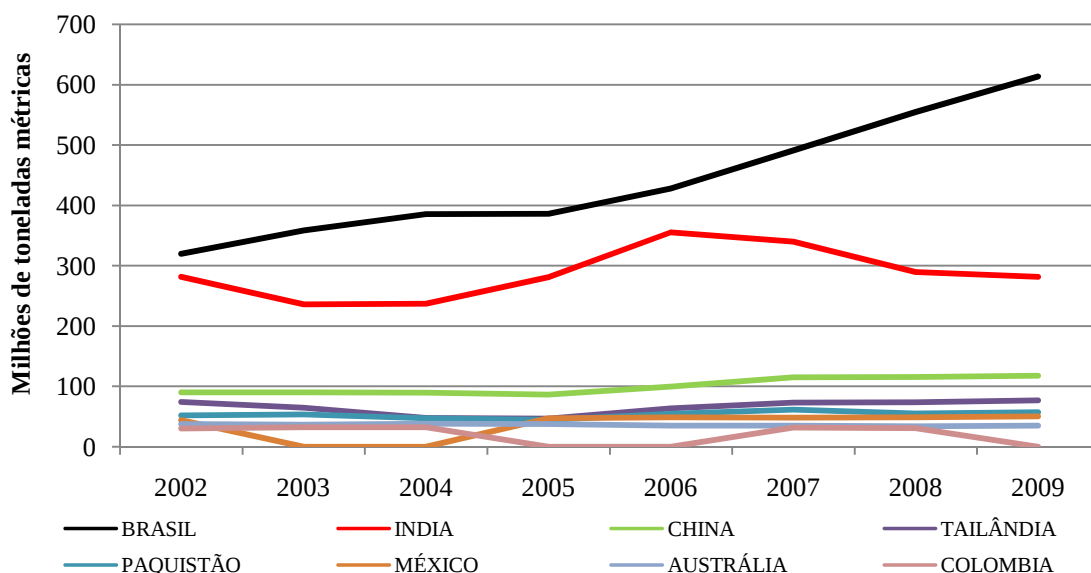


Figura 12 - Produção de cana-de-açúcar dos principais países produtores, entre 2002 e 2009

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados da FAO (2009) e FAPRI (2009).

Nota: Os valores de 2008 e 2009 são estimativas.

O Brasil é o principal país produtor e apresenta nítida tendência de crescimento da produção. A Índia, apesar de ser o 2º maior produtor, apresentou tendência de queda da produção no período entre 2006 e 2009. A China e a Tailândia apresentam leve tendência de crescimento da produção. Os demais países permaneceram com a produção praticamente estável, com exceção da Colômbia cuja produção oscilou consideravelmente.

No Brasil, a cana-de-açúcar é direcionada tanto para produção de açúcar como de etanol, entretanto, na Índia, China, Tailândia e México a produção é quase toda direcionada para a produção de açúcar (FAO, 2009).

2.3 O mercado internacional do açúcar

Os principais produtores de açúcar no mercado internacional são o Brasil, com produção de 31.850 mil toneladas, em 2009, seguido respectivamente pela Índia, com 15.960 mil toneladas, União Europeia – UE¹⁷ (14.014 mil toneladas), China (13.317 mil toneladas), Tailândia (7.200 mil toneladas) e EUA (6.833 mil toneladas) (USDA, 2010) (Figura 13).

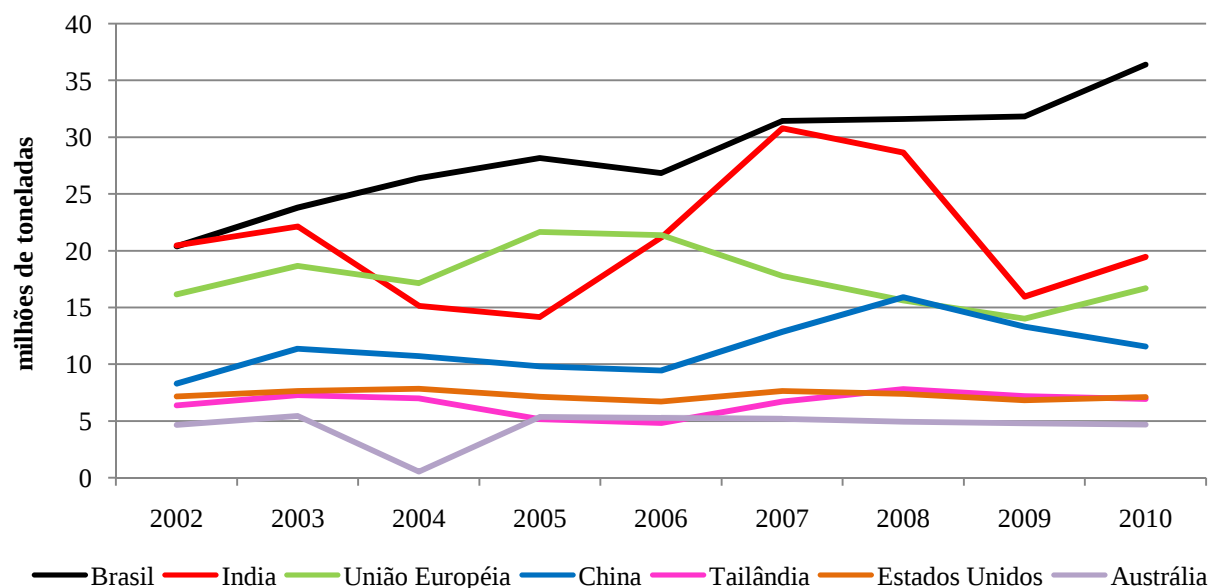


Figura 13 – Exportações pelos principais países e blocos produtores de açúcar entre 2002 a 2010

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados da USDA (2010).

Nota: Os dados de 2010 são estimativas.

¹⁷ Estados-Membros: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Reino Unido, Portugal, Países Baixos e Suécia, Chipre, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Hungria, Letônia, Lituânia, Malta, Polônia e República Checa.

Tanto no Brasil como na Índia, Tailândia e Austrália o açúcar é produzido a partir da cana-de-açúcar. A produção chinesa é originada da exploração da cana-de-açúcar e da beterraba, sendo que mais de 90% provém da cana-de-açúcar. Os EUA também utilizam tanto a cana-de-açúcar como a beterraba em sua produção, numa proporção de cerca de 50% para cada produto. Na União Européia a maior parte do açúcar - cerca de 98%- é oriundo da produção de beterraba (USDA, 2010). A parcela do Brasil na produção mundial foi de 22% em 2009, 7% acima do percentual de 2002.

Em relação às exportações mundiais de açúcar, a configuração de países se altera bastante se comparada àquela da produção. O Brasil, maior produtor, é também o principal player neste comércio, sendo responsável por 44% do total exportado em 2009 (Figura 14). Nota-se ainda que o país apresenta aumento significativo da quantidade exportada e da parcela do mercado mundial no período analisado. A Tailândia que é o 5º maior produtor é o segundo maior exportador e detém 11% do mercado mundial. A Austrália, 5ª no ranking de produção vem em seguida, com 8% deste mercado. Cuba apresenta cotas de exportação para Rússia e por isso aparece na lista, a despeito de não estar entre os principais produtores. A Índia, apesar de 2º maior país produtor, apresenta exportações que oscilam bastante ao longo do período. (Tabela 1).

Tabela 1 - Exportação de açúcar das principais regiões e países, em mil toneladas, de 2002 a 2010

País/ Região	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 ¹
Brasil	11.600	14.000	15.240	18.020	17.090	20.850	19.500	21.550	24.300
Tailândia	4.157	5.280	4.860	3.115	2.242	4.705	4.914	5.295	5.000
Austrália	3.594	4.114	4.157	4.447	4.208	3.860	3.700	3.522	3.600
Guatemala	1.310	1.335	1.335	1.386	1.391	1.500	1.333	1.654	1.654
Colômbia	1.085	1.306	1.200	1.231	988	942	661	585	730
Cuba	3.070	1.798	1.942	770	730	705	800	725	490
Índia	1.130	1.410	250	40	1.510	2.680	5.830	176	5
Outros Países	16.386	17.962	17.551	17.921	21.705	16.197	14.797	15.353	14.744
Total	42.332	47.205	46.535	46.930	49.864	51.439	51.535	48.860	50.518
Parcela Brasil	0,27	0,30	0,33	0,38	0,34	0,41	0,38	0,44	0,48

Fonte: USDA (2010).

Nota: ¹estimativas.

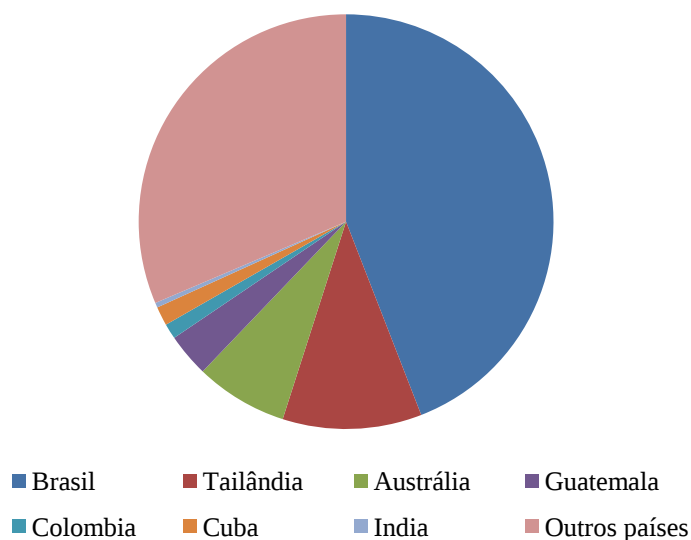


Figura 14- Parcela das exportações mundiais de açúcar em 2009

Fonte: USDA (2010).

No geral, os principais países produtores são aqueles que apresentam também o maior consumo de açúcar, com exceção da Rússia que apesar de ser o 6º maior país consumidor, não configura na lista dos principais produtores. Entre 2002 e 2009, Índia, UE, Brasil, EUA China consumiram anualmente, em média, 52% do total mundial (Tabela 2).

Tabela 2 – Consumo de açúcar das principais regiões e países, em mil toneladas, de 2002 a 2010

País/ Região	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Índia	19.760	20.260	19.115	20.385	19.870	22.425	23.500	24.200	23.500
UE	14.077	14.350	13.003	17.505	16.800	19.816	16.496	16.754	16.800
Brasil	9.450	9.750	10.400	10.600	10.630	10.800	11.400	11.650	11.800
EUA	8.877	8.622	8.780	9.089	9.239	8.993	9.590	9.501	9.344
China	9.355	10.950	11.600	11.400	11.500	13.500	14.250	14.500	14.900
Rússia	7.040	6.400	6.100	6.300	5.400	5.950	5.990	5.990	5.560
Outros Países	65.784	67.685	69.900	67.117	68.385	68.927	70.187	70.909	71.361
Total	134.343	138.017	138.898	142.396	141.824	150.411	151.413	153.504	153.265

Fonte: USDA (2010).

Na China, o consumo per capita é de 7 kg/hab./ano, contra uma média mundial de 20 kg/hab./ano, alertando para possibilidade de aumento da demanda deste país. No Brasil, em 2005,

o consumo per capita era de 59,2Kg/pessoa/ano, nos Estados Unidos de 31,3 Kg/hab./ano e na Índia, de 19,6 Kg/hab./ano (Figura 15) (FAO, 2009 e USDA, 2009).

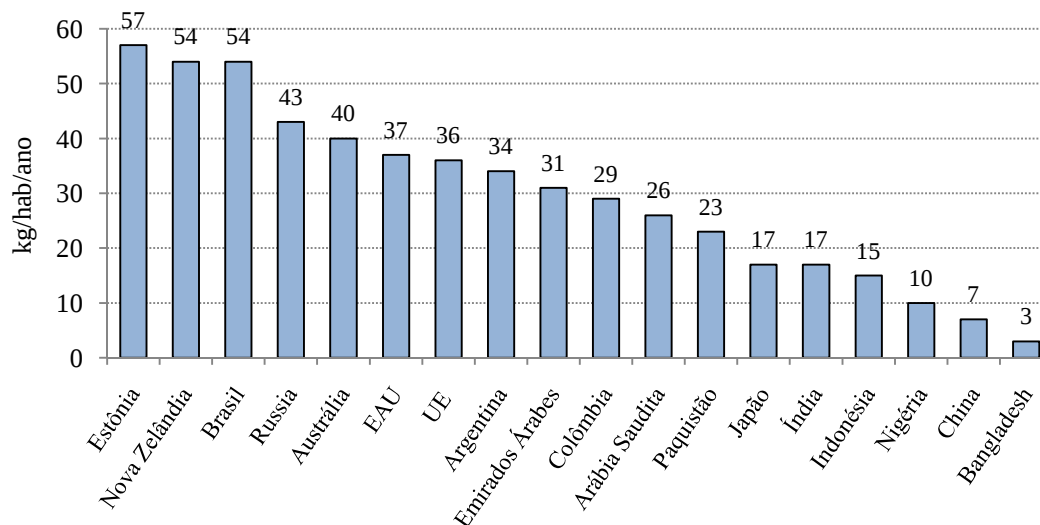


Figura 15 – Consumo per capita de açúcar (países selecionados), em 2003

Fonte: FAO (2009).

O principal importador de açúcar no mercado mundial é a UE, com 8,5% do total importado mundialmente, seguida por EUA (5,9%) e Rússia (5,6%). Em seguida, os países asiáticos são grandes importadores da *commodity* (

Tabela 3).

Tabela 3 – Importação de açúcar das principais regiões e países, em mil toneladas, de 2002 a 2010

País/ Região	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EU	2.025	2.150	1.900	2.549	2.630	3.530	2.948	3.173	3.450
EUA	1.393	1.569	1.591	1.905	3.124	1.887	2.377	2.796	2.286
Rússia	4.850	4.000	3.670	4.300	2.900	2.950	3.100	3.100	2.110
Indonésia	1.600	1.600	1.500	1.450	1.800	1.800	2.420	2.197	2.600
Coréia do Sul	1.590	1.590	1.682	1.652	1.669	1.518	1.648	1.550	1.600
Japão	1.407	1.483	1.442	1.328	1.385	1.405	1.440	1.452	1.416
Outros Países	26.828	29.322	29.441	32.234	31.249	30.414	31.444	33.901	37.836
Total	39.693	41.714	41.226	45.418	44.757	43.504	45.377	48.169	51.298

Fonte: MAPA (2009a).

Considerando especificamente os principais importadores do Brasil, nota-se uma forte presença histórica da Rússia como destino do açúcar brasileiro. No entanto, devido a quebra de safra de cana-de-açúcar ocorrida na Índia em 2009, este país foi responsável por cerca de 17% das importações do período¹⁸. Constam ainda como destinos importantes os Emirados Árabes Unidos – EAU, Nigéria, Arábia Saudita e Bangladesh. Constam ainda na lista dos 15 maiores importadores brasileiros de açúcar China, Japão, EUA e outros países da UE, apesar de constarem na lista dos principais importadores mundiais (Tabela 4).

Tabela 4- Principais destinos das exportações brasileiras de açúcar, em mil toneladas, de 2002 a 2009

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Índia	83	37	865	1.292	8	41	160	2.959
Rússia	3.521	4.398	3.286	3.974	4.346	4.196	4.385	2.194
Em. Árabes								
Un.	990	938	1.437	1.088	1.231	1.283	606	1.396
Nigéria	1.118	948	1.229	1.301	1.127	1.119	1.359	891
Arábia								
Saudita	388	340	592	844	766	1.072	1.261	814
Bangladesh	43	113	509	536	657	424	525	860
Marrocos	672	585	707	865	693	657	683	651
Argélia	313	520	809	647	723	928	876	627
Canadá	608	764	649	759	756	855	816	579
Iêmen	381	299	265	461	547	235	314	448
Malásia	276	80	243	386	1.116	919	674	526
Síria	345	164	484	423	349	368	730	449
Indonésia	94	56	...	173	125	89	35	400
Egito	872	614	1.008	754	1.006	722	1.177	394
Venezuela	2	32	50	38	225	383	448	285
Total	13.344	12.914	15.744	18.146	18.865	19.354	19.467	17.337

Fonte: MAPA (2009b).

As barreiras comerciais são alguns dos fatores limitantes neste mercado. Por exemplo, os Estados Unidos impõe quota de importação às exportações brasileiras de açúcar. As importações de açúcar bruto até o limite da quota são tarifados em 1,4606 cents/kg, e as importações

¹⁸ Dados acumulados até setembro de 2009.

extraquota, em 33,87cents/kg (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA e COMÉRCIO EXTERIOR- MDIC, 2004).

Os principais mercados de negociação de contratos futuros de açúcar estão localizados em Nova York, na NYBOT e em Londres, na LIFFE (PEREIRA, 2009). Essas são as duas referências mais importantes para a formação dos preços internacionais do açúcar.

Estes preços são formados com base em contratos preferenciais com os EUA, dentro das quotas estabelecidas pelo Departamento de Agricultura norte-americano, com preços determinados pelos contratos nº 14 da Junta de Comércio de Nova York, New York Board of Trade - NYBOT, e com a Europa, determinados pelos acordos Africa, Caribbean and Pacific - ACP, e Special Protocol Sugar - SPS, com quotas aos países produtores. Segundo, os contratos livres ou de excedentes, que podem seguir os preços dos contratos nº 5 da Bolsa de Londres ou Contratos nº 11 da NYBOT (BNDES e CGEE, 2008).

Conforme mencionado no referido relatório, desenvolvido pelo BNDES e CGEE, (2008, p.56):

“Embora em ambos os casos esses contratos definam preços de referência para o comércio internacional, com base em operações realizadas eletronicamente em tais bolsas de mercadorias, os contratos preferenciais correspondem a preços mais elevados, e mercados menores, enquanto os contratos livres representam melhor a realidade do mercado internacional do açúcar” (BNDES e CGEE, 2008)

A BM&FBOVESPA, em São Paulo, também transaciona contratos futuros de açúcar cristal, cotado em dólares, saca de 50 Kg. A negociação é de 270 sacas de 50 Kg e os meses de vencimento são fevereiro, abril, julho, setembro e novembro. O preço é formado na cidade de São Paulo e o número de contratos transacionados entre janeiro e agosto de 2009 foi de 224 (BM&F, 2009).

Uma síntese dos dados de produção e do fluxo mundial de comércio do açúcar pode ser vista na Figura 16.

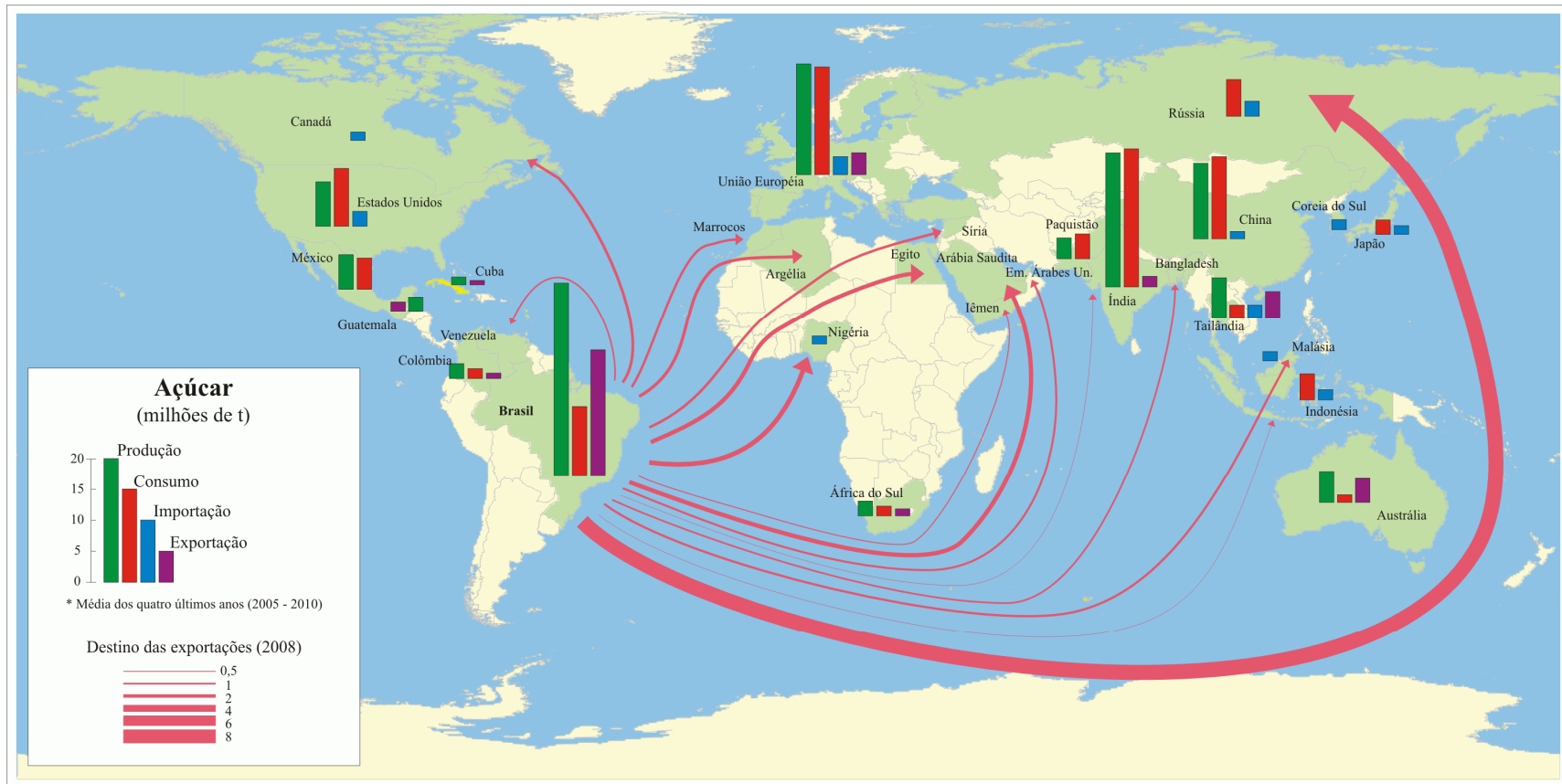


Figura 16 – Mapa da produção, consumo, exportações e importações de açúcar (milhões de toneladas), das principais regiões e países, média dos anos entre 2005 e 2010 e dos principais importadores do Brasil, em 2008

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados do MAPA (2009a) e USDA (2010).

2.4 O mercado doméstico de açúcar

Com base em dados acumulados de 2009, o açúcar bruto, com participação de 3,17% das exportações nacionais, é o quinto produto mais importante da pauta de exportações do agronegócio brasileiro, ficando atrás apenas do complexo soja e do suco de laranja. O açúcar refinado é o décimo produto em importância, com participação de 1,39% do valor das exportações do país (MDIC, 2009)

Além de maior exportador, com aproximadamente 44% do comércio mundial em 2009, o país é também o maior produtor mundial desta *commodity* (USDA, 2010). Na safra 2008/09 do total produzido, cerca de 65% foi exportado, o que equivale, em valores, à cerca de US\$ 6 bilhões (MDIC, 2009).

Apesar da crise econômica mundial cujo início se deu em meados de 2008, ainda houve um aumento de 71,8% no valor das exportações de açúcar no período de janeiro a junho de 2009 em comparação ao mesmo período de 2008, totalizando cerca de US\$ 2,2 bilhões (MDIC, 2009). Esse crescimento das exportações foi estimulado no início do ano de 2009 pela desvalorização do real e posteriormente pela queda da produção indiana e pelo aumento do preço internacional da *commodity*¹⁹.

De fato, os preços médios do primeiro bimestre de 2009 tiveram um aumento de 13,8% em relação a 2008. Se esses preços fossem convertidos em reais, o crescimento ultrapassaria os 50% devido à valorização do dólar, que no primeiro bimestre de 2008 estava cotado a R\$ 1,77/US\$ contra os cerca de R\$ 2,30/US\$²⁰ de 2009. Adicionalmente, a demanda mundial para a produção de açúcar deve subir para 166,4 milhões de toneladas em 2009, comparativamente aos 161,6 milhões de toneladas de 2008.

Internamente, cerca de 60% do açúcar absorvido pelo mercado doméstico destina-se ao consumo direto, e o restante destina-se às indústrias de refrigerantes, bebidas, balas, chocolates e bolachas. Como as indústrias apresentam considerável participação na demanda doméstica, o desempenho industrial é um importante indicador do nível de consumo doméstico do produto (BURNQUIST e BACCHI, 1996 in FERREIRA FILHO, 1996).

¹⁹ De acordo com informações do Czarnikow Group Ltd (2009), com a queda da produção indiana em 2009, a produção global será de 164,1 milhões de toneladas e a demanda superará a oferta em aproximadamente 3,3 milhões de toneladas, o que certamente ocasionará um aumento dos preços internacionais.

²⁰ Valor médio nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2009.

Como vantagem competitiva, o Brasil apresenta um dos menores custos de produção. Tomando como base a safra 2008/09, o custo médio de produção do açúcar VHP na região na qual fazem parte os estados de São Paulo e Paraná foi de R\$ 515,2/tonelada; na Região de Expansão²¹, de R\$539,3/ tonelada e no Nordeste (representado por Alagoas e Pernambuco), de R\$594,/ tonelada (XAVIER et al., 2009). Farina (2008) menciona que o custo da região Centro-Sul era de aproximadamente US\$ 236/tonelada, contra uma média de US\$ 270/tonelada na Austrália e US\$ 310/tonelada na Tailândia. O custo de produção na Europa, onde o açúcar é produzido a partir da beterraba, chega a US\$ 500/tonelada.

A produção de açúcar, assim como a produção de cana-de-açúcar, concentra-se majoritariamente no Estado de São Paulo, sendo que na safra 2008/09, o estado atingiu produção de 19,7 milhões de toneladas de açúcar. Paraná foi o 2º maior produtor na safra 2008/09, ultrapassando o estado de Alagoas, que historicamente é o segundo principal produtor de açúcar (Tabela 5). No Brasil foram produzidas aproximadamente 31 milhões de toneladas de açúcar na safra 2008/09, sendo 27,2 milhões provenientes da Região Centro-Sul e o restante da Norte-Nordeste (MAPA, 2009b) (Figura 17).

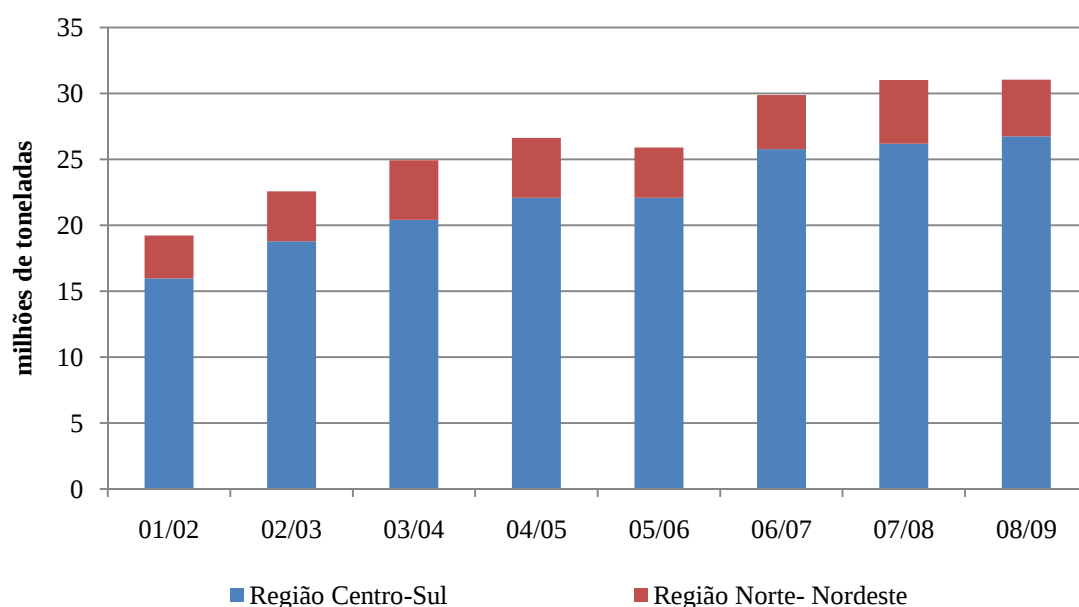


Figura 17- Produção de açúcar no Brasil, por regiões, entre as safras de 2001/02 e 2008/09

Fonte: UNICA (2009) e MAPA (2009b).

²¹ No estudo foi considerada como área de expansão a área que engloba as regiões do Oeste paulista, Mato Grosso do Sul, Goiás e Triângulo Mineiro.

Tabela 5- Produção brasileira de açúcar dos principais estados e regiões, em milhões de toneladas, entre as safras 2001/02 e 2008/09

Estado/ Região	Safrá							
	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09 ¹
São Paulo	12,4	14,3	15,2	16,5	16,8	19,5	19,1	19,7
Paraná	1,4	1,5	1,9	1,8	1,5	2,2	2,5	2,5
Minas Gerais	0,7	1,1	1,3	1,7	1,7	1,9	2,1	2,2
Goiás	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0
Mato Grosso	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Mato Grosso do Sul	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7
Centro-Sul	16,0	18,8	20,4	22,1	22,1	25,8	26,2	26,7
Alagoas	1,7	2,0	2,5	2,4	2,1	2,1	2,5	2,2
Pernambuco	1,1	1,2	1,4	1,5	1,2	1,4	1,7	1,5
Norte- Nordeste	3,2	3,8	4,5	4,5	3,8	4,1	4,8	4,3
Brasil	19,2	22,6	24,9	26,6	25,9	29,9	31,0	31,0

Fonte: UNICA (2009) e MAPA (2009b).

Nota: ¹Os dados da safra 2008/09 para a região Norte e Nordeste não foram finalizados. Os valores referem-se a 30/08/2009.

Na maior parte das usinas, a matéria-prima principal, cana-de-açúcar, pode ser direcionada tanto para a produção de açúcar, como para a produção de etanol. Na safra 2008/2009, as usinas direcionaram 39% do mix para a produção de açúcar e 61% para a produção de etanol, mas ao longo da década o mix ficou praticamente em 50% para cada produto (MAPA, 2009a) (Figura 18).

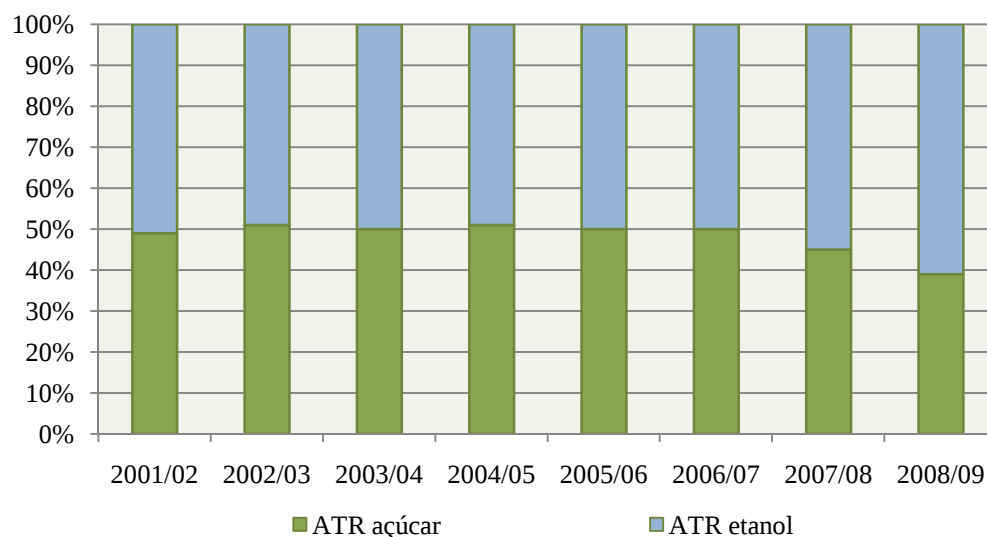


Figura 18 - Destinação do ATR por produto final- açúcar e etanol, entre as safras de 2001/02 e 2008/09

Fonte: MAPA (2009a).

Embora no Brasil o *mix* de produção seja de aproximadamente 50% para açúcar e 50% para etanol, no Nordeste esta relação chega a ser 70%-30%, o que justifica o fato do estado de Alagoas ser o segundo no ranking de produção de açúcar (MARQUES et al., 2009).

2.5 Panorama da produção de etanol no Brasil e no mundo

O etanol, como combustível, é um produto estratégico. A possibilidade de produção de combustível reduz a vulnerabilidade e dependência externa, possibilitando maior patamar de autonomia a um país. Além disso, um dos pilares do desenvolvimento econômico de uma nação relaciona-se à sua capacidade de geração de energia. Dentre as formas disponíveis na matriz energética brasileira, além do petróleo e hidroeletricidade, atualmente o etanol carburante se estabelece entre as mais representativas.

Em estudo recente, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2008) mostrou que a cana-de-açúcar é a segunda fonte de energia primária do país, devido ao uso do etanol e pelo uso do

bagaço na cogeração de energia elétrica. De acordo com o relatório, a cana e seus derivados chegaram a 15,9% da oferta primária de energia, ultrapassando a oferta hidráulica²².

A produção de etanol ganha destaque ainda devido à discussão acerca da sustentabilidade da produção de energia por meio de fontes não renováveis, tais como petróleo, gás e carvão mineral. O grande desafio neste novo século é a redução das agressões ao meio ambiente por parte principalmente, do setor produtivo industrial.

Na realidade, esta discussão resulta do Protocolo de Kyoto, estabelecido em Kyoto em 1997, no qual 84 países firmaram acordo de redução na emissão de gases causadores do efeito estufa. Esta reunião foi um marco para o setor agro energético, uma vez que colocou a conservação do meio ambiente e consequentemente a busca por alternativas limpas de energia, no centro das discussões mundiais.

A produção de agroenergia mostra-se como alternativa para a redução do uso de combustíveis fósseis. De acordo com a United States Environmental Protection Agency- EPA (2010), o uso do etanol como combustível reduz os níveis das emissões de monóxido de carbono entre 25% e 30% em comparação aos níveis emitidos com a queima da gasolina.

Os principais produtores de etanol no mundo são EUA, Brasil, UE, China e Índia. É importante ressaltar que os EUA produzem etanol a partir de milho e lideram o ranking da produção. Juntamente com o Brasil, 2º no ranking, estes países detêm praticamente 76% de toda a produção mundial (F.O. LICHT'S WORLD, 2008) (Figura 19). Pode se mencionar ainda que Brasil e EUA detêm a cada ano parcela maior da produção mundial, sendo que os “demais países” foram responsáveis, em 2007, por menos de 30% da produção mundial.

²² A comparação é feita em “toneladas equivalentes de petróleo- tep”.

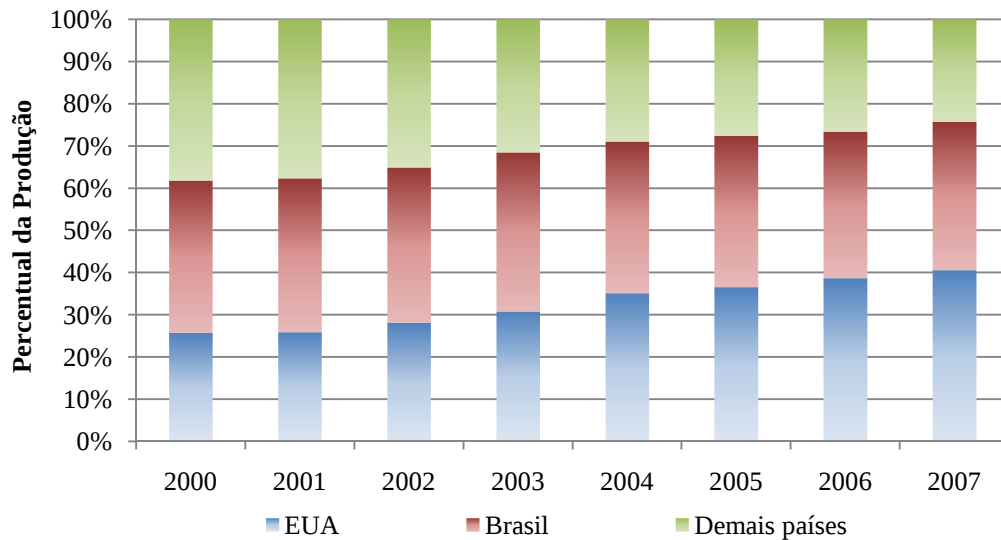


Figura 19 - Percentual da produção de etanol dos EUA, Brasil e demais países, entre 2000 e 2007

Fonte: Renewable Fuels Association - RFA (2009).

Até 2004, o Brasil era o líder mundial, chegando a ofertar aproximadamente 14,6 milhões de m³, cerca de 0,3 milhões de m³ a mais que os EUA. No entanto, em 2005, o cenário inverteu-se, de modo que os EUA chegaram a marca de 16,2 milhões de m³, frente aos 16 milhões m³ do Brasil (RFA, 2009).

O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar é vantajoso uma vez que gera 8,3 vezes mais energia do que consome, ao passo que o etanol de milho gera apenas de 1,3 a 1,8 (MACEDO, 2005 in STRAPASSON e JOB, 2006). Além disso, o custo de produção é menos da metade do custo de produção do etanol norte-americano (enquanto o etanol da cana custa R\$0,8/l, o etanol de milho custo R\$ 1,8/l). Como o milho é utilizado também como alimento, o seu direcionamento para a produção do combustível aumenta a pressão sobre os preços alimentos e aumenta a polêmica sobre a concorrência energética alimentícia.

O volume exportado de etanol pelo Brasil, em 2008, alcançou 5,33 bilhões de litros, um aumento de 51,02% em relação a 2007. Em conjunto, as exportações de açúcar e etanol em 2008 atingiram aproximadamente 15 % do valor exportado pelo agronegócio brasileiro (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA, 2008).

Com base na Figura 20 é possível observar o comportamento das exportações brasileiras de etanol, no período compreendido entre as safras de 2002 e 2009. Neste período, o volume exportado quase dobrou e o preço médio oscilou entre US\$156/m³ e US\$326/m³ (SECEX, 2009).

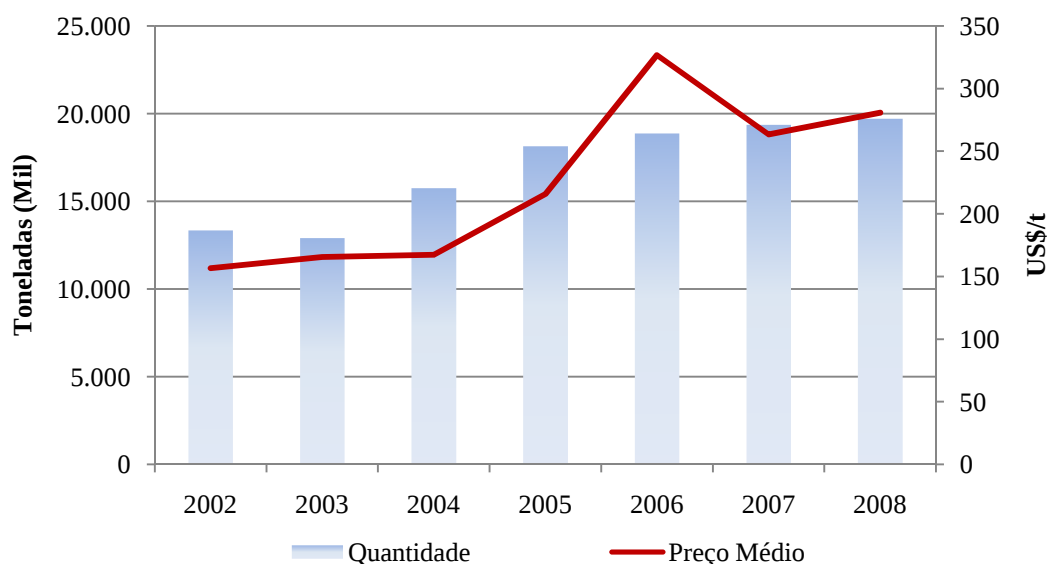


Figura 20 - Exportações brasileiras de etanol e preço médio, entre 2002 e 2008

Fonte: MDIC (2009).

Os principais compradores do etanol brasileiro são apresentados na Tabela 5. Os EUA configuram na primeira posição, com 24,3% das aquisições, seguido pelos Países Baixos (22,7%), além dos Países da América Central e do Japão. Tal relação também é válida para o ano de 2008, contudo, de acordo com Balanço Energético Nacional da EPE (2007), até 2017 o Japão será um dos principais compradores do etanol brasileiro.

Os dados acumulados até o mês de outubro de 2008 mostram expressivo aumento nas vendas para os dois principais importadores (EUA e Países Baixos), além da elevação da participação de países como a Jamaica, El Salvador, Trinidad e Tobago e Ilhas Virgens na comercialização do etanol produzido no Brasil.

Tabela 6 – Exportações brasileiras de etanol¹, em milhões de litros, por destino, entre 2002 e 2008

Países/ Regiões	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 ²
Estados Unidos	35	45	417	231	1.498	836	1.362
Países Baixos	60	79	126	253	330	783	1.084
Jamaica	118	88	134	135	132	281	358
El Salvador	...	16	29	149	183	222	289
Trinidad e Tobago	...	15	7	36	64	160	190
Ilhas Virgens	...	...	...	...	...	53	188
Japão	119	90	202	304	225	367	177
Costa Rica	29	32	117	125	92	172	109
Coréia do Sul	168	56	278	218	93	63	102
Nigéria	48	41	87	115	43	124	70
Reino unido	0	0	...	13	27	47	60
Índia	9	...	441	395	10	...	52
Canadá	0	...	26	26	19	4	37
Finlândia	...	3	12	...	...	20	17
México	54	41	85	95	49	50	17
Gana	9	28	8	4	6	33	12
Demais países	126	165	264	409	319	227	93
Total	775	698	2.234	2.510	3.090	3.443	4.218

Fonte: MAPA (2009b).

Notas: ¹ Soma de etanol anidro e hidratado. ² Valor acumulado até o mês de outubro.

Cabe salientar dois aspectos importantes acerca dos números expostos. Primeiro que o porto de Rotterdam é a principal porta de entrada das importações européias, fato que elucida o alto volume enviado aos Países Baixos. Além disso, uma rota alternativa comumente utilizada para o desvio das tarifas norte americanas sobre o etanol importado são os Países do Caribe, o que explica a significativa quantidade de etanol destinada aos mesmos (ZILIO, 2009).

Contudo, para que haja consolidação do mercado internacional do etanol, é preciso maior estabilidade de oferta e também dos seus preços. É necessário fortalecimento da demanda, com a aceitação mundial deste produto como fonte alternativa ou complementar de combustível. Neste sentido, políticas de adição de etanol à gasolina, já adotadas em alguns países, precisam ser fortalecidas.

De fato, o início deste século tem sido marcado pela retomada de políticas com vistas a estimular a substituição de combustíveis derivados de petróleo por biocombustíveis²³. Questiona-se se o Brasil terá capacidade de suprir o mercado mundial face ao aumento concomitante da demanda mundial por etanol, em resposta às políticas de estímulo ao uso de biocombustíveis.

Favoravelmente, o Brasil encontra-se em vantagem na produção tanto de etanol como de açúcar, uma vez que apresenta território e clima propícios à produção da cana-de-açúcar e detém a tecnologia do processo produtivo, relativo à extração e processamento. A produção de etanol a partir da cana-de-açúcar gera praticamente sete vezes mais energia do que aquela proveniente do milho, principal produto utilizado na produção do etanol nos EUA. Ademais, o País é pioneiro na produção de carro *flex-fuel*, ou bicombustível, o que garante uma demanda mínima de etanol.

De fato, o marco para a formação de uma demanda mais estável de etanol se deu somente em 2003, com o lançamento do carro bicombustível. Este evento recuperou a credibilidade antes abalada do etanol como combustível, uma vez que o consumidor deixou de ficar vulnerável à oferta do produto (como ocorria com os proprietários de veículos movidos exclusivamente a etanol).

No período atual, o setor sucroenergético pode ser caracterizado por investimentos em tecnologia, redução de custos e incentivo por meio de redução de tributos. Além disso, a tendência de aumento do preço do petróleo no mercado internacional e o interesse mundial pelas já mencionadas questões ambientais apontam para um aumento da demanda por etanol.

Esta conjuntura alerta a comunidade internacional para a possibilidade de retorno em investimentos realizados neste setor, fazendo com que haja uma significativa entrada de capital estrangeiro no Brasil (BACCHI, 2006). Estudos como os de Neves e Conejero (2007), Nastari (2008) e Goes e Marra (2008) apontam para um significativo crescimento de toda a cadeia sucroenergética nos próximos anos.

Embora conceitualmente o etanol não seja ainda considerado uma *commodity*, devido à sua “inexpressividade” no mercado mundial²⁴ e ausência de liquidez nas transações, suas características e as características de produção, tais como, homogeneidade do produto,

²³ Os Estados Unidos da América – EUA, através do *Energy Policy Act*, e a União Européia – UE, através do Plano de Ação de Biocombustíveis, estabeleceram a adição de 10% de etanol à gasolina, teor conhecido como E10²³ (Silva e Almeida, 2006). China, Tailândia, Austrália e Colômbia também adotaram o E10 para o uso do etanol. O estado norte-americano de Minnesota pretende adotar uma mistura com 20% de etanol anidro, o E20 (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES e CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE, 2008).

²⁴ Ou seja, não é um bem de demanda generalizada.

capacidade de armazenamento, ausência de diferenças qualitativas entre os mercados, permitem que este produto, que tem apresentado importância crescente, seja tratado como tal.

O etanol hidratado é utilizado diretamente como combustível em alguns automóveis, enquanto que o etanol anidro é adicionado à gasolina A, para compor a gasolina C, cuja composição percentual se alterou ao longo dos últimos anos. Até 1992 a proporção de etanol anidro na gasolina era de 14%, após este ano passou a ser de 22% até 1998. Em 1998 houve alteração para 24% e em 2000, o percentual retornou para 20% (MARJOTTA-MAISTRO, 2002). De 2007 até 1º de fevereiro de 2010 a proporção passou a ser de 25% no Brasil, quando então retornou ao patamar de 20%. Em 9 de maio de 2010 o percentual voltou a ser de 25%.

Na realidade, o percentual é alterado de acordo com o mercado e as estratégias políticas do governo. Em momentos de escassez de etanol (e preços mais elevados), a quantidade de etanol adicionado à gasolina é reduzida, diminuindo a pressão sobre os preços. De acordo com Marjotta-Maistro (2002), as decisões relativas à alteração desse percentual consideram a expectativa de produção com vistas à estabilidade do preço.

Devido à estreita ligação entre os setores sucroalcooleiro e de combustíveis, ou seja, ambos constituem como parte fundamental da matriz energética do País, a condução de políticas relativas à comercialização no âmbito do setor de combustíveis, tende a afetar a evolução da comercialização do setor sucroalcooleiro (MARJOTTA-MAISTRO, 2002, p. 3).

O etanol produzido no Brasil direciona-se principalmente para o abastecimento interno. Na safra 2008/2009, dos quase 28 milhões de m³ produzidos, praticamente 83% da produção foi destinada ao mercado interno, e o restante foi exportado (MAPA, 2009a). Ainda, de acordo com Relatório apresentado em 2008 pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, a demanda interna de etanol aumentará 150% até 2017, atingindo 63 bilhões de litros²⁵.

Xavier (2008) expõe que, assim como a produção de cana-de-açúcar, a oferta de etanol é altamente centralizada no Centro-Sul do País. Nesta região é produzido mais de 90% do etanol brasileiro, sendo o Nordeste responsável por menos que 10%.

O estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 60% da produção nacional, seguido por Minas Gerais e Paraná. No Nordeste, Alagoas e Pernambuco são os principais produtores. O percentual de etanol anidro reduziu ao longo do período analisado; na safra

²⁵ O modelo considerou uma taxa média anual de crescimento da frota de veículos leves de 4,8%, com uma participação de 88,2% do motor flex-fuel nas vendas de automóveis de passeio.

2001/02, 56% era de anidro, e na safra 2008/09 esse percentual reduziu-se para 34%. Observa-se ainda que a produção de etanol aumentou 2,4 vezes entre as safras de 2001/02 e 2008/09 (Tabela 7).

Tabela 7- Produção de etanol dos principais estados e regiões, em bilhões de litros, entre as safras 2001/02 e 2008/09

Estado/ Região	Safrá							
	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09 ¹
São Paulo	7,1	7,7	8,8	9,1	10,0	10,9	13,3	16,7
Minas Gerais	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0	1,3	1,8	2,2
Paraná	1,0	1,0	1,2	1,2	1,0	1,3	1,9	2,0
Goiás	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	1,2	1,7
Mato Grosso do Sul	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,9	1,1
Mato Grosso	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
Centro- Sul	10,2	11,2	13,1	13,6	14,4	16,0	20,3	25,1
Alagoas	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,9	0,8
Pernambuco	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5
Norte- Nordeste	1,4	1,5	1,7	1,8	1,6	1,7	2,2	2,4
Brasil	11,5	12,6	14,8	15,4	15,9	17,7	22,5	27,5
% Anidro	0,56	0,56	0,60	0,54	0,49	0,47	0,36	0,34
% Hidratado	0,44	0,44	0,40	0,46	0,51	0,53	0,64	0,66

Fonte: UNICA (2009) e MAPA (2009b).

Nota: ¹ Os dados da safra 2008/09 para as regiões Norte e Nordeste não foram finalizados. Os valores referem-se a 30/08/2009.

Estas condições refletem a introdução do carro *flex-fuel* no mercado a partir de 2003. Este tipo de veículo teve boa aceitação do consumidor e em 2007, a venda atingiu praticamente 2 milhões de unidades. Estimativas mostram que a frota nacional atual é de mais de 7 milhões de unidades. Em 2008, 90% dos carros vendidos eram bicom bustíveis e em 2012, estima-se que 50% da frota nacional seja de carros *flex* (UNICA, 2009). Por meio da Figura 21 observa-se que a venda de carros *flex* cresceu mais de 20 vezes desde o seu lançamento, em 2003.

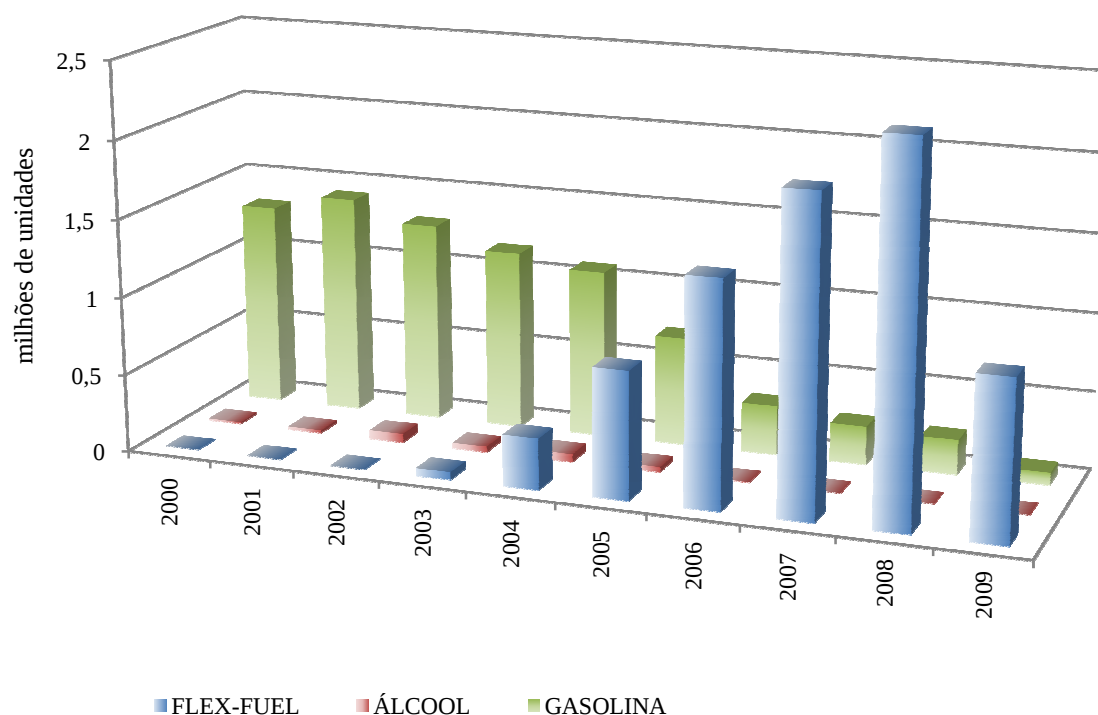


Figura 21 - Venda de automóveis e comerciais leves, por tipo de combustível, entre 2000 e 2009

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA (2009).

Nota: ¹ Os dados até 2004 referem-se a vendas internas no atacado. Os dados a partir de 2004 referem-se ao número de veículos licenciados. ² Não foram contabilizados os comerciais leves movidos a diesel. ³ Os dados de 2009 são referentes ao período de janeiro a maio.

De fato, as vendas de etanol aumentaram consideravelmente a partir de 2006. A Figura 22 mostra a evolução da venda de etanol no Brasil e no estado de São Paulo, que além de maior produtor, é também o maior consumidor de etanol, sendo assim o estado mais representativo do país.

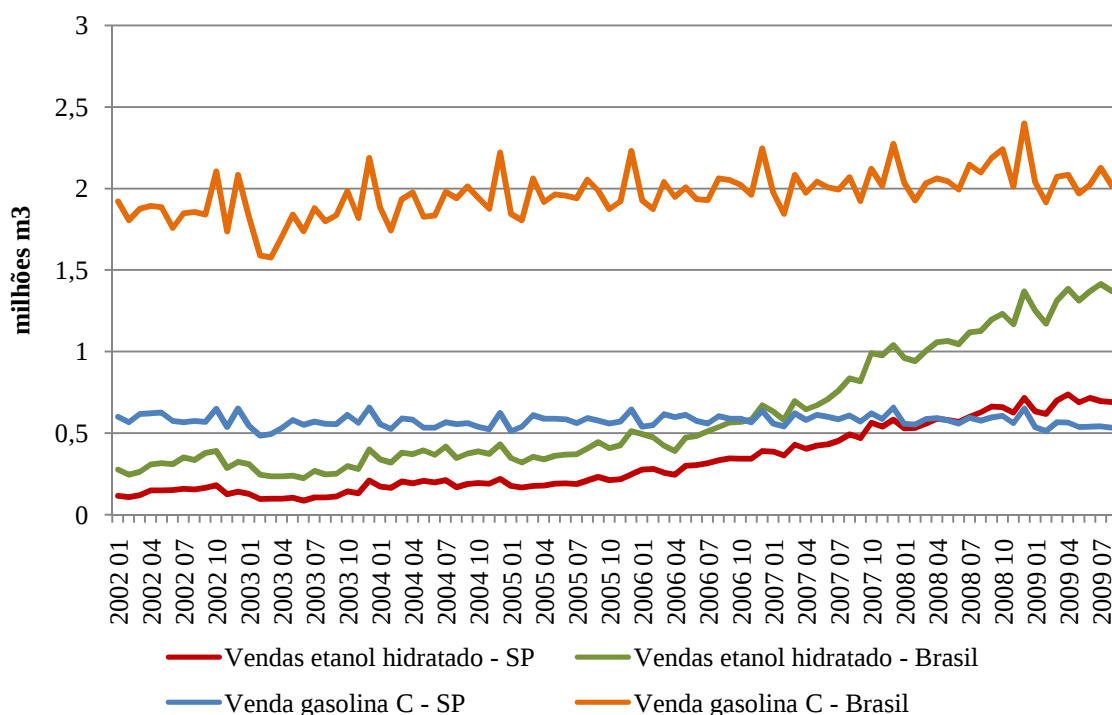


Figura 22 - Vendas de etanol hidratado e gasolina C no Brasil e no estado de São Paulo, entre 2001 e 2009

Fonte: Agência Nacional do Petróleo- ANP (2009).

Algumas constatações podem ser feitas baseadas na análise dos gráficos supracitados: a forte tendência de crescimento na venda do etanol tanto no Brasil como no estado de São Paulo. A venda de gasolina teve leve tendência de crescimento no Brasil e de queda em SP. A venda de etanol no estado de São Paulo ultrapassou em 2008 a venda de gasolina C. A venda de combustíveis tem um comportamento sazonal associado a período de férias.

Vale mencionar que o etanol é transacionado ainda na forma de contrato futuro na BM&FBOVESPA, cotado em reais por metro cúbico. O tamanho do contrato é de 30 metros cúbicos, com vencimento em todos os meses do ano e o município de Paulínia é o local de referência para a formação de preços do contrato futuro. Entretanto, estas transações são inexpressivas quando comparadas ao mercado físico. Entre janeiro e agosto de 2009 apenas um contrato foi negociado, demonstrando a falta de liquidez existente nesse mercado (BM&FBOVESPA, 2009).

Para que haja consolidação do mercado futuro de etanol, é preciso consolidação do mercado mundial, aumentando a liquidez do produto. Adicionalmente, é preciso que o mercado de combustíveis seja livre, e que os preços reflitam a lei da oferta e demanda.

2.6 Outros estudos relacionados a variações de preços de *commodities* e ao setor sucroenergético

O comportamento dos preços de *commodities* agrícolas está no foco dos estudos da economia já há algumas décadas, sobretudo no âmbito da microeconomia. A razão é que o paradigma econômico clássico aplica-se muito bem aos mercados agrícolas²⁶. Um aumento de demanda reflete instantaneamente no aumento de preços, ao contrário de outros mercados (FRANKEL, 1984).

Foi somente a partir da década de 1970, e principalmente na década de 1980 que a macroeconomia passou a ter maior importância nos estudos de preços. “A política macroeconômica pode ser uma fonte tão importante de flutuações nos preços agrícolas quanto fatores microeconômicos tradicionais” (FRANKEL, 1986).

Em 1974, Schuh discute um dos maiores dilemas da agricultura americana: por que o país que detém uma das tecnologias de produção mais avançadas do mundo, tem que subsidiar as suas exportações? A explicação usual para este fenômeno é que, além de dispor de elevados custos trabalhistas, os Estados Unidos tem sobrevalorizado seus recursos produtivos com o fornecimento de subsídios. O progresso tecnológico aumenta a produtividade e a produção, derrubando os preços. Os subsídios estimulam ainda mais o crescimento da produção, acentuando esta queda de preços. Contudo, o autor chamou a atenção para outra variável fundamental neste processo: a taxa de câmbio.

Esta variável é importante na distribuição dos benefícios do progresso econômico entre consumidores e produtores dentro da economia. A desvalorização da moeda facilita as exportações, aumentando o preço interno. Em contrapartida, uma moeda valorizada facilita as importações, beneficiando os consumidores. A valorização histórica do dólar no mercado

²⁶ As *commodities* agrícolas são relativamente homogêneas, estocáveis, transportáveis e negociáveis em mercados de competição (Frankel, 1984).

internacional, de fato, dificultou ainda mais as exportações americanas, ampliando a queda do preço interno.

Frankel (1986), com base no Modelo de Dornbusch (1976) formalizou um modelo de dinâmica de preços de *commodities*, dada uma alteração na política monetária. O autor mostrou como a redução no nível de oferta de moeda no curto prazo aumenta a taxa de juros real, reduzindo os preços das *commodities*. Os preços das *commodities* caem mais que proporcionalmente às mudanças na oferta de moeda, na realidade, eles ultrapassam o novo equilíbrio de longo prazo (*Overshooting*). Para que os preços se mantenham no mesmo nível, os mesmos precisam ser suficientemente desvalorizados para que exista uma expectativa de aumento futuro grande o suficiente para compensar a alta taxa de juros. Ou seja, a política macroeconômica pode ser uma importante fonte de flutuação nos preços agrícolas, assim como fatores microeconômicos tradicionais.

O efeito da taxa de juros sobre os preços das *commodities* ocorre por duas vias: a) desestímulo pela manutenção dos estoques e b) encorajamento a especuladores em deixarem de investir em contratos de *commodities* para investirem em títulos do tesouro americano (FRANKEL, 1996). Adicionalmente, há um incentivo para aumentar a extração (colheita) no presente, aumentando-se assim a oferta do produto, com conseqüente queda de preço.

Mais recentemente, sobretudo a partir da década de 2000, esta discussão ganhou outros contornos, enfatizando o efeito da liquidez sobre o mercado financeiro e de *commodities*. Em 2010 o FMI (2010b) publicou um *report* sobre estabilidade financeira global, dedicando um capítulo para os efeitos da expansão da liquidez global sobre as *receiving economies* ou “economias receptoras de investimentos”.

Estas economias são aquelas que apresentam altas taxas de juros e que propiciam ganhos elevados aos investidores. Com a pesada entrada de moedas estrangeiras, há uma tendência para valorização da moeda nacional. Este é o caso do Brasil.

Belk et al. (2010) analisaram o impacto da liquidez global sobre preços de bens e de *commodities*. Assim como Frankel (1986) já havia discutido, estes autores verificaram que enquanto preços de bens se ajustam vagarosamente às condições monetárias globais, enquanto preços de ativos, assim como os de *commodities* reagem muito mais rapidamente.

A expansão dessa riqueza financeira está associada com a onda de internacionalização financeira dos anos 1980, sob liderança do dólar e do sistema financeiro americano. O mercado

financeiro internacional tem se mostrado ampla e persistente liquidez, relacionada com a manutenção de baixas taxas de juros nas principais regiões monetárias: Estados Unidos, Europa e Japão. Os investidores passam a tomar recursos emprestados com baixas taxas de juros e investir em ativos de maior risco e rendimento como ações de países emergentes, *commodities* e petróleo (CINTRA, 2005).

Como consequência, há um elevado volume de capitais circulando pelo planeta, em direção a países com elevadas taxas de juros, resultando na valorização das moedas que recebem investimentos. Em suma, houve um aumento dos movimentos especulativos, com elevado déficit americano e superávit no resto do mundo.

Barros (1992) analisou os efeitos de choques internacionais e de políticas macroeconômicas internas sobre a agricultura e a economia brasileira. Mais especificamente, por meio de um VAR, incluindo análise impulso-resposta e a decomposição da variância dos erros de previsão, o autor analisou os choques de quatro variáveis externas (preço do petróleo, preço de matéria-prima agrícola, preços de alimentos agrícolas, preços ao atacado do EUA) e quatro variáveis domésticas (taxa de câmbio, preço da indústria, oferta de moeda e preços agrícolas brasileiros) sobre as mesmas variáveis internas.

Foi verificado que variações na previsão da taxa de câmbio são afetadas principalmente por choques nos preços industriais, e em menor extensão por choques na oferta de moeda e no preço do petróleo. Já a variância do erro de previsão dos preços da indústria é explicada pelo preço do petróleo, preço da matéria-prima agrícola internacional e taxa de câmbio. Em relação ao preço agrícola doméstico, a variância do seu erro de previsão é razoavelmente explicada por todas as variáveis, com exceção da oferta de moeda e nível de preço ao atacado dos EUA (BARROS, 1992).

As principais conclusões do trabalho foram que duas variáveis afetam mais diretamente a relação de trocas doméstica do Brasil: preço internacional de alimentos e taxa de câmbio. O aumento no preço internacional de alimentos tende a aumentar a relação de preços agrícolas industriais e desvalorizações da moeda nacional tendem a aumentar o preço relativo durante 18 meses após o choque.

Analisando especificamente a estrutura do mercado de açúcar no Brasil, Barros (1975), especificou e quantificou os parâmetros estruturais das funções de oferta total, demanda interna, demanda de exportação e relação de estoques, utilizando os modelos de Nerlove, dos métodos

dos Mínimos Quadrados Ordinários- MQO e de Dois Estágios (Theil-Bassman). O autor constatou que os produtores de açúcar no Brasil são pouco sensíveis às variações de preço no curto prazo e os consumidores brasileiros variam pouco o consumo em relação ao preço e à renda monetária. Ou seja, em termos econômicos, a demanda por açúcar no Brasil é pouco elástica. Já a demanda de exportação é elástica, no curto e longo prazos.

Bacchi e Marjotta-Maistro (1999) decompuseram o preço médio mensal do açúcar cristal em saca praticado no Estado de São Paulo em seus componentes sazonais e de tendência. Fizeram ainda, uma análise da relação do preço do açúcar cristal em saca com o preço do açúcar refinado empacotado, no período de abril de 1997 a outubro de 1999. Foi observado que os preços são relativamente maiores no período de entressafra da cana, sendo que, a maior diferença foi verificada comparando-se os meses de fevereiro e agosto (em agosto o preço é, em média, 32% menor que o de fevereiro). Destacam ainda que, a antecipação da safra, no período analisado, provocou uma elevação precoce dos preços. Apesar de apresentar comportamento sazonal semelhante, o preço do açúcar cristal empacotado manteve-se, em média, 23% acima do preço de venda da saca de 50 Kg, cujos movimentos de preços geralmente precedem os de açúcar cristal empacotado. Contudo, as autoras ressaltaram que uma análise estatística mais aprofundada deve ser feita para estudar as relações causais entre os preços.

Marjotta-Maistro (2002) estudou também o mercado de combustíveis e o efeito de mudanças em variáveis associadas à oferta e demanda sobre o comportamento dos agentes no processo de desregulamentação. Indiretamente, estudou o comportamento dos preços de etanol, uma vez que estes estão diretamente relacionados ao mercado de combustíveis.

O estudo, que compreende o período entre 1995 e 2000, com informações mensais, foi desenvolvido com base em dois modelos: a) modelo de “Ajuste pelo Preço”, no qual foram considerados quatro níveis de mercado (produtor de etanol anidro, atacado e varejo de gasolina C e atacado de gasolina A; b) modelo de “Ajuste pela Quantidade”, que considerou a quantidade demandada de gasolina C no varejo, preços ao produtor de etanol anidro, atacado e varejo de gasolina C e atacado de gasolina A. Os resultados indicaram que os ajustes via preço foram pouco eficazes para alterar as quantidades dos combustíveis, ou seja, há um caráter inercial nos movimentos de preços, típico em sistemas onde há controle de preços. Contudo, variações de 10% na renda aumentaria o consumo de gasolina C ao varejo em 2,25%, o que tenderia a aumentar o seu preço e também de outros combustíveis.

Adicionalmente a autora identificou que o preço do açúcar no mercado interno e do etanol hidratado ao produtor apresenta efeitos positivos sobre o preço do etanol anidro, uma vez que, neste caso, as usinas alteram o mix de produção, produzindo mais açúcar e etanol hidratado em detrimento do etanol anidro, aumentando conseqüentemente seu preço²⁷.

Silva Júnior et al. (2007), por sua vez, analisaram a relação entre os preços do açúcar no mercado internacional e na região Nordeste do Brasil, no período compreendido entre janeiro de 2000 e julho de 2006, por meio do método de Vetores Autoregressivos - VAR. Os resultados encontrados mostraram que os preços da região Nordeste são Granger causados pelos preços do açúcar no mercado internacional, o que já era esperado. Segundo os autores, o fim da “blindagem” de preços, após a extinção do IAA fez com que os preços nacionais fossem mais fortemente influenciados pelos preços internacionais.

Costa (2000) analisou a formação e o comportamento dos preços do açúcar, etanol anidro e etanol hidratado e as relações entre produtor, varejistas e atacadistas, no Estado de São Paulo no período compreendido entre abril de 1997 e maio de 2000. Considerou na análise do mercado de açúcar as variáveis preço de açúcar cristal e refinado ao produtor, preços internacionais do açúcar, preço do transporte (*proxy* do preço do insumo) e preços de bebidas não alcoólicas. No caso do mercado de etanol anidro, utilizou preço do etanol anidro, preço da gasolina (*proxy* do preço do etanol no varejo), preços do petróleo. A autora fez a análise por meio de um modelo baseado em Heien (1980) e Barros (1990) e observou que o preço do açúcar refinado ao produtor causa o preço do varejo. O mesmo ocorre com o mercado de etanol combustível. Já no mercado de açúcar cristal, a relação é inversa e o preço no varejo causou o preço no atacado. Além disso, a autora verificou que variações de preço de açúcar e de etanol anidro mostraram forte influência sobre o preço do etanol hidratado.

Alves (2002) analisou a transmissão de preços entre os mercados dos principais produtos sucroenergéticos no Estado de São Paulo, no período entre maio de 1998 e junho de 2002. Utilizou as variáveis preço do etanol anidro, preço do açúcar cristal industrial, preço do açúcar cristal exportado, e preço do açúcar cristal empacotado ao produtor e ao varejo. Dentre outros resultados, o autor observou que o preço do açúcar cristal industrial influencia mais o preço do etanol anidro do que o contrário.

²⁷ O trabalho apresenta outras importantes conclusões que não serão discutidas nesta revisão. Para maiores detalhes consultar Marjotta-Maistro (2002).

Em estudo feito no Paraná sobre a oferta e demanda de açúcar e etanol, foi observado que a quantidade ofertada de açúcar varia inversamente ao preço do etanol. O resultado inverso (oferta de etanol sobre preço do açúcar) também é válido, embora não tenha sido estatisticamente significativa. Assim, os pesquisadores identificaram que a oferta de açúcar possui elasticidade-cruzada mais alta que a oferta de etanol (ALVES et al., 2008).

Pereira (2009) desenvolveu estudo relacionado à formação de preços de *commodities* agrícolas, aplicado ao setor de açúcar e etanol. Para elaborar e testar o modelo, o autor elaborou quatro premissas que foram testadas com dados diários do mercado futuro de açúcar e etanol (BM&FBovespa) e com preços do mercado agrícola (Cepea/Esalq), compreendendo o período de janeiro de 2002 a junho de 2008. Nesta etapa, um dos métodos utilizados, dentre outros, foram regressões multivariadas pelo método de mínimos quadrados.

As premissas adotadas foram de interdependência de preços com o petróleo, a sazonalidade dos preços de açúcar e premissas relativas à Teoria da Estocagem. Outra relação considerada no modelo foi da volatilidade dos mercados²⁸ na oscilação dos preços das *commodities*, neste caso, o açúcar. Isto ocorre, pois, em períodos de turbulência econômica, investidores procuram o mercado de *commodities*. Frankel (1986), ao discutir a influência da taxa de juros sobre os preços das *commodities*, de certa forma, já atentava para esta inter-relação.

O autor apresenta o modelo final em forma de equações de espaço de estado, utilizando o processo de estimação de parâmetros do filtro de Kalman.

O autor observou de forma não conclusiva uma relação positiva entre volatilidade do mercado e preços de açúcar. Outras conclusões do trabalho podem assim ser sumarizadas: os preços do etanol são Granger - causados pelos preços do açúcar e o petróleo antecipa informações sobre a tendência dos preços do açúcar no mercado brasileiro. Como conclusão final o autor afirma que o modelo proposto responde com mais fidelidade às condições reais dos mercados de *commodities*, no que se refere especificamente ao mercado de açúcar e etanol. Afirma ainda que o modelo com incorporação da interferência do petróleo na formação de preços de açúcar e etanol, é melhor em termos de previsão do que outros da literatura que não incorporam tal variável.

²⁸ A volatilidade do mercado foi estimada por meio de um modelo GARCH- *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model*. Este modelo capta a trajetória da volatilidade no tempo, por meio da regressão dos resíduos quadráticos de um ARMA- *Autoregressive Moving Average Model*. Para maiores detalhes ver Pereira (2009).

Em 2008, foi finalizado o Relatório Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável, desenvolvido pelo BNDES e CGEE. Em discussão pertinente aos mercados de combustíveis, informações presentes neste relatório indicam que:

Os mercados de combustível da maioria dos países evoluíram nas últimas décadas para mercados com preços livres, determinados pelos agentes econômicos ou emulando os mercados mais competitivos, segundo os denominados preços de paridade. Nesse contexto, os preços do bioetanol para o consumidor serão determinados pelos preços ao produtor, que, por sua vez, deverão ser definidos segundo as cadeias produtivas e logísticas adotadas, incorporando os tributos devidos e as margens de comercialização. (...) Assim, o preço mínimo do bioetanol deve (...) cobrir os custos de produção (BNDES e CGEE, 2008, p.54).

Embora o etanol ainda não seja considerado uma *commodity*, será que o preço ao consumidor será realmente determinado pelos preços aos produtores incorporando custos e margens? É possível que o produtor possa interferir no preço do produto final ou o produtor, assim como em outras atividades agrícolas, age apenas como um tomador de preço?

Cabe ressaltar que o mesmo relatório considera que na análise de viabilidade de produção do bioetanol deve ser levada em consideração a variação dos preços de açúcar, embora haja certa rigidez nos mercados internacionais de açúcar, que devido a cotas, “*pouco refletem as pressões de oferta e demanda*” (BNDES e CGEE, 2008, p.56).

Satolo (2008) estudou a dinâmica econômica do setor sucroenergéticos, no período entre 1976 e 2006, enfocando as flutuações de produção de cana de açúcar no Estado de São Paulo. O modelo proposto baseou-se em Blanchard e Quah (1989), tendo sido adaptado de Alves (2006) e Spolador (2006). O modelo foi desenvolvido para explicar como choques de oferta e demanda afetaram a evolução da produção de cana-de-açúcar.

O autor verificou, dentre outros resultados, que após a desregulamentação, as condições favoráveis de demanda, com expectativa de consolidação de um mercado externo para o etanol é que determinaram o aumento da área plantada de cana-de-açúcar.

Adicionalmente, verificou que o preço da cana-de-açúcar foi a variável de maior importância na explicação do crescimento da produção. Observou ainda que as variações do preço da cana-de-açúcar foram menos importantes para explicar as variações do preço médio de açúcar e etanol do que o contrário, o que decorre da adoção do modelo CONSECANA para

precificação da matéria-prima, em que o preço da cana é determinado com base nos preços praticados nos mercados de açúcar e etanol.

Em primeiro lugar, esta revisão bibliográfica auxilia na busca e decisão sobre as variáveis a serem incluídas no modelo. Marjotta-Maistro (2002) reforça a importância da interação do mercado de combustíveis e o setor sucroenergético. Para Pereira (2009), não se pode deixar de considerar a volatilidade do mercado de ações em um estudo de preços de *commodities*. Embora Frankel (1986) atente para o efeito da taxa de juros sobre os preços agrícolas, nem todos os estudos incluem esta variável na análise. Adicionalmente a revisão reforça a importância de estudos nesta área.

Além da crescente atenção direcionada ao setor sucroenergético, tal estudo justifica-se ainda pela possibilidade de aplicação da metodologia a outras cadeias agroindustriais.

3 METODOLOGIA

Os principais aspectos econômicos do setor sucroenergético nacional e internacional já foram apresentados, e nesta seção serão expostos os aspectos relacionados ao modelo específico, à metodologia e aos dados utilizados.

O modelo econômico para especificação do preço do açúcar internacional foi desenvolvido com base em Frankel (1984) e Barros (2010) e o modelo para especificação do preço doméstico do açúcar e preço do etanol refere-se à Barros (2009).

3.1 Determinação do preço de *commodities*: ampliando para o preço internacional do açúcar

Barros (2010) discute os fatores macro e microeconômicos que influenciam os preços das *commodities*.

Para analisar os fatores microeconômicos, Barros (2010) considera uma economia com dois bens: *commodity* e manufaturado. Focando inicialmente o mercado da *commodity*, supõe-se que o produto tem preço flexível, ou seja, o preço está em permanente equilíbrio, se adaptando às variações de oferta e demanda. A oferta A_t^s é dada pelo produto do volume de recursos produtivos utilizados (N_t) vezes a produtividade total desses recursos (H_t):

$$A_t^s = N_t H_t \quad (1)$$

sendo o volume de recursos dependente do preço real de *commodity* $\left(\frac{P_t}{\Phi_t}\right)$, com Φ sendo o nível geral de preços :

$$N_t = N_0 \left(\frac{P_t}{\Phi_t}\right)^\beta \quad (2)$$

e β é a elasticidade da oferta de recursos produtivos à produção de *commodity*.

A produtividade H_t é determinada exogenamente. O índice geral de preço da economia, Φ_t , é uma média ponderada dos preços setoriais P da *commodity* e Q da manufatura:

$$\Phi_t = P_t^\alpha \cdot Q_t^{1-\alpha}$$

e em logaritmos²⁹

$$\phi_t = \ln \Phi_t = \alpha p_t + (1 - \alpha) q_t \quad (3)$$

A oferta em log agora é:

$$a_t^s = n_0 + \beta p_t - \beta \phi_t + h_t \quad (1')$$

A demanda pela *commodity* é uma função do preço, da renda real e da taxa juros real, aproximada por $\left(\frac{1+i_t}{1+\mu}\right)$, sendo μ a taxa de inflação esperada. A demanda total é dada pela soma logarítmica da demanda para consumo corrente e para consumo futuro – ou seja, para estoque³⁰. Podemos representá-la, portanto, por.

$$A_t^d = A_0 \left(\frac{P_t}{\Phi_t}\right)^{-\gamma} \cdot \left(\frac{Y_t}{\Phi_t}\right)^{\gamma} \cdot \left(\frac{1+i_t}{1+\mu}\right)^{-\omega} \quad (4)$$

ou em log³¹:

$$a_t^d = a_0 - \gamma p_t + \gamma \phi_t + \gamma y_t - \omega \cdot (i_t - \mu_t) \quad (4')$$

sendo y a renda real.

²⁹ Representado por letras minúsculas.

³⁰ A inspiração quanto ao impacto dos juros está, em linhas gerais, nos modelos de Wright & Williams (1984), entre outros, em que o volume a estocar é aproximadamente uma proporção do volume disponível (produção corrente mais estoque inicial); essa proporção varia inversamente ao custo de armazenagem, com destaque aos juros. Para facilitar nossa modelagem, o volume a ser estocado é somado à demanda corrente, que equivaleria alternativamente a sua subtração do volume produzido.

³¹ Usamos a aproximação $\ln(1+i) \cong i$ e $\ln(1+\mu) \cong \mu$.

Considerando-se a condição de equilíbrio ($a_t^d = a_t^s$):

$$\bar{p}_t = \frac{1}{\beta + \gamma} [(a_0 - n_0) + \gamma y_t - \omega \cdot (d_t - \mu_t) + (\beta + \gamma) \cdot \phi_t - h_t] \quad (5)$$

Seguindo agora a pressuposição de Frankel (1984), admitimos equilíbrio contínuo no mercado de *commodity* para dadas condições relativas a outras variáveis. A partir de (5) e mantendo inalteradas as demais variáveis temos:

$$d \bar{p}_t = -\frac{\omega}{\beta + \gamma} di_t \quad (5')$$

Verifica-se que uma redução no juros vai elevar o preço de equilíbrio no mesmo momento, conforme representado na Figura 23:

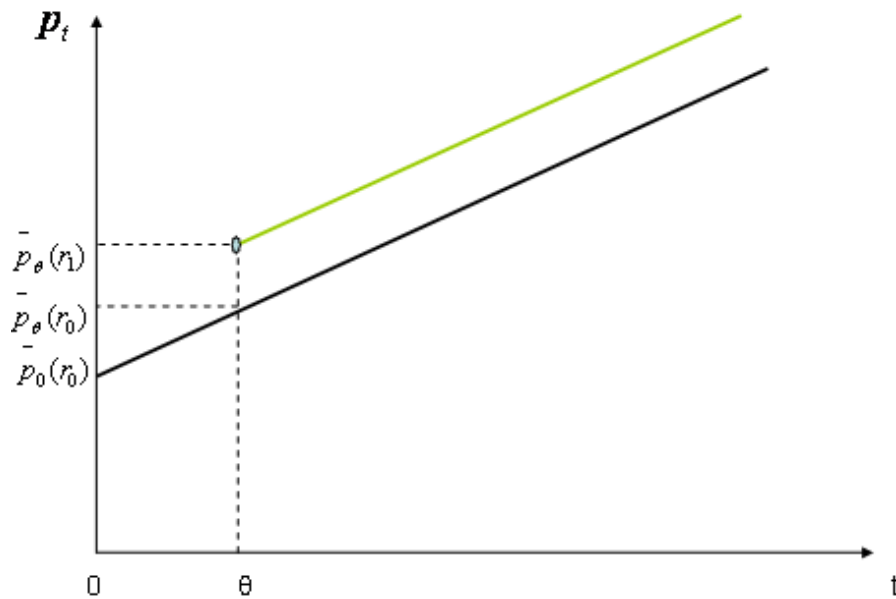


Figura 23- Efeito da redução dos juros sobre os preços no longo prazo

Fonte: Barros (2010).

Ademais, em qualquer momento t , para prosseguir a estocagem, temos que entre t e $t+1$:

$$\dot{p}_t^e = E_t(p_{t+1}) - p_t = i_t \quad (6)$$

onde $\dot{p}_t^e$ é taxa esperada de crescimento de P . Ignora-se, como antes, outros custos de estocagem, além dos juros.

Ainda de acordo com Frankel (1984), a manufatura tem preço q rígido que se ajusta de acordo com o desequilíbrio no mercado, dados custos esperados e inflação esperada no longo prazo, que é igual à taxa esperada média de crescimento da oferta de moeda (u) ³². Essa rigidez no mercado de manufaturas impede que os preços relativos se ajustem instantaneamente. O mercado de manufaturas pode ficar em desequilíbrio, que tende a ser eliminado, ao longo do tempo, sob condições de estabilidade. O mercado de *commodity* estará sempre em equilíbrio (oferta igual à demanda), condicionado evidentemente ao preço em vigor a cada momento no mercado de manufatura. Assim, se p for de equilíbrio mas q não, o ajuste em q altera o nível geral de preço ϕ e logo p , como se nota em (5).

Supomos que p se ajuste da seguinte forma:

$$p_{t+1} - p_t = -\Omega \cdot (p_t - \bar{p}_t) + r_t + \mu_t \quad (7)$$

onde $\bar{p}_t$ é o preço de equilíbrio. Assim, se $p_t < \bar{p}_t$ espera-se uma queda de preço para o próximo período pois $E_t([p_{t+1}] < \bar{p}_t)$. Não havendo tal desequilíbrio (ou seja, se $p_t = \bar{p}_t$), então p crescerá à taxa nominal de juros de longo prazo $(r_t = r_t + \mu_t)$.

Sob expectativas racionais $E_t([p_{t+1}] = p_{t+1})$, ou seja, o preço esperado para $t+1$ é aquele que equilibra (instantaneamente) o mercado. Considerando (6) e (7), temos que a variação de preços entre t e $t+1$ deve ao mesmo tempo igualar-se à taxa de juros e ao movimento necessário de ajuste:

³² $\dot{q}_t = \pi(y_{mt}^d - y_{mt}^*) + g_t + \mu_t$ onde q_t é o preço da manufatura em t ; y_m^d e y_m^* são quantidades demandada em t e produzida no longo prazo, respectivamente. Incluímos o fator g correspondendo a mudanças permanentes nos custos, devido à tecnologia, a ser transferida para preços.

$$i_t = -\Omega \cdot [p_t - \bar{p}_t] + r_t + \mu_t \quad (8)$$

e, logo,

$$p_t = \bar{p}_t - \frac{1}{\Omega} \cdot [(i_t - \mu_t) - r_t] \quad (9)$$

Usando a expressão para o preço de equilíbrio em (5):

$$p_t = \frac{1}{\beta + \gamma} [(a_0 - n_0) + \gamma y_t - \omega \cdot (i_t - \mu_t) + (\beta + \gamma) \cdot \phi_t - h_t] - \frac{1}{\Omega} [(i_t - \mu_t) - r_t] \quad (10)$$

$$p_t = \phi_t + \frac{1}{\beta + \gamma} [(a_0 - n_0) + \gamma y_t - \omega \cdot (i_t - \mu_t) - h_t] - \frac{1}{\Omega} [(i_t - \mu_t) - r_t] \quad (10')$$

Percebe-se que o preço da *commodity* acompanha o índice geral de preço (ϕ), podendo excedê-lo, por exemplo, caso a produtividade caia ou a renda real aumente.

Desta feita, nota-se que, considerando a falta de equilíbrio no mercado de manufatura e o conseqüente movimento no mercado de *commodity*, um aumento na taxa de juros i_t produzirá a seguinte variação em p_t

$$dp_t = - \left[\frac{w}{\beta + \gamma} + \frac{1}{\Omega} \right] di_t \quad (11)$$

Em resumo temos que uma queda nos juros (de i_0 para i_1) em t vai:

1. aumentar o preço da *commodity* em t (e nos demais períodos enquanto perdurar os juros maiores) pelo montante $d\bar{p}_t = - \frac{w}{\beta + \gamma} di_t$ em decorrência do barateamento da estocagem;
2. aumentar ainda mais o preço (em t apenas) pelo montante $dp_t = - \frac{1}{\Omega} di_t$ para compatibilizar a necessidade de o preço crescer em valor igual a taxa (menor) de juros.

A segunda parte é chamada de *overshooting* do preço associado variação no juro. Trata-se de variação no preço em excesso ao que o ajuste ao equilíbrio demandaria (dado em (1)).

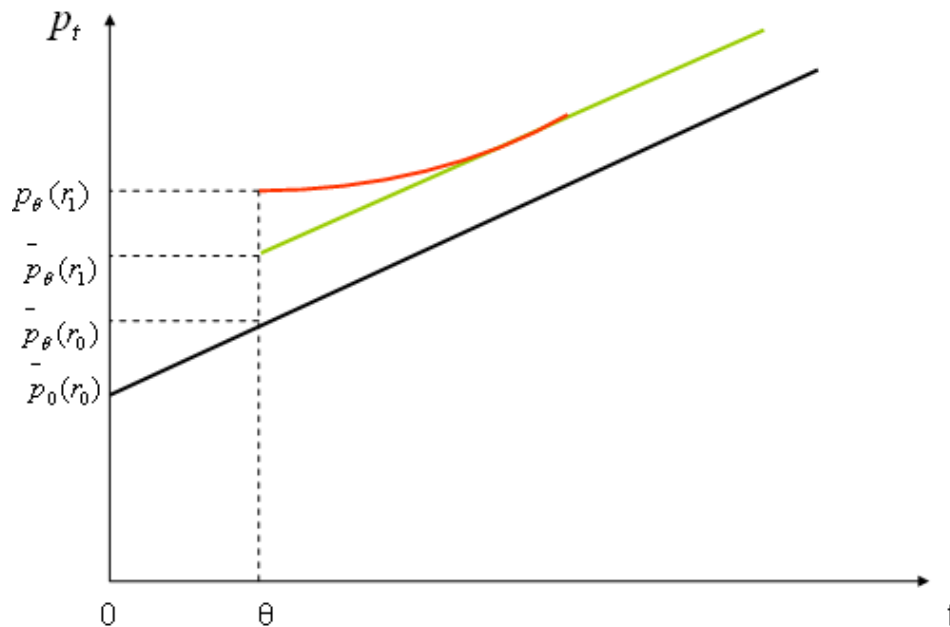


Figura 24- Efeito do *Overshooting* de preços face a redução dos juros

Fonte: Barros (2010).

Macroeconomicamente, Barros (2010) considera os efeitos monetários e cambiais dentro de uma conjuntura internacional.

Consideramos o mercado de moeda em equilíbrio contínuo:

$$M_t^s = M_t^d$$

$$M_t^s = M_t$$

$$M_t^d = \Phi_t Y_t^\theta l_t^{-\rho}$$

Onde $Y = Y_c^\alpha \cdot Y_m^{1-\alpha}$ é produto total dado pela média ponderada da produção de *commodity* e manufatura. Os parâmetros $\theta > 0$ e $-\rho < 0$ são elasticidades de demanda de moeda. Em logaritmos o equilíbrio será:

$$m_t = \phi_t + \theta y_t - \rho i_t$$

e logo

$$\phi_t = m_t - \theta y_t + \rho i_t$$

que levado para (10')

$$p_t = m_t + \frac{1}{\beta + \gamma} \{ (a_0 - n_0) + [\gamma - \theta(\beta + \gamma)]y_t - [\omega - \rho(\beta + \gamma)] \cdot i_t + \omega \mu_t - h_t \} - \frac{1}{\Omega} [(i_t - \mu_t) - r_t] \quad (12)$$

Conclui-se de (12) que um aumento, por exemplo, em m causará:

- a) aumento proporcional em p se e somente se
 - i. não ocorrer variação em i e y ; ou seja, todo o aumento em m é absorvido por ϕ e;
 - ii. também, não provocar alteração na taxa de crescimento da oferta de moeda (μ).
- b) anterior acrescido de impacto que possa causar em y que eleve a demanda por *commodity*, impacto esse que depende do balanço entre
 - i. efeito direto da renda (γ) sobre a demanda por *commodity*;
 - ii. efeito indireto do aumento na renda elevando os juros e reduzindo a demanda por *commodity* [$\theta(\beta + \gamma)$].
- c) anterior acrescido de mais o impacto da queda dos juros i , desdobrado em
 - i. aumento da demanda por armazenagem (ω) e, portanto, p ;
 - ii. redução do impacto inflacionário³³ (ρ) e de seu repasse a p ;

³³ Enquanto um aumento em m produzir queda em i , aumenta-se y (produto ofertado) e a inflação fica reduzida.

- iii. aumento em p necessário para compatibilizar o movimento intertemporal de preços $\left(\frac{1}{\alpha}\right)$.
- d) anterior acrescido de possível impacto de aumento em m resultar em aumento em $\mu(\omega)$ reduzindo impacto em p via taxa real de juros (ω) .

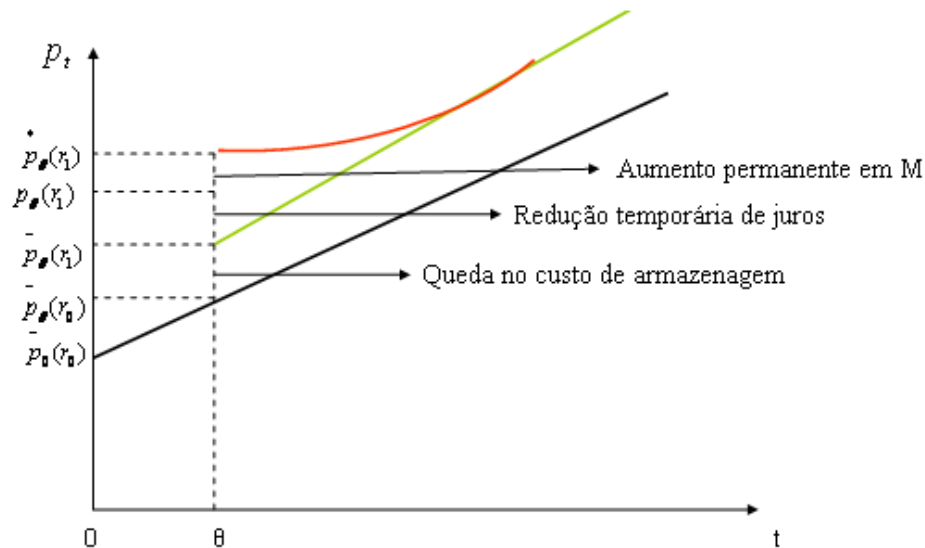


Figura 25- Composição do efeito da redução dos juros sobre os preços

Fonte: Barros (2010).

Barros (2010) considera que existe comércio (exportação) de um determinado país para o resto do mundo. Considera também que no resto do mundo se forma o preço da *commodity* da forma exposta anteriormente para uma economia qualquer. Tratamos aqui de como se estabelece o preço no país em questão. Admitimos que o volume exportado por esse país não afeta o preço internacional e que sua taxa de câmbio país determina-se no mercado.

Segundo o economista inglês Jevons (1871), “*In the same open market, at any moment, there cannot be two prices for the same article*”. A Lei do Preço Único tem sido a base para análise de preços de *commodities*: uma vez convertidos a uma mesma moeda, as *commodities* serão negociadas pelo mesmo preço. Para Officer (1986) a Lei se verificaria num mercado perfeitamente competitivo através do processo de arbitragem. Assim, se P_t for o preço num determinado país tomador de preços, P_t^* for o preço no resto do mundo (RDM), expresso em

moeda estrangeira (dólar, por exemplo) e E a taxa de câmbio (preço da moeda estrangeira em termos da moeda doméstica³⁴), teremos que:

$$P_t = P_t^* \cdot E \quad (13)$$

Em termos de logs:

$$p_t = p_t^* + e_t \quad (13')$$

Apesar da lógica do argumento, a Lei do Preço Único tem sido largamente questionada quando submetida a análise empírica. Miljkovic (1999) aponta possíveis razões para esses questionamentos: (a) prática de *pricing to market*, ou seja, discriminação de mercados de acordo com elasticidades de demanda do país importador; (b) riscos cambiais, (c) separação geográfica dos mercados e conseqüentes custos de transação.

Aqui nos concentramos nas conseqüências do processo de ajustamento diferenciado de preços de *commodities* e manufaturas sobre a vigência da Lei.

Para sintetizar os argumentos para o ajustamento não instantâneo da taxa de câmbio, recorreremos aos argumentos de Dornbush (1976). As seguintes hipóteses são adotadas:

$$\begin{aligned} \dot{p}_c &= i \\ \dot{p}_t^* &= i^* \\ e_t &= i - i^* \end{aligned} \quad (14)$$

Assim, como mostram as duas primeiras condições, supomos que os preços em moeda doméstica e estrangeira se ajustam às taxas de juros vigentes nos respectivos mercados. A terceira condição decorre da pressuposição de perfeita substituição entre ativos financeiros nacional e estrangeiro: para investir na moeda doméstica é mister que haja uma expectativa de que ela se

³⁴ Por exemplo, se um país for o Brasil e a moeda estrangeira for o dólar, a taxa de câmbio será expressa em reais por dólar.

desvalorize em montante igual ao diferencial das taxas de juros doméstica e estrangeira. As condições em (14) são compatíveis com (13').

Supomos ainda que os ajustes nas três variáveis se processem das seguintes formas:

$$\begin{aligned}\dot{P}_t &= -\Omega_D (P_t - \bar{P}_t) + r_t + \mu_t \\ \dot{P}_t^* &= -\Omega_D^* (P_t^* - \bar{P}_t^*) + r_t^* + \mu_t^*\end{aligned}\quad (15)$$

$$\dot{e}_t = -\lambda (e_t - \bar{e}_t)$$

Antes de avançarmos, vale considerar o estabelecimento da taxa de câmbio de equilíbrio. Trata-se da taxa que prevaleceria sob vigência da Lei de Paridade Cambial:

$$\bar{e}_t = \bar{e}_0 + \bar{\phi}_t - \bar{\phi}_t^* \quad (16)$$

em que a taxa de câmbio de equilíbrio de um país cresce (ou seja, se desvaloriza) a partir de um valor inicial em proporção direta à evolução do preço médio Φ doméstico (de equilíbrio) e indireta em relação ao preço Φ^* externo.

Então se supusermos que o nível de preço de equilíbrio em cada região corresponde à respectiva oferta monetária esperada:

$$\bar{e}_t = \bar{e}_0 + m_t - m_t^* \quad (16')$$

Usando (14) e as expressões em (15) correspondentes para o preço externo e taxa de câmbio:

$$p_t = \bar{p}_t - \frac{1}{\Omega_D} [(i_t - \mu_t) - r_t]$$

$$p_t^* = \bar{p}_t^* - \frac{1}{\Omega} [(i_t^* - \mu_t^*) - r_t^*] \quad (17)$$

$$e_t = \bar{e}_t - \frac{1}{\lambda} (i_t - i_t^*)$$

Agora retomamos a condição de arbitragem dada em (13) para p_t e usamos a expressão para $\bar{p}_t$ em (17):

$$p_t = \left\{ \bar{p}_t^* - \frac{1}{\Omega} [(i_t^* - \mu_t^*) - r_t^*] \right\} + \left\{ \bar{e}_t - \frac{1}{\lambda} (i_t - i_t^*) \right\}$$

Retomando (12) para o preço externo e (16'):

$$p_t = m_t + \frac{1}{\beta^* + \gamma^*} \{ (a_0^* - n_0^*) + [\gamma^* - \theta^* (\beta^* + \gamma^*)] \gamma_t^* - [\omega^* - \rho^* (\beta^* + \gamma^*)] \cdot i_t^* + \omega^* \mu_t^* - h_t^* \} - \frac{1}{\Omega} [(i_t^* - \mu_t^*) - r_t^*] + \left[\bar{e}_0 + m_t - m_t^* - \frac{1}{\lambda} (i_t - i_t^*) \right] \quad (18)$$

$$p_t = m_t + \bar{e}_0 + \frac{1}{\beta^* + \gamma^*} \left\{ (a_0^* - n_0^*) + [\gamma^* - \theta^* (\beta^* + \gamma^*)] \gamma_t^* - \left[\omega^* - \rho^* (\beta^* + \gamma^*) + \frac{1}{\Omega} - \frac{1}{\lambda} \right] \cdot i_t^* + \left(\omega^* + \frac{1}{\Omega} \right) \mu_t^* - h_t^* \right\} + \frac{1}{\Omega} r_t^* - \frac{1}{\lambda} i_t^* \quad (19)$$

A expressão (19) indica que o preço doméstico de um país tomador de preços no mercado externo:

- a) varia proporcionalmente à oferta monetária interna
 - i. varia em razão de alterações na renda externa (y^*) por causa do impacto que possa causar na demanda por *commodity*, impacto esse que depende do balanço entre
 - ii. efeito direto da renda (γ^*) sobre a demanda por *commodity*
 - iii. efeito indireto do aumento na renda elevando os juros e reduzindo a demanda por *commodity* [$\theta^* (\beta^* + \gamma^*)$]
- b) varia em razão de variações dos juros i^* , desdobrado em efeitos sobre

- i. a demanda por armazenagem (ω^*)
 - ii. impacto inflacionário (ρ) e de seu repasse a p^*
 - iii. menor queda de p^* necessária para compatibilizar o movimento intertemporal de preços ($\frac{1}{\Omega}$)
 - iv. impacto sobre a taxa de câmbio³⁵
- c) varia em razão de variações em μ (ω^*) reduzindo impacto em p^* via taxa real de juros (ω^*)
- d) varia em razão de alterações na taxa doméstica de juros (i) através de seu efeito no câmbio

3.2 Relação de preços do açúcar e do etanol

Apresenta-se um modelo de alocação da cana entre seus dois derivados: etanol e açúcar, seguindo o desenvolvimento feito por BARROS (2009). Os pressupostos do modelo desenvolvido por Barros (2009) podem assim ser descritos:

- a) a cadeia produtiva sucroenergética é formada por empresas que produzem cana e a transformam em seus derivados (açúcar e etanol) com coeficientes fixos e iguais para todas as empresas;
- b) as empresas não influenciam individualmente os preços de mercado do açúcar e do etanol, ou seja, as empresas são tomadoras de preços;
- c) o açúcar, além de ser vendido internamente, é exportado e seu preço é determinado pela transformação do preço em dólares para reais à taxa de câmbio de mercado;
- d) o etanol é consumido todo internamente e seu preço depende da oferta doméstica;
- e) os custos médios da produção de cana são crescentes no intervalo relevante; os custos de processamento do açúcar e do etanol são fixos e iguais para todas as empresas;
- f) não são considerados estoques de açúcar e etanol no Brasil;

³⁵ No tocante ao efeito cambial, poderia ser considerado ainda o impacto que mudanças nas taxas cambiais dos principais países que atuam no mercado podem ter na renda real desses países. Por exemplo, as *commodities* tendem a ser cotadas em dólares americanos e, logo, quando esse se desvaloriza, há uma apreciação relativa das demais, o que fortalece o poder de compra dos outros países. O conseqüente aumento de renda real deles eleva a demanda mundial e tende a aumentar o preço da *commodity* em dólares.

g) a produção de cana num ano qualquer depende dos preços dos anos anteriores.

De acordo com a Teoria da Firma, o lucro de uma empresa é dado pela diferença entre a receita total e os custos de produção. No setor sucroenergético define-se o lucro π_i de cada empresa i como:

$$\pi_i = PAC * AC_i + PET * ET_i - cCAN_i - \beta AC_i - \gamma ET_i \quad (20)$$

onde PAC e PET são os preços de mercado do açúcar e do etanol (em reais por ATR); PAC é tomado como determinado no mercado internacional e PET é afetado pelo volume de etanol colocado no mercado interno. AC_i , ET_i e CAN_i são os volumes produzidos de açúcar, etanol e cana (em ATR) pela empresa i . O custo médio por ATR da cana é dado por $c = \frac{C}{CAN}$; os coeficientes β, γ são os custos unitários (por ATR) constantes de produção de açúcar e etanol. Os volumes e preços referem-se, portanto, a ATR.

Assim, supõe-se que o lucro da cadeia produtiva pode ser definido como um somatório dos lucros de i firmas:

$$\pi = \sum_{i=1}^N \pi_i = \sum_{i=1}^N PAC * \sum_{i=1}^N AC_i + PET * \sum_{i=1}^N ET_i - c \sum_{i=1}^N CAN_i - \beta \sum_{i=1}^N AC_i - \gamma \sum_{i=1}^N ET_i$$

Simplificadamente:

$$\pi = PAC * AC + PET * ET - cCAN - \beta AC - \gamma ET \quad (21)$$

Açúcar e etanol são produzidos a partir da cana de acordo com a função de produção:

$$AC = \lambda CAN_{AC}$$

$$ET = \theta CAN_{ET}$$

onde λ e θ são os coeficientes técnicos e representam a taxa de conversão de ATR da cana em ATR de açúcar e etanol³⁶; CAN_{AC} e CAN_{ET} são os volumes de cana destinados a cada subproduto. Logo:

$$CAN = CAN_{AC} + CAN_{ET} = \frac{1}{\lambda} AC + \frac{1}{\theta} ET \quad (22)$$

Graficamente representa-se a função de transformação como na Figura 26: se toda cana for transformada em açúcar resultam λCAN ; ao contrário – se toda cana for para a fabricação de etanol resultarão θCAN . A inclinação da linha de transformação de açúcar em etanol é $-\frac{\lambda}{\theta}$.

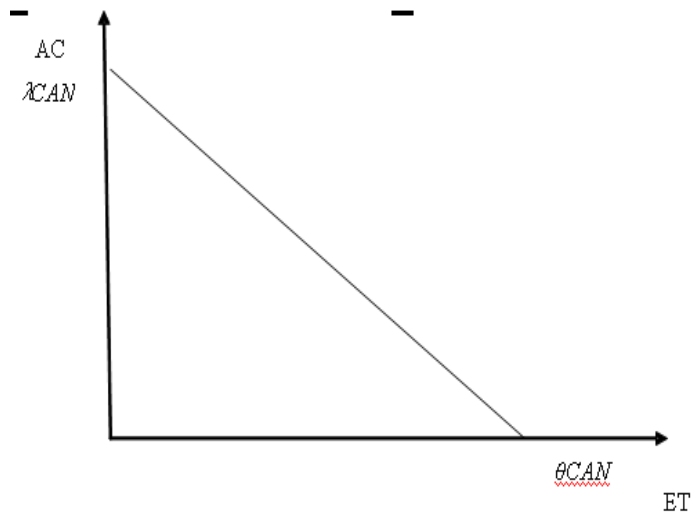


Figura 26 - Curva de transformação entre açúcar e etanol

Fonte: Barros (2009)

Usando-se (22) reescreve-se (21) como:

$$\pi = PAC * AC + PET * ET - c \left(\frac{1}{\lambda} AC + \frac{1}{\theta} ET \right) - \beta AC - \gamma ET \quad (21')$$

Maximizando-se (21'), para obtenção do preço, obtém-se:

$$\frac{\partial \pi}{\partial AC} = PAC - \left(\frac{c}{\lambda} + \beta \right) = 0$$

³⁶ Os valores desses parâmetros são aproximadamente: $\lambda = 0,96$ e $\theta = 0,59$ (CONSECANA, 2009).

$$\frac{\partial \pi}{\partial ET} = PET - \left(\frac{c}{\theta} + \gamma \right) = 0$$

ou:

$$\frac{PAC}{PET} = \frac{\theta(c + \lambda\beta)}{\lambda(c + \theta\gamma)} = \phi \quad (23)$$

Portanto, ϕ é relação ótima de preços entre açúcar e etanol no mercado interno. Na Figura 27, a inclinação da reta que sai do cruzamento dos eixos indicativos dos preços é ϕ . Considerando que todos os parâmetros são maiores que zero, verifica-se a relação direta entre os preços. Como θ e λ são constantes, a inclinação dependerá da relação entre os custos unitários industriais da produção de açúcar e etanol.

Considerando que estes produtos competem entre si no processo produtivo (mix de produção), o aumento na produção de açúcar, tudo o mais constante, ocasiona redução na produção de etanol, o que faz com que o preço do etanol também suba.

Adicionalmente, conforme pressuposição do modelo, pode-se dizer que:

$$PAC \equiv tc.PAC^* \quad (24)$$

onde PAC^* é o preço externo (em dólares) e tc é taxa de câmbio (real/dólar). No gráfico (Figura 27), este preço determina a produção de açúcar e etanol. Tem-se que OET_0 de etanol e OAC_0 de açúcar serão produzidos.

O volume de cana de açúcar é determinado com base no valor esperado em $(t-1)$ para o período t . Logo, para determinar o volume de cana produzido anualmente, considera-se:

$$CAN_t = \alpha + \eta P_t^e \quad (25)$$

em que P_t^e é o valor da unidade de ATR na cana esperado para t no período $(t-1)$ e α a parcela produzida de cana, independente da expectativa de preços. Ainda mais, P_t^e é uma média ponderada dos valores observados no passado, cujos pesos decrescem com o tempo e .

$$P_t^g = \sum_{j=0}^T \rho (1 - \rho)^j P_{t-j-1} \quad (26)$$

sendo $0 < \rho < 1$. Em qualquer ano, o valor da cana é calculado como o valor dos seus derivados menos os custos de processamento.

$$P_t = PAC * AC + PET * ET - \beta AC - \gamma ET \quad (27)$$

Assim, o valor predeterminado da cana define, via (25), o volume a ser produzido de cana, que na Figura 26 corresponde à ordenada (quando expressa em açúcar) e à abscissa (quando expressa em etanol) da curva de transformação.

Logo, o lucro esperado ao produzir cana é dado por:

$$\pi_t^g = E_{t-1} \pi_t = (P_t^g - c) CAN_t \quad (28)$$

cuja maximização se dá pela observância da condição de primeira ordem:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_t^g}{\partial CAN_t} &= P_t^g - c - \frac{\partial \left(\frac{C}{CAN} \right)}{\partial CAN} CAN_t = P_t^g - c - \frac{\frac{\partial C}{\partial CAN} CAN - C}{CAN^2} CAN_t \\ &= P_t^g - c - c' + c = P_t^g - c' = 0 \end{aligned} \quad (29)$$

onde $c' = \frac{\partial C}{\partial CAN}$ é custo marginal da produção de cana. Conclui-se que o volume de cana a ser produzido em t é aquele para o qual o valor esperado da cana (para esse período) é igual ao custo marginal.

Assim, na Figura 27, determinado CAN para t , aloca-se seus ATR entre etanol e açúcar em função dos preços e custos relativos, sabendo-se que o preço do açúcar é determinado exogenamente (2º quadrante). A demanda interna de etanol (1º quadrante) determinará o volume necessário do combustível para que os preços relativos sejam observados, e a quantidade produzida de etanol. Projetando esta quantidade na curva de transformação entre açúcar e etanol (4º quadrante), será dada a quantidade produzida de açúcar, de acordo com a produção de etanol.

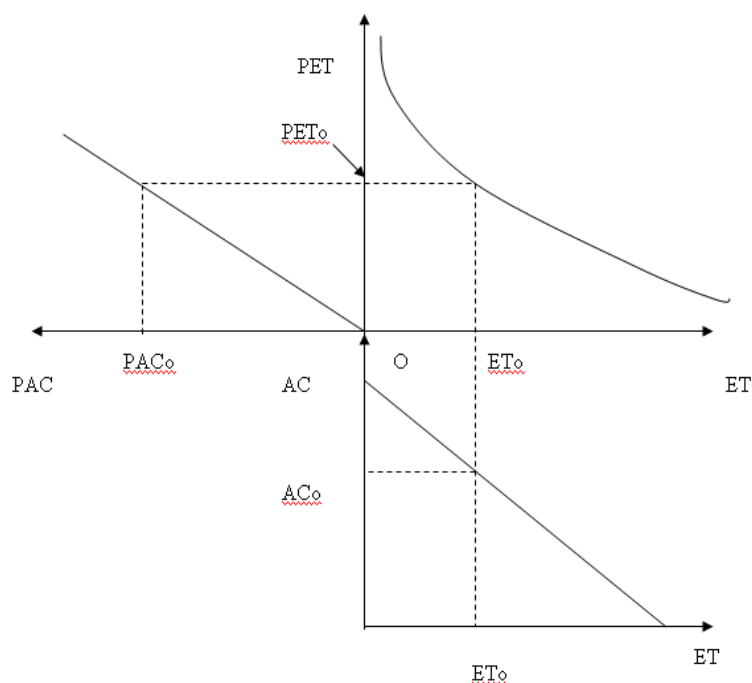


Figura 27 – Determinação da proporção de açúcar e etanol dada a produção de cana

Fonte: Barros (2009).

A análise poderia começar pela curva de transformação entre açúcar e etanol, de acordo com a expectativa de preços desses produtos.

Na Figura 28, acrescenta-se a demanda doméstica de açúcar e, ao mesmo tempo, seu volume exportado. Consideremos que o preço do açúcar no mercado doméstico em R\$ (dado pelo preço do açúcar internacional atualizado pela taxa de câmbio) seja de PAC_0 . A este nível de preço, o preço do etanol será de PET_0 e a quantidade direcionada para produção de etanol será de ET_0 . Projetando estes valores na curva de transformação entre etanol e açúcar a quantidade produzida de açúcar será dada por AC_0 . Transpondo este valor no quadrante em que há a demanda por açúcar, temos que: a) AC_0 é a quantidade total de açúcar produzida; b) a área delimitada pelos pontos PAC_0 -O-B-C refletiria o valor da produção direcionado ao mercado interno e c) a área delimitada B-C-D- AC_0 compreenderia o açúcar (preço versus quantidade) direcionado ao mercado externo.

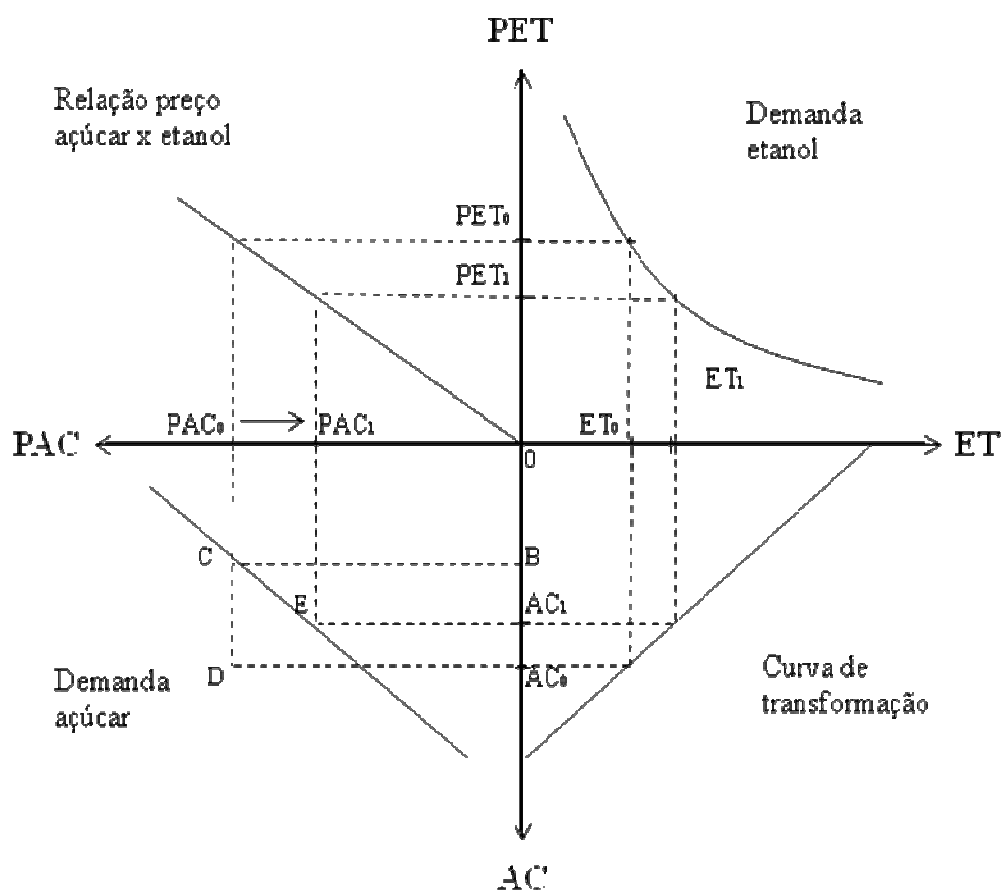


Figura 28 – Determinação dos volumes de açúcar exportado e consumido internamente

Fonte: Barros (2009).

Suponha agora uma queda no preço do açúcar, de PAC_0 para PAC_1 . Ao novo nível de preços, o etanol passaria a ter seu preço em PET_1 . Projetando na curva de demanda do etanol, a quantidade produzida de etanol seria de ET_1 e a de açúcar de AC_1 . Neste caso não haveria excedente para exportação, e todo o açúcar seria direcionado ao mercado interno (faturamento do setor delimitado pelos pontos PAC_1 -0- AC_1 -E).

3.3 Procedimentos econométricos

Com o intuito de se alcançar os objetivos apresentados, o modelo proposto será testado por meio da aplicação de Vetores auto-regressivos- VAR, com a análise da função impulso resposta e decomposição da variância tradicional e histórica.

A aplicação desta metodologia exige que as séries sejam estacionárias, uma vez que o uso de variáveis não estacionárias pode conduzir à estimação de regressões espúrias (Gujarati, 2006).

Um processo estocástico Y_t é dito estacionário se sua média e variância são constantes e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da distância do tempo que separa os dois valores e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada. Por conseguinte, a média, variância e covariância permanecem as mesmas, independentemente do período de tempo em que são medidas (Enders, 2004).

O teste de estacionariedade, por meio do teste de raiz unitária, foi inicialmente proposto inicialmente por Fuller (1976) e Dickey e Fuller (1981). Em 1987, Dickey e Pantula apresentaram um novo teste, o qual tinha como vantagem a possibilidade da identificação de raízes unitárias múltiplas na série.

Nesta pesquisa, as séries foram inicialmente testadas pelo testes de Dickey-Fuller aumentado- ADF, conforme procedimento proposto por Enders (2004). Como o teste indicou a necessidade de inserção de termos deterministas em algumas séries, as mesmas foram adicionalmente testadas pelo teste Dickey-Fuller Generalized Least Square - DF- GLS. Este teste foi idealizado por Elliot, Rothenberg e Stock (1996), que propuseram uma forma alternativa para estimativa de modelos com constante e tendência, com estimação por meio de mínimos quadrados generalizados. Como os resultados deste teste estão praticamente sobre a curva de máxima potência³⁷, o mesmo tem sido mais comumente utilizado em períodos recentes. Simplificadamente, poderia dizer que o teste DF- GLS extrai os termos deterministas da serie Y_t , gerando assim um resíduo y_t^d .

Após realização do teste de raiz unitária, procede-se (em caso de necessidade) à diferenciação das séries, com intuito de torná-las estacionárias. Se a série for diferenciada e sua primeira diferença for estacionária, a série é integrada de ordem 1 ou $I(1)$, a série apresenta uma

³⁷ A curva de máxima potencia (envelope de poder) é apenas uma curva teórica (obtida por meio de simulação para diferentes valores de H_a), usada como limite teórico para avaliar os testes existentes.

raiz unitária. Se para se tornar estacionária ela precise ser diferenciada duas vezes, a série é integrada de ordem 2 ou $I(2)$. Em suma, uma série estacionária após d diferenças é chamada integrada de ordem d ou $Y_t \sim I(d)$.

Quando as séries são estacionárias, aplica-se o VAR estrutural. Em caso negativo, é preciso verificar se as séries são cointegradas. Se as séries não forem cointegradas, é possível aplicar um VAR na primeira diferença. Contudo, em caso de cointegração, é preciso fazer estimativa do modelo por meio do Mecanismo de Correção de Erro- VEC, com inserção dos vetores de cointegração.

3.3.1 Testes de raiz unitária

A definição correta do modelo a ser empregado no teste ADF (incluindo ou não termos deterministas) foi feita adotando-se o procedimento proposto por Enders (2004), no qual, três tipos de modelos são estimados em sequência: o primeiro, com constante e tendência, o segundo apenas com constante e o terceiro, sem constante e sem tendência³⁸:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (30)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (31)$$

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (32)$$

onde ε_t é o ruído branco e $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$.

A hipótese testada para verificação da presença de raiz unitária é apresentada por $H_0: \gamma = 0$.

38 Inicia-se pelo modelo mais completo pois os testes DF são de baixa potência ou poder, ou seja, há uma tendência de aceitar hipótese nula quando é falsa. Se termos deterministas necessários forem omitidos, a potência do teste vai a zero.

As estatísticas $T\beta_\tau$, $T\alpha_\tau$ avaliam a significância dos coeficientes da variável tendência β e constante α no modelo completo (constante + tendência). Já a estatística $T\alpha_\mu$ avalia a constante α no modelo sem tendência. Adicionalmente, o teste considera as estatísticas T_τ, T_μ, T , as quais correspondem, respectivamente, aos coeficientes da variável defasada dos modelos (STADUTO et. al., 2004).

No teste Dickey-Fuller, o termo de erro ε_t era não correlacionado. O teste ADF é utilizado caso ε_t seja correlacionado. Adicionalmente, a principal diferença deste teste consiste na inclusão de valores defasados de ΔY_t .

Quanto ao número ótimo de defasagens será adotada a modelagem do tipo geral para o específico, em que a regressão estimada inclui certo número de defasagens, que são eliminadas continuamente até o coeficiente de a última defasagem apresentar-se não significativo.

Paralelamente, será utilizada a significância estatística do último *lag* em conjunção com os menores valores dos critérios de informação Akaike e Schawrtz.

$$AIC = T \ln(sqr) + 2n \quad (33)$$

$$SBC = T \ln(sqr) + n \ln(T) \quad (34)$$

em que n é o número de parâmetros estimados ($p + q + constante$), T é o número de observações utilizáveis e sqr é a soma do quadrado dos resíduos do modelo de defasagem p.

Adicionalmente a estes critérios, há ainda a estatística Q de Ljung e Box (1978) que pode assim ser representada:

$$Q = T(T + 2) \sum_{k=1}^s \frac{r_k^2}{T - k} \quad (35)$$

em que T é o número de observações utilizáveis, r_k é a autocorrelação para a defasagem k e s é o número de defasagens a serem testadas.

Será considerada ainda, análise dos correlograma dos resíduos no sentido de corroborar os resultados dos testes acima. Estes testes servem para determinar o número de defasagens necessárias para tornar os resíduos, ruídos brancos.

A função potência deste teste sem constante e sem tendência é muito próxima do envelope de poder. Entretanto, quando se inclui os termos deterministas a potencia do teste DF fica abaixo da fronteira. Segundo Elliot, Rothenberg e Stock (1996) essa perda de poder se deve à ineficiência do processo de estimação dos termos deterministas, que ocorre por MQO. Os termos deterministas são estimados simultaneamente e essa forma de estimação causa perda de poder porque, em geral, os termos deterministas B_0 e B_1 são independentes de Y_t .

Assim, Elliot, Rothenberg e Stock (1996) propuseram a utilização de MQG para extração da tendência, empregando o procedimento padrão ADF de teste de hipótese de DF. A estatística t é utilizada para testar a hipótese nula $\alpha = 0$, por meio da seguinte equação:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 Y_{t-1}^\mu + \sum_{i=2}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i}^\mu + \varepsilon_t \quad (36)$$

A equação é estimada por MQO, sendo que Y_t^μ é removido por MQG.

O número de defasagens é determinado pelo critério modificado MAIC, uma vez que os valores de AIC e SC tendem a selecionar valores baixos para defasagens quando se tem raízes unitárias negativas (próximas a -1).

3.3.2 Cointegração e modelo de correção de erro

Se as séries são cointegradas, é porque há uma relação de longo prazo ou de equilíbrio entre elas (GUJARATI, 2006). Em outras palavras, duas séries são ditas cointegradas se existe, entre elas, uma combinação linear estacionária ao longo do tempo de modo que o $\varepsilon_t \sim I(0)$. Variáveis com diferentes ordens de integração não podem ser utilizadas para se verificar a cointegração³⁹.

³⁹ Deste modo, é preciso realizar previamente o teste de Dickey- Fuller ou Dickey Fuller Aumentado, para verificar se as séries são integradas de mesma ordem.

No curto prazo, variáveis cointegradas sofrem desvios da relação de longo prazo, o que pode ser corrigido com aplicação de um modelo de correção de erro. Para evitar erros de especificação, as relações de equilíbrio de longo prazo devem ser incluídas no modelo (ISHII, 2008). No mesmo sentido, Gujarati (2006) ressalta que o termo de erro pode ser tratado como “erro de equilíbrio”, sendo usado para ligar o comportamento de curto prazo com o valor de longo prazo.

De acordo com a definição de Engle-Granger (1987), seja x_t um vetor $N \times 1$, x_t é dito cointegrado de ordem (d, b) ou $x_t \sim CI(d, b)$ se: a) todos os componentes de x_t são integrados de ordem d , tal que $d \rightarrow x_t \sim I(d)$; b) $\exists$ um vetor $\beta \neq 0$ tal que $\beta' x_t = z_t$ é integrado da ordem $(d - b)$ ou $\beta' x_t = z_t \sim I(d - b), b > 0$, β é vetor de cointegração.

Existem dois métodos principais para testar a cointegração das séries: o método de Engle-Granger (1987) e método de Johansen (1988). O método de Engle e Granger só permite estimar um vetor de cointegração e requer a classificação das variáveis em endógenas e exógenas.

O teste de Johansen parte de um VAR de ordem p e por meio do teorema de representação de Granger, estima-se um VEC. A vantagem desse teste consiste na possibilidade de se estimar n vetores de co-integração. Adicionalmente, todas as variáveis inclusas no modelo são exógenas, ao contrário do que se observa no teste de Engle e Granger.

Logo, optou-se pela escolha do método de Jonhasen para aplicação nesta pesquisa. O procedimento apresentado por Johansen (1988) não é nada mais que uma generalização multivariada do teste de Dickey-Fuller (ENDERS, 2004).

De forma simplificada, parte-se de um VAR (k):

$$x_t = \pi_1 \cdot x_{t-1} + \pi_2 \cdot x_{t-2} + \dots + \pi_k \cdot x_{t-k} + \varepsilon_t \quad (37)$$

$$\Delta x_t = \pi x_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} j i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (38)$$

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 + \dots + \pi_k - I$$

$$jI = \sum_{i=j}^k \pi_j$$

Em que: x_t e s_t são vetores (nx1); π é a matriz de parâmetros (nxn); I é uma matriz identidade, também (nxn).

A questão passa a ser $\pi = \alpha\beta'$? Conforme proposto em Enders (2004), o rank da matriz π é igual ao número de vetores de cointegração. Se o rank (π) = 0, toda a sequência $[\Delta x_{it}]$ é um processo de raiz unitária, portanto x_t é um processo integrado e o VAR nas diferenças é apropriado. Se a matriz apresenta posto completo (N), x_t é um processo estacionário e aplica-se o VAR em nível. Se o rank (π) = 1, existe um vetor de cointegração simples e a expressão πx_{t-1} é o termo de correção de erro. Se o posto da matriz está entre zero e N, existem r vetores de cointegração (múltiplos vetores de cointegração).

Logo, é preciso calcular o posto da matriz π . Em outras palavras, o posto da matriz π corresponde ao número de linhas ou colunas linearmente independentes, que é o mesmo que o número de raízes características diferente de zero. Os testes para verificar o número de raízes características que são não significativamente diferentes de zero são a estatística λ traço e a estatística λ máximo autovalor⁴⁰, conforme se segue:

A hipótese nula de que existem r vetores de cointegração, ou $H_0: \lambda_1 \geq \lambda_r \geq \lambda_n \geq 0$.

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \widehat{\lambda}_i) \quad (39)$$

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \widehat{\lambda}_i) \quad (40)$$

Onde λ_i são os valores estimados das raízes características obtidas da matriz π estimada, T é o número de observações utilizadas. Para a determinação do número de defasagens necessárias, o critério será o de AIC ou SC.

⁴⁰ A estatística traço é a mais potente, e deve ser usada em caso de discrepância.

Se as séries forem cointegradas e a equação é um modelo de correção de erro, e pode ser representada tal como:

$$\Delta x_t = \alpha \beta' x_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} A_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (41)$$

Onde x_t é um vetor (nx1), tal que $x_t \sim I(1)$; β corresponde a matriz que contém os vetores de cointegração, sendo que $\beta' x_t \sim 0$; α é a matriz dos coeficientes de ajustamento e ε_t é vetor $\varepsilon_t \sim I(0)$.

3.3.3 Auto regressão vetorial - VAR

O método de vetores auto regressivo- VAR, proposto inicialmente por Sims (1980) é bastante utilizado em estudos macroeconômicos, assim como em estudos de economia agrícola. Como o próprio nome já sugere, neste método, cada variável está em função de seu valor defasado, e das defasagens das demais variáveis selecionadas, sendo todas endógenas ao modelo. Em outras palavras, Ishii (2008) menciona que o modelo VAR usual descreve os movimentos dinâmicos das variáveis endógenas por meio dos próprios valores passados.

Sims (1980) era contrário aos modelos de equações simultâneas, pois havia nestes, a exigência da classificação das variáveis em endógenas e exógenas, processo que ele considerava complexo e falho. Além disso, era preciso impor uma série de restrições nulas. No VAR, as variáveis passam a ser endógenas, e a única relação contemporânea entre as variáveis ocorre por meio dos choques aleatórios, ou resíduos.

Alves (2002) menciona que a vantagem do VAR consiste no reduzido grau de restrições teóricas sobre sua estrutura. As únicas exigências referem-se à: a) especificação das variáveis que interagem dentro do sistema b) determinação do número de defasagens necessárias para captação da dinâmica de interação entre as variáveis do modelo.

De acordo com procedimento padrão, o primeiro passo quando se usa este método, é verificar se o VAR é estacionário, o que é feito por meio dos testes de raiz unitária, anteriormente mencionados.

Para se determinar a ordem do VAR (p), ou seja, o número de defasagens das séries, podem ser utilizados os critérios de informação Schwarz-SIC, Akaike-AIC, Hannan-Quinn- HQ e, ou Phillips-Perron-PPE. A escolha do teste se dá de acordo com o modelo especificado e, ou preferência do pesquisador. O teste de SC e HQ são mais adequados quando se considera grandes amostras e AIC e PPE são melhores para utilização no VAR com previsão.

A descrição do método VAR foi tomada com base em Judge (1988). Um processo autoregressivo de ordem p, VAR (p), com M variáveis $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Mt})'$, pode assim ser definido:

$$y_t = \alpha + \Theta_1 y_{t-1} + \dots + \Theta_p y_{t-p} + v_t \quad (42)$$

Este sistema apresenta m equações, sendo que $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_m)'$ é um vetor m dimensional, Θ é uma matriz de coeficientes (MxM) e $v_t = (v_{1t}, \dots, v_{Mt})'$ tem média 0, $E[v_t] = 0$, e a mesma matriz não singular de covariâncias $\Sigma_v = E[v_t v_t']$, para todo t. Adicionalmente, v_t e v_s são não correlacionados para $t \neq s$.

A matriz Θ pode assim ser representada:

$$\Theta_t = \begin{bmatrix} \theta_{11,t} & \dots & \theta_{1M,t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \theta_{M1,t} & \dots & \theta_{MM,t} \end{bmatrix} \quad (43)$$

Os parâmetros de um VAR (p) podem ser estimados por MQO. Considerando a m-ésima equação do sistema recém descrito, temos:

$$y_{mt} = \alpha_m + \theta_{m1,1} y_{1,t-1} + \dots + \theta_{mM,1} y_{M,t-1} + \dots + \theta_{m1,p} y_{1,t-p} + \dots + \theta_{mM,p} y_{M,t-p} + v_{mt} \quad (44)$$

Assumindo a presença de T observações e p valores para cada uma das variáveis, os vetores abaixo podem ser definidos:

$$y^m = \begin{bmatrix} y_{m1} \\ y_{m2} \\ \vdots \\ y_{mT} \end{bmatrix}, y^m - i = \begin{bmatrix} y_{m,1-i} \\ y_{m,2-i} \\ \vdots \\ y_{m,T-i} \end{bmatrix}$$

Para $i = 1, \dots, p$ e $m = 1, \dots, M$. Em outras palavras, $y^m - i$ contém as variáveis do vetor y^m , defasadas em i períodos. Definindo $v^m = (v_{m1}, \dots, v_{mT})'$, a equação pode assim ser reescrita:

$$y^m = \alpha_m J + \theta_{m1,1} y^1_1 + \dots + \theta_{mM,1} y^M_1 + \dots + \theta_{m1,p} y^1_p + \dots + \theta_{mM,p} y^M_p + v^m$$

Em que J é um vetor composto por 1 ($T \times 1$). Na forma compacta o sistema pode assim ser escrito:

$$y^m = X\theta_m + v^m$$

Onde

$$X = [J, y^1_1, \dots, y^M_1, y^1_2, \dots, y^M_2, \dots, y^1_p, \dots, y^M_p]$$

e

$\theta_m = [\alpha_m, \theta_{m1,1}, \dots, \theta_{mM,1}, \theta_{m1,2}, \dots, \theta_{mM,2}, \dots, \theta_{m1,p}, \dots, \theta_{mM,p}]'$ é o vetor da m -ésima equação do sistema.

É possível observar que todas as M equações tem a mesma matriz de regressão X , portanto, na forma de sistema temos:

$$y = (I_m \otimes X)\theta + v$$

Onde $\otimes$ denota o produto de Kronecker. Considerando que v é um ruído branco, a matriz de variância e covariância pode ser expressa por $E[vv'] = \Sigma_v \otimes I_T$. Neste caso, o estimador de Mínimos Quadrados Generalizados é idêntico ao de Mínimos Quadrados- MQ. Isto equivale a estimar cada equação separadamente por MQ. Assim, sem perda de eficiência na estimativa, o estimador de MQ pode assim ser definido:

$$\hat{\theta}_m = (X'X)^{-1}X'y^m$$

Para o sistema completo, o estimador é:

$$\hat{\theta} = [I_m \otimes (X'X)^{-1} X']y$$

3.3.4 Função impulso-resposta

A aplicação da metodologia do VAR permite a análise da resposta ao impulso. Este recurso é utilizado para analisar o mecanismo de transmissão de choques aleatórios, chamados de impulso, sobre determinada variável. Esta variação em particular, é a resposta ao impulso.

$$x_t = \varepsilon_t + \Psi_1 \varepsilon_{t-1} + \Psi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \Psi_j \varepsilon_{t-j} \quad (45)$$

$$x_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Psi_j \varepsilon_{t-j}$$

$$x_{t+s} = \varepsilon_{t+s} + \Psi_1 \varepsilon_{t+s-1} + \Psi_2 \varepsilon_{t+s-2} + \dots + \Psi_j \varepsilon_{t+s-j} \quad (46)$$

A primeira derivada da equação Z_t em relação à ε_t mostra a resposta, ou a variação de x_{t+s} , dado um choque ε_j . Ou seja, mostra a trajetória da resposta da variável x_t ao choque ε_t para diferentes “s”.

A representação da função impulso resposta do VAR pode ser feita por meio de um vetor de médias móveis- VMA, em que y_t e z_t podem ser expressos em termos dos valores presentes e passado de ε_{1t} e ε_{2t} (Enders, 2004). Com base neste mesmo autor, o modelo de média móvel pode ser representado considerando que:

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i \varepsilon_{t-i} \quad (47)$$

$$\mu = [\bar{y} \bar{z}]$$

Na forma VAR-padrão seria:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} e_{1t-i} \\ e_{2t-i} \end{bmatrix}$$

Colocando a expressão em termos de $\{e_{yt}\}$ e $\{e_{zt}\}$, obtém-se:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11}(i) & \phi_{12}(i) \\ \phi_{21}(i) & \phi_{22}(i) \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} e_{yt-i} \\ e_{zt-i} \end{bmatrix}$$

Como pode ser visualizado no sistema matricial, os coeficientes $\phi_{ij}(i)$ representam o impacto da mudança em uma unidade de e_{yt} ou e_{zt} sobre y_t ou z_t . Estes coeficientes são então chamados de multiplicadores do impacto. Para exemplificar, $\phi_{12}(0)$ é o impacto instantâneo da mudança de uma unidade em e_{zt} sobre y_t . De forma semelhante, $\phi_{11}(1)$ e $\phi_{12}(1)$ representam a resposta um período a frente de mudanças unitárias de e_{yt-1} e e_{zt-1} sobre y_t (Enders, 2004).

3.4 Fonte e descrição dos dados

As séries de preços internos foram deflacionadas pelo índice de preços ao Consumidor IGP-M fornecido pela Fundação Getúlio Vargas- FGV. Os preços externos foram mantidos em dólares.

Cada valor foi ponderado por uma base (janeiro de 2002), transformando o preço em um índice de valor unitário relativo. O estudo compreende o período entre janeiro de 2002 e setembro de 2009. Os dados utilizados têm periodicidade mensal e os valores foram transformados em logaritmos. As análises econométricas foram realizadas por meio do *software Regression Analysis of Time Series- RATS 5.0*.

As variáveis do modelo de especificação do preço internacional do açúcar- Modelo 1⁴¹ e a fonte de obtenção encontram-se abaixo descritas (Tabela 8):

Tabela 8- Variáveis do modelo 1 unidade de medida e fonte dos dados

Variável	Unidade de medida	Fonte
Preço do Açúcar Internacional	Cents US\$/libra	USDA
Preço petróleo	US\$/ barril	IPEA
Índice CRB	Índice	REUTERS
Liquidez ²	Bilhões de US\$	FMI
Importações mundiais (renda) ¹	Milhões de US\$	IPEA
Taxa de juros ¹	Percentual	Federal Reserve
Taxa de câmbio ¹	US\$/ demais moedas	Federal Reserve

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: ¹ Variáveis exógenas. ² Dados trimestrais.

As variáveis a serem testadas no modelo de especificação do preço doméstico do açúcar e do etanol- Modelo 2 e a fonte de obtenção podem assim ser resumidas (Tabela 9):

Tabela 9- Variáveis do modelo 2, unidade de medida e fonte dos dados

Variável	Unidade de medida	Fonte
Preço doméstico do açúcar	R\$/saca 50 Kg	CEPEA/ESALQ/USP
Preço do etanol hidratado	Reais/litro	CEPEA/ESALQ/USP
Preço internacional do açúcar	Cents US\$/libra	USDA
Taxa de câmbio	R\$/US\$	BANCO CENTRAL
Preço do petróleo ¹	US\$/ barril	IPEA
Preço da gasolina ¹	R\$/ litro	ANP
Índice de Pluviosidade ¹	mm ³	INMET ²
Frota Flex ¹	Unidades	ANFAVEA

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: ¹ Variáveis exógenas. ²Dados obtidos por correspondência.

⁴¹ A partir desta seção optou-se por chamar o modelo de especificação do preço internacional do açúcar de Modelo 1 e do preço doméstico do açúcar e do etanol, de Modelo 2.

3.5 Estratégia de estimação

A aplicação da análise VAR dar-se-á em três etapas. A primeira trata da análise do preço internacional do açúcar. Na segunda etapa, analisa-se o modelo de especificação do preço doméstico do açúcar e do etanol. Parte desta análise é feita em conjunto, entretanto, embora tenha sido estimado apenas um modelo para os preços domésticos dos produtos da cadeia, as análises da função impulso-resposta, e decomposição histórica da variância foram feitas em separado para cada produto.

A análise do preço internacional do açúcar se dá da seguinte maneira. Considera-se que esse preço possui características comuns com os preços das demais *commodities* (exceto o petróleo), representados na análise pelo Índice CRB/Spot, pelo preço do petróleo (que tem um comportamento diferente do CRB). Ao considerar esses dois índices de preços, espera-se estar captando, no preço do açúcar, esse efeito macroeconômico comum às *commodities*. Entretanto, remanesce a questão de que variáveis macroeconômicas tenham efeitos sobre o preço do açúcar diferenciados do conjunto das *commodities*. Assim, além dos índices CRB e de petróleo, incluem-se no modelo as variáveis liquidez (dado por m no modelo teórico), importações mundiais (como *proxy* da renda mundial), além das taxas de juros (para aplicações em dólares) e de câmbio (dólar contra cesta de outras moedas). Esta última variável é adicionada ao modelo na tentativa de captar o efeito renda da variação da taxa de câmbio sobre a demanda e oferta de açúcar.

Na análise do preço doméstico do açúcar e do etanol, aparecem o preço internacional do açúcar (tratado na primeira análise), a taxa de câmbio dólar/real e o preço da gasolina. Como variáveis exógenas o modelo inclui ainda um índice de pluviosidade e a frota de veículos flex.

A Figura 29 apresenta a matriz de relações contemporâneas do modelo 1 e a Figura 30, a do modelo 2. As interações entre as variáveis foram determinadas com base nas relações econômicas demonstradas no modelo específico da pesquisa e na revisão de literatura.

	Câmbio	Pr. Aç. Internacional	Preço Aç. Doméstico	Preço gasolina	Preço etanol
Câmbio	1	0	0	0	0
Pr. Aç. Internacional	0	1	0	0	0
Preço Aç. Doméstico	0	0	1	0	1
Preço gasolina	0	0	0	1	0
Preço etanol	1	1	1	1	1

Figura 29- Matriz de relações contemporâneas do modelo 1

Fonte: Dados da pesquisa.

	Câmbio	Pr. Aç. Internacional	Preço Aç. Doméstico	Preço etanol
Câmbio	1	0	0	0
Pr. Aç. Internacional	0	1	0	0
Preço Aç. Doméstico	1	1	1	1
Preço etanol	1	1	1	1

Figura 30- Matriz de relações contemporâneas do modelo 2

Fonte: Dados da pesquisa.

Além das interações entre as variáveis- endógenas e exógenas- dentro de cada modelo, ressaltam-se as relações entre os modelos, principalmente por meio do preço internacional do açúcar. Considerando que o preço doméstico do açúcar é determinado pelo preço internacional vezes a taxa de câmbio, o aumento no preço internacional, tudo o mais constante, reflete no mercado doméstico aumentando o preço interno da *commodity*. Na prática, este efeito se dá, sobretudo, pelo aumento das exportações.

É importante considerar ainda a influência da taxa de câmbio sobre o preço doméstico do açúcar e do etanol. Se a taxa de câmbio sobe, o preço do produto nacional fica mais competitivo no mercado mundial, havendo um estímulo para as exportações. É esperada, portanto uma

relação positiva entre estas variáveis na matriz de relações contemporâneas. Por outro lado, *commodities* tendem a ir em direção contrária ao dólar, que tem se valorizado ultimamente, acentuando a queda de preços.

Os preços da cadeia são fundamentais para determinação do mix de produção, entretanto, a substituição no processo produtivo é limitada por questões técnicas e por contratos firmados com compradores. De qualquer modo, como açúcar e etanol competem no processo de produção, o aumento da produção de açúcar, *coeteris paribus*, reduz a produção de etanol. Este processo faz com que o preço do etanol também suba. Por outro lado, se o preço do etanol sobe no mercado interno, maior parte da cana-de-açúcar é direcionada para a produção deste, reduzindo a oferta de açúcar com conseqüente elevação de preços.

Este processo é dinâmico, podendo haver forte inter-relação entre os produtos e seus preços. Como a relação entre o preço doméstico do açúcar e preço do etanol é direta, é esperado resultado positivo entre as mesmas na matriz de relações contemporâneas.

Uma das mais importantes fontes de oscilação dos preços do etanol e do açúcar são os períodos de safra e entressafra da cana-de-açúcar. O índice de pluviosidade⁴² reflete bem estes períodos, sendo que, em épocas chuvosas a colheita fica prejudicada e a deposição de impurezas no processo produtivo diminui a eficiência do processo industrial.

Outra fonte de pressão sobre o preço do etanol é a popularização dos carros *flex-fuel*. Entretanto, analisando o período após inserção do carro *flex* no mercado nacional, há uma leve tendência de queda dos preços do etanol com um aumento substancial da frota *flex* no mesmo período. Uma hipótese é que embora o número de carros bicom bustíveis tenha aumentado consideravelmente, o aumento da produção de etanol foi mais que proporcional. Faz-se necessário mencionar neste contexto que o preço do etanol esbarra no preço da gasolina, que é controlado pelo Estado, sendo que numa proporção de preços maior que 70%, torna-se mais vantajoso abastecer com gasolina.

Assim sendo, para especificação do preço do etanol hidratado, é fundamental considerar ainda o efeito do preço da gasolina. Como 40% da frota nacional é composta por carros *flex*, se o preço da gasolina aumenta, haverá um deslocamento considerável da demanda por etanol,

⁴² Variável exógena no Modelo 1

aumentando seu preço. Adicionalmente, alguns motoristas acrescentam etanol em carros movidos exclusivamente à gasolina, a chamada mistura “rabo de galo”⁴³.

O preço do petróleo afeta internamente os preços do etanol e do açúcar porque se há uma elevação destes preços, cresce a demanda internacional pelo etanol, aumentando o preço internacional, que afeta o preço doméstico⁴⁴. Nos EUA, o preço da gasolina, que é bastante correlacionado com o preço do petróleo, tem forte impacto sobre os preços domésticos de etanol (O'BRIEN e WOOLVERTON, 2009). Contudo, destaca-se que, neste estudo, a análise do etanol será feita enfocando somente o mercado interno.

Com a menor oferta de açúcar, o preço internacional da *commodity* sobe. Especificamente em 2006, quando houve um pico do preço do açúcar internacional (o maior preço desde junho de 1981), as possíveis explicações foram a elevação do preço do petróleo, com aumento da demanda mundial pelo etanol, a seca na Tailândia, um dos maiores exportadores do mundo, e a expectativa de menor produção na União Européia.

O petróleo tem ainda um papel na composição dos insumos agrícolas (fertilizantes defensivos) e, portanto na formação de seus preços⁴⁵.

No caso do mercado internacional do açúcar, a renda dos principais países compradores de açúcar afeta a quantidade demandada de açúcar no mercado internacional, que interfere no preço mundial da *commodity*.

Alguns investidores utilizam o mercado de *commodities* para cobrir perdas em outros mercados financeiros. Com o aumento da liquidez global, há um aumento de investimentos em *commodities*, com tendência de elevação dos preços (BELKE et al., 2009).

⁴³ Alguns motoristas adicionam etanol hidratado mesmo em carros com motores movidos à gasolina.

⁴⁴ Além disso, outros países têm intensificado o uso do etanol reduzindo o consumo do petróleo.

⁴⁵ Além de o petróleo ser usado como combustível no processo produtivo, seus derivados fazem parte da composição de fertilizantes e defensivos.

4 RESULTADOS

4.1 Teste de raiz unitária

Inicialmente as séries foram testadas pelo teste ADF, e os resultados indicaram a necessidade de inclusão de constante e tendência em algumas variáveis. Assim, optou-se pelo teste DF- GLS, que tem sido utilizado com frequência em estudos econométricos recentes.

O número de defasagens foi determinado de acordo com o critério modificado de Akaike (MAIC).

Em todas as variáveis do modelo 1 não se rejeitou a hipótese nula da presença de raiz unitária, tanto para o Modelo A- com constante e com tendência, como para o Modelo B- apenas com constante, ou seja, as séries são não estacionárias I(1) e precisam de uma diferença para se tornarem estacionárias (Tabela 10).

Tabela 10- Resultados dos testes de raiz unitária de Dickey- Fuller- GLS para o modelo 1

Variável	P	Modelo A ¹	Modelo B ²	Resultado
Pr. internacional do aç.	0	-1,575	0,741	Não rejeita H ₀
Liquidez	2	-1,750	2,472	Não rejeita H ₀
Preço do Petróleo	3	-2,362	-0,495	Não rejeita H ₀
Índice CRB	0	-1,269	0,127	Não rejeita H ₀
Taxa de juros	0	0,022	-0,137	Não rejeita H ₀
Importações Mundiais	3	-1,317	-0,290	Não rejeita H ₀
Câmbio ³	0	-1,311	0,504	Não rejeita H ₀
Valores críticos		-3,62	-2,59	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: ¹ Modelo A $\Delta y_t^\mu = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha_0 y_{t-1}^\mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^\mu + \varepsilon$, na versão com constante e tendência.

² Modelo B $\Delta y_t^\mu = \beta_0 + \alpha_0 y_{t-1}^\mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^\mu + \varepsilon$, na versão somente com constante.

³ Taxa de câmbio entre o dólar e as moedas dos principais parceiros comerciais.

No modelo de especificação do Modelo 2 não foram rejeitadas as hipóteses nulas de presença de raiz unitária, com exceção do índice de pluviosidade (Tabela 11). Contudo, como o

índice de pluviosidade é uma variável exógena, não há problema que a série seja estacionária. As demais variáveis, por serem I(1) foram introduzidas na diferença no VAR, para se tornarem estacionárias.

Tabela 11- Resultados dos testes de raiz unitária de Dickey- Fuller - GLS para o modelo 2

Variável	P	Modelo A ¹	Modelo B ²	Resultado
Câmbio	0	-1,718	-1,058	Não rejeita H ₀
Pr. internacional do aç.	0	-1,575	0,741	Não rejeita H ₀
Pr. doméstico do aç.	0	-2,488	-1,633	Não rejeita H ₀
Preço etanol	0	-2,648	-2,287	Não rejeita H ₀
Preço do Petróleo	3	-2,362	-0,495	Não rejeita H ₀
Preço da gasolina	0	-1,773	-0,647	Não rejeita H ₀
Frota Flex	0	-0,837	0,858	Não rejeita H ₀
Índice de Pluviosidade	2	-4,140	-3,4	Rejeita H ₀
Valores críticos		-3,62	-2,59	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: ¹ Modelo A $\Delta y_t^\mu = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha_0 y_{t-1}^\mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^\mu + \varepsilon$, na versão com constante e tendência.

² Modelo B $\Delta y_t^\mu = \beta_0 + \alpha_0 y_{t-1}^\mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^\mu + \varepsilon$, na versão somente com constante.

Em sequência, procedeu-se à verificação da cointegração entre as variáveis das séries dos dois modelos ou, em outras palavras, da presença de relação de longo prazo, pela metodologia de Johansen (1988), descrita em Enders (1996), que permite verificar simultaneamente a presença de 1 ou mais vetores de cointegração.

4.2 Teste de cointegração- Johansen

A presença de r vetores de cointegração foi testada por meio da estatística λ traço. O número de defasagens inseridas no modelo foi escolhido de acordo com o menor valor obtido nos testes de *Hanna Quin*.

Na pesquisa entre as variáveis “liquidez”, “preço do petróleo”, “índice de preços CRB” e “preço internacional do açúcar” do modelo 1, a hipótese nula de zero vetor de cointegração ($r = 0$) foi rejeitada ao nível de significância de 5%. Os valores críticos foram definidos por

Osterwald e Lenun (1992). Entretanto, a hipótese de pelo menos 1 vetor de cointegração ($r \leq 1$) não foi rejeitada, indicando a necessidade de inserção de um vetor cointegrante ao VAR, que neste caso, passa a ser chamado de VEC- vetor com correção de erro (Tabela 12).

Tabela 12- Resultados do teste de cointegração de Johansen sobre as séries de dados do modelo 1

Hipótese Nula	Hipótese alternativa	λ traço	Valores críticos 5%
$r = 0$	$r > 0$	55,394	53,945
$r \leq 1$	$r > 1$	22,858	35,070
$r \leq 2$	$r > 2$	7,141	20,164
$r \leq 3$	$r > 3$	3,115	9,142

Fonte: Resultados da pesquisa.

Entre as variáveis “preço internacional do açúcar”, “câmbio”, “preço doméstico do açúcar” e “preço do etanol” do modelo 2, também foi verificada a necessidade de inserção de pelo menos 1 vetor de cointegração (Tabela 13).

Tabela 13- Resultados do teste de cointegração de Johansen sobre as séries de dados do modelo 2

Hipótese Nula	Hipótese alternativa	λ traço	Valores críticos 5%
$r = 0$	$r > 0$	60,378	53,945
$r \leq 1$	$r > 1$	23,692	35,070
$r \leq 2$	$r > 2$	9,764	20,164
$r \leq 3$	$r > 3$	2,089	9,142

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3 Resultados do VEC

4.3.1 Modelo de especificação do preço internacional do açúcar

4.3.1.1 Matriz de relações contemporâneas

Contemporaneamente, a única relação estatisticamente significativa ocorreu entre preço do petróleo e preço internacional do açúcar. O preço do petróleo sinaliza, as condições do mercado mundial. Portanto, acredita-se que este preço antecipe parcialmente o comportamento de preço de outras *commodities*, como por exemplo, o açúcar.

Tabela 14- Coeficientes estimados pela matriz de relações contemporâneas do modelo 1, através de um VEC, dados mensais

Relações Contemporâneas		Coeficientes estimados	Desvio Padrão	Valor t
De	Sobre			
Liquidez	Preço petróleo	0,00507	0,50119	0,01011
Liquidez	Índice de preços CRB	-0,07843	0,17826	-0,43996
Liquidez	Preço Internacional aç.	-0,10881	0,34859	-0,31213
Preço petróleo	Preço Internacional aç.	0,22491*	0,07794	2,88563
Índice de preços CRB	Preço Internacional aç.	0,30308	0,22307	1,35867

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *Denota nível de significância inferior a 5%.

4.3.1.2 Função impulso resposta

A função impulso resposta acumulada mostra como o choque inesperado em uma variável, afeta a si própria e as demais. As estimativas foram feitas com as variáveis em log e na diferença, o que conduz a resultados em variações percentuais e inesperadas na taxa de crescimento.

As elasticidades impulso-reflexivas indicam como cada variável responde a choques ocorridos na própria variável.

Os impactos sofridos pelas variáveis do modelo 1 por choques próprios são apresentados na Figura 31. Um choque de 1% no índice CRB, preço do petróleo e preço internacional do

açúcar, gera um pequeno efeito de cerca de 1,2% que se estabiliza a partir do 2º período. Já o choque da liquidez gerou um efeito acumulado contrário, de 0,8% (Figura 31).

Analisando o efeito sobre a liquidez, esta variável não respondeu aos choques das demais variáveis (Figura 32).

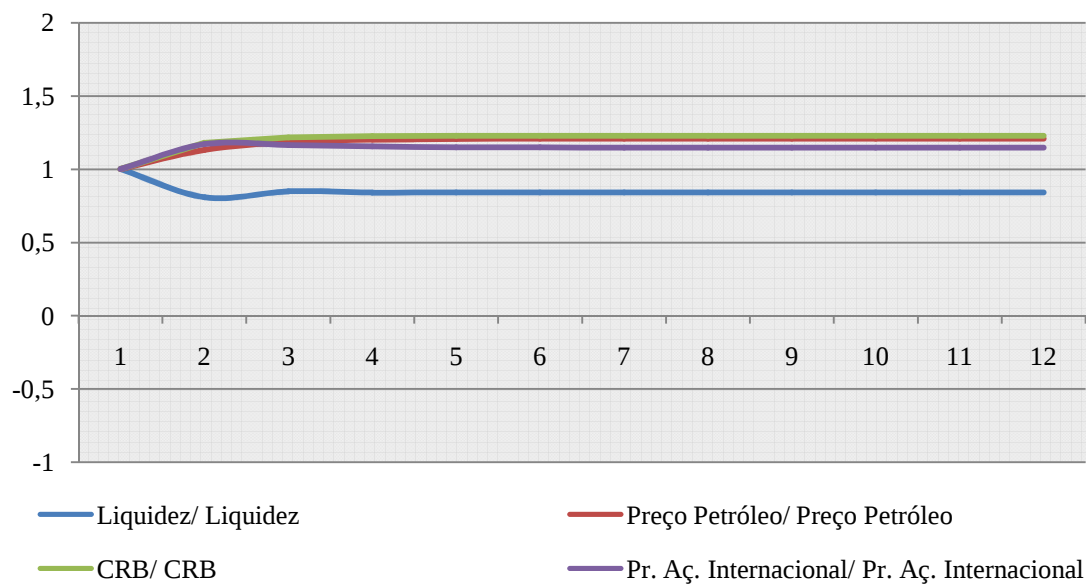


Figura 31- Evolução dos choques reflexivos acumulados da liquidez, preço do petróleo, índice CRB e preço do açúcar internacional

Fonte: Resultados da pesquisa.

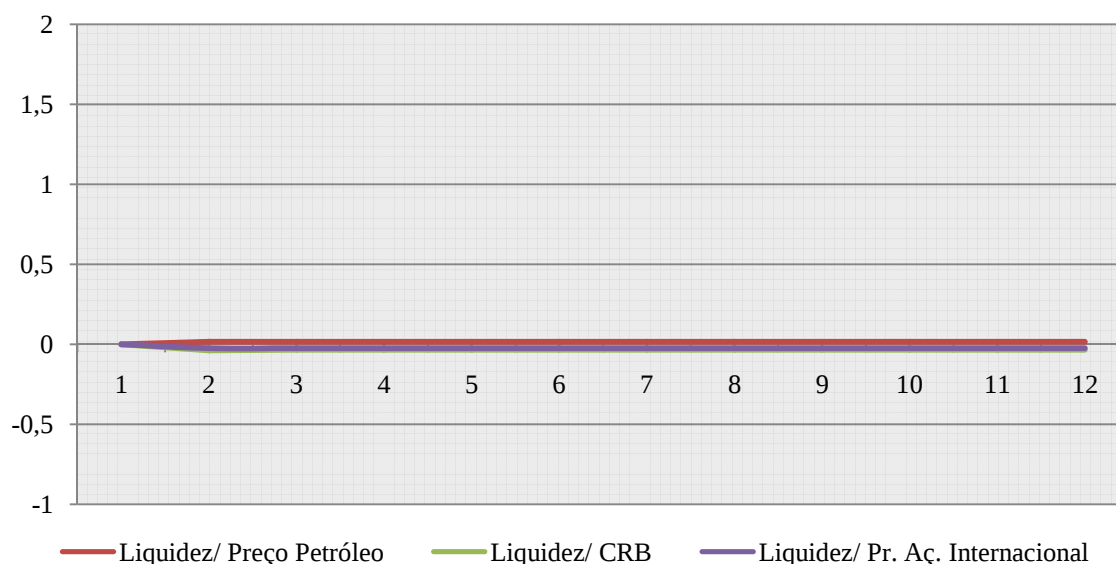


Figura 32- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre a liquidez

Fonte: Resultados da pesquisa.

A resposta acumulada do preço do petróleo a choques nas demais variáveis está representada na Figura 33. A liquidez teve um efeito no 2º período de quase 0,2%, que se estabilizou em cerca de 0,1% a partir do 3º período. O índice CRB é que apresentou maior impacto sobre o preço do petróleo, sendo que, um choque de 1% nesta variável, afetaria o preço do petróleo na mesma magnitude, a partir do 3º período. O preço do açúcar internacional teria um efeito negativo modesto sobre o preço do petróleo, de 0,2%.

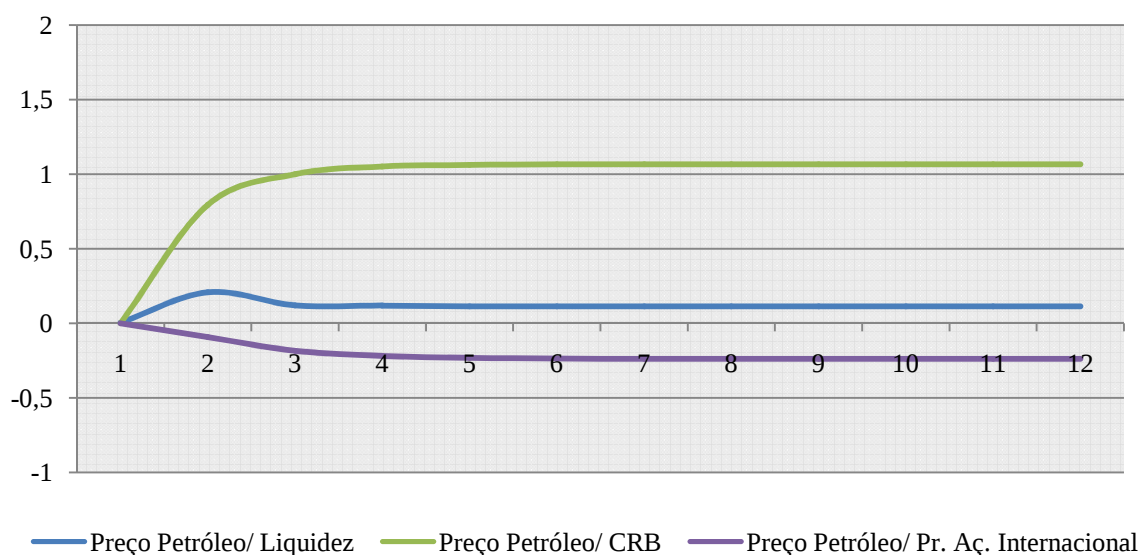


Figura 33- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre o preço do petróleo

Fonte: Resultados da pesquisa.

Variações nas demais variáveis praticamente não interferiram na variação do índice CRB, que é determinado por fatores macroeconômicos gerais, como taxa de câmbio e taxa de juros.

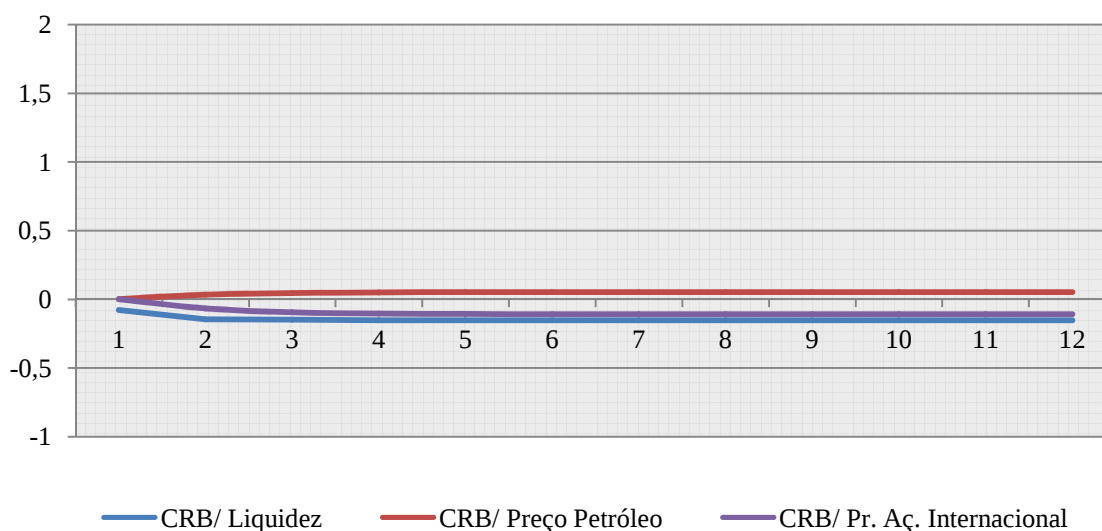


Figura 34- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 1 sobre o índice de preços CRB

Fonte: Resultados da pesquisa.

A função impulso resposta do choque das demais variáveis sobre o preço do açúcar internacional está representada na Figura 35. A liquidez apresenta efeito praticamente nulo. O efeito do preço do petróleo é constante em torno de 0,23% ao longo de todos os períodos. O índice CRB é que apresenta o maior efeito, sendo que um choque de 1% neste índice teria um efeito de mesma magnitude sobre o preço do açúcar internacional.

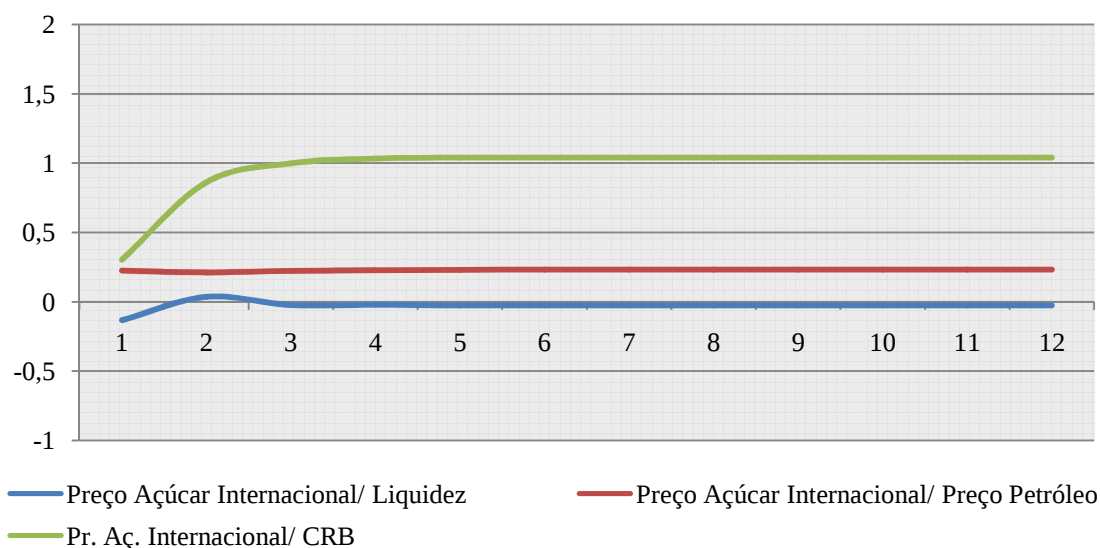


Figura 35- Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 1 sobre o preço do açúcar internacional

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3.1.3 - Decomposição histórica da variância do erro de previsão do preço internacional do açúcar

A decomposição histórica visa avaliar – no contexto do modelo econômico- o que provocou erros de previsão durante o período amostral. Ou seja, durante esse período, cada variável pode comportar-se diferentemente do previsto e, assim, não só sair da sua trajetória antecipada, como também desviar as demais de suas previsões. Busca-se, pois, agora verificar o que foi importante para o comportamento observado em cada variável.

A decomposição histórica do erro de previsão do Modelo 1 (Figura 36) mostra que:

- 1- A previsão considerando apenas a liquidez ou o índice CRB acompanha a trajetória principal do preço do açúcar internacional;
- 2- O preço do petróleo é que capta o pico ocorrido entre fevereiro e julho de 2006;
- 3- Embora a adição do índice CRB afaste a previsão de preços em alguns períodos (p. ex. entre fevereiro e julho de 2006), na maior parte da trajetória, a inclusão desta variável fez com que a previsão se aproximasse do valor verdadeiro.

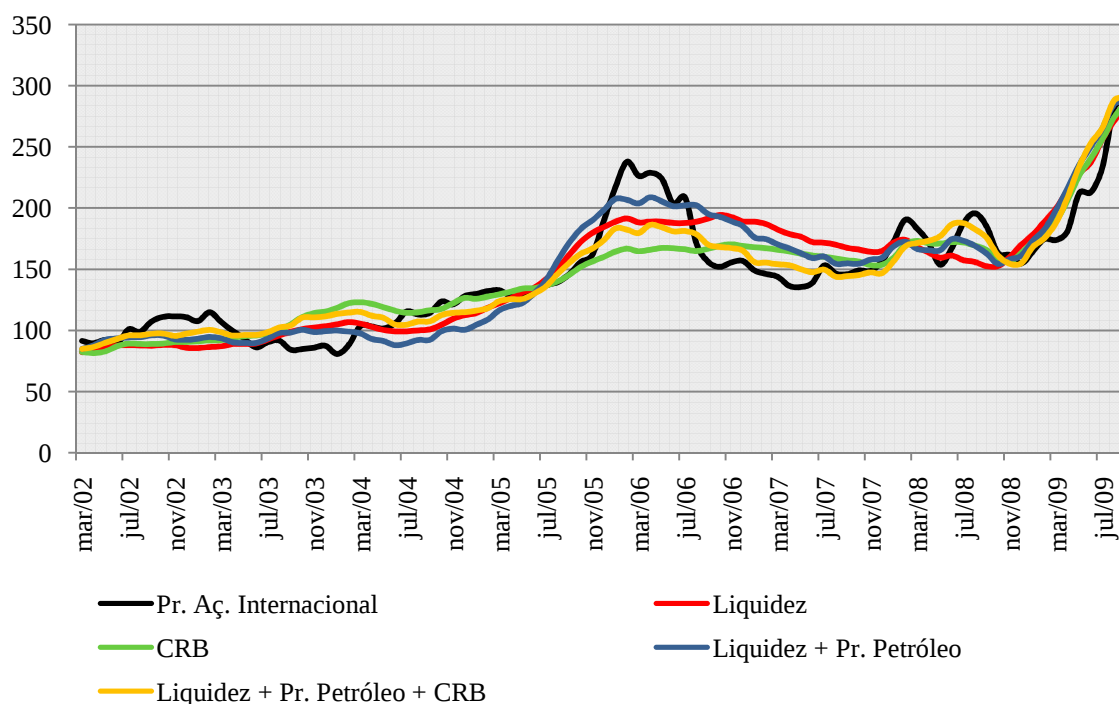


Figura 36- Previsões do preço internacional do açúcar baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009)

Fonte: Resultados da pesquisa.

A decomposição histórica do erro de previsão mostra nitidamente que o preço do petróleo e o índice de preços CRB são os principais fatores relacionados aos desvios ocorridos da previsão em relação aos valores verdadeiros. Entre julho de 2002 e março de 2003 o desvio é explicado pela somatória dos efeitos das duas variáveis. Entre março de 2004 e março de 2005 o índice de preços CRB é que explica os desvios do preço internacional do açúcar. Em 2006 o preço do petróleo é que explica estes desvios. Entretanto, considerando o modelo geral o intervalo de erros foi pequeno, permanecendo na maior parte do período entre -0,2 e 0,2 (Figura 37).

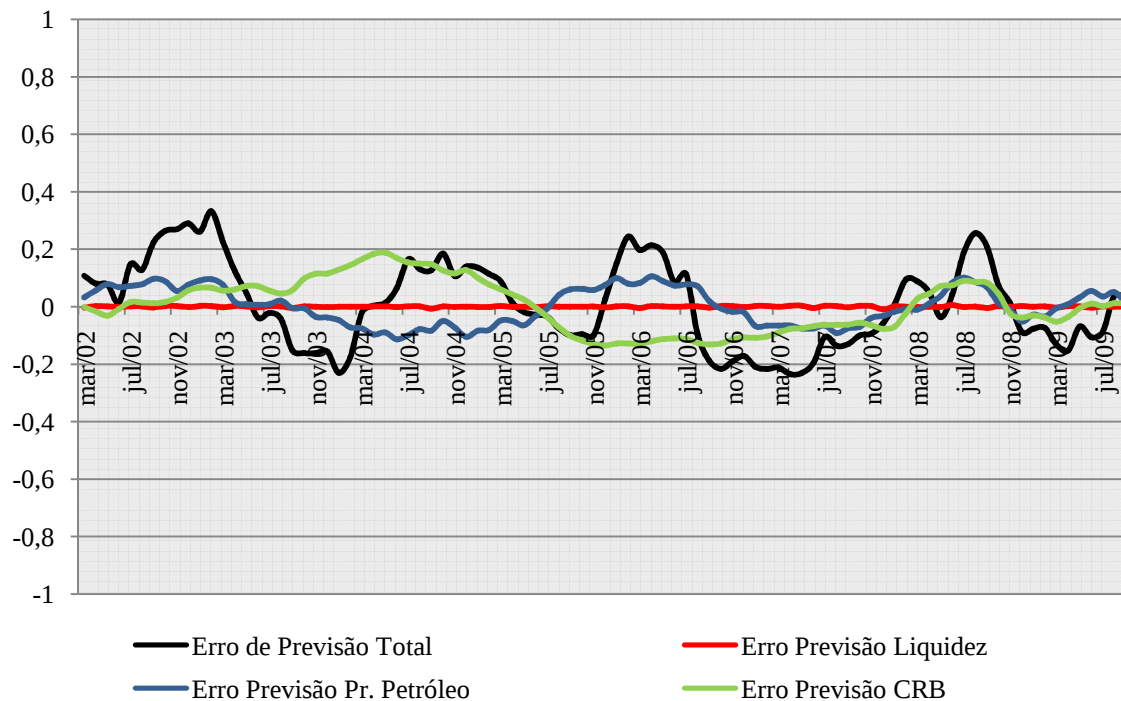


Figura 37- Decomposição histórica do erro de previsão do Modelo 1

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ressalta-se que outras variáveis, importantes na explicação do preço internacional do açúcar, foram incluídas como variáveis exógenas, tendo sido fundamentais para o ajuste do modelo, com redução do intervalo dos erros de previsão ⁴⁶.

Quando se considera o mercado internacional de uma *commodity*, não se pode deixar de considerar a influência da renda mundial, representada pelas importações mundiais, que interfere diretamente na demanda por açúcar⁴⁷.

A taxa de juros é fundamental pelo seu importante efeito sobre os preços das *commodities*. Frankel (1986) já atentava para a importância desta variável. A taxa de câmbio também não poderia deixar de ser considerada, uma vez que afeta diretamente o poder de compra dos países.

⁴⁶ O modelo sem a inclusão destas variáveis apresentou erro em torno de 60%.

⁴⁷ Por exemplo, no Brasil, a elasticidade renda da demanda de açúcar é de 0,174 (Menezes et al., 2003), ou seja, a demanda deste produto é sensível às variações da renda.

A Figura 38 ilustra o comportamento das variáveis exógenas em relação aos desvios ocorridos.

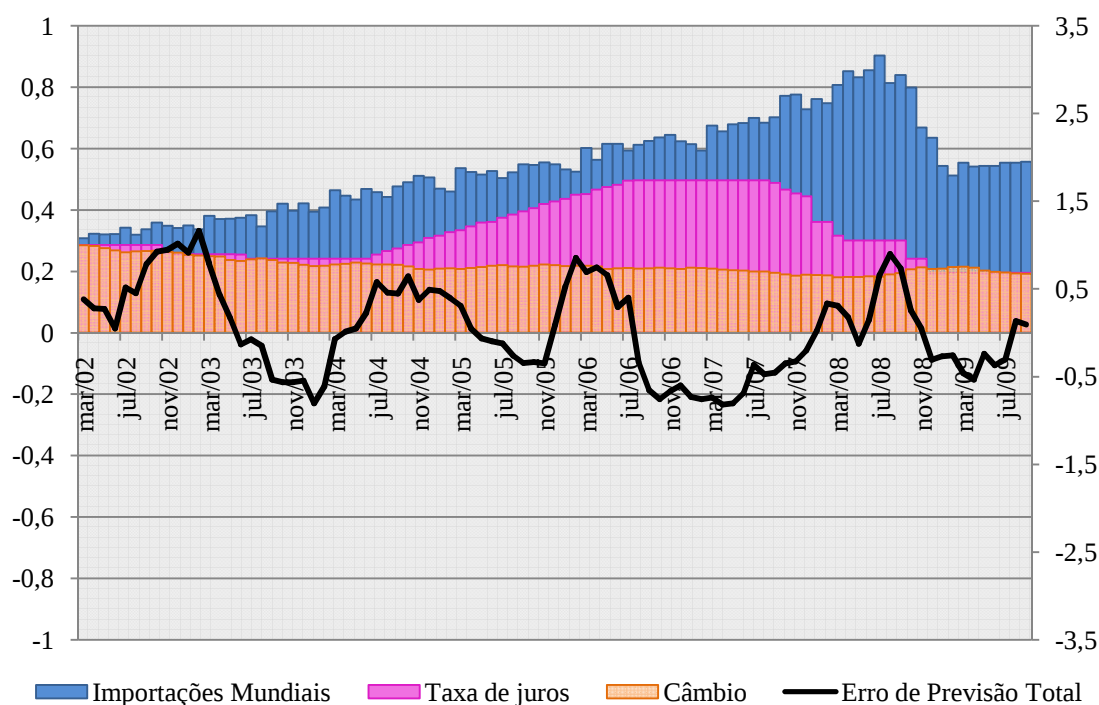


Figura 38- Erro de previsão total e índices das variáveis exógenas do modelo 1 (importações mundiais, taxa de juros e câmbio), entre março de 2002 e setembro de 2009

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 39 mostra, com base no modelo escolhido, que as variações não antecipadas nas variáveis explicativas conduz a previsões com menos de 20% de erro em 90% dos casos e cerca de 30% de erro em 99% dos casos. Em outras palavras, pode-se dizer que a liquidez, o preço do petróleo, o índice de preços CRB, a renda mundial, a taxa de juros e o câmbio do dólar em relação a uma cesta de moedas são fundamentos que explicam em boa medida as variações do preço do açúcar internacional no período entre 2002 e setembro de 2009.

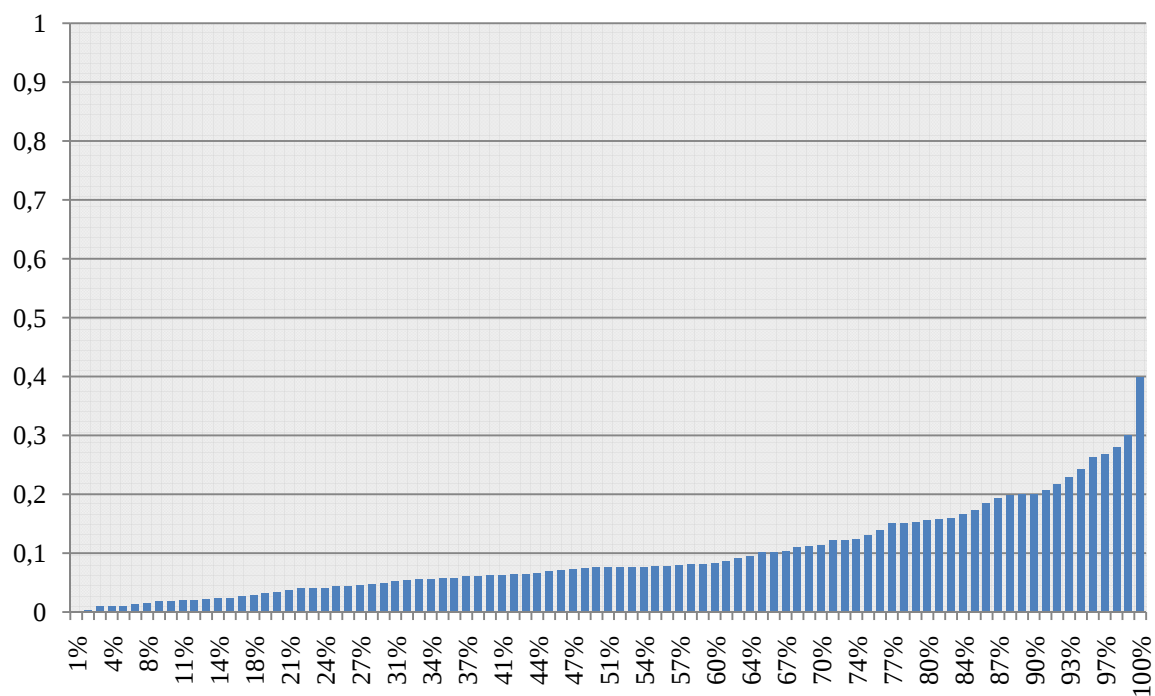


Figura 39- Distribuição acumulada dos erros de previsão.

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3.2 Modelo 2- especificação do Preço doméstico do açúcar e Preço do Etanol

4.3.2.1 Matriz de relações contemporâneas

Contemporaneamente, as relações significativas foram entre preço internacional do açúcar e preço doméstico do açúcar e entre câmbio e preço doméstico do açúcar (Tabela 15).

Tabela 15- Coeficientes estimados pela matriz de relações contemporâneas, através de um VEC, dados mensais

Relações Contemporâneas		Coeficientes estimados	Desvio Padrão	Valor t
De	Sobre			
Preço Internacional aç.	Preço doméstico aç.	0,5123*	0,1871	2,73
Câmbio	Preço doméstico aç.	0,4553*	0,1182	3,84
Preço etanol	Preço doméstico aç.	-0,1112	0,3365	-0,33
Preço Internacional aç.	Preço etanol	-0,2597	0,4107	-0,63
Taxa de Câmbio	Preço etanol	-0,2019	0,2958	-0,68
Preço doméstico açúcar	Preço etanol	0,7495	0,6275	1,19

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *Denota nível de significância inferior a 5%.

Estes resultados podem ser interpretados do seguinte modo. O preço internacional do açúcar refletiria o efeito da relação entre oferta e demanda mundial. O aumento na demanda ou uma queda na oferta de açúcar no mercado internacional amplia a demanda pelo produto do Brasil, interferindo também no preço interno. Contudo, o efeito sobre o preço do etanol é indireto - por meio do preço doméstico - o que poderia explicar o resultado não significativo contemporaneamente.

O câmbio tem efeito similar, sendo que uma desvalorização da moeda doméstica (representada pelo aumento do câmbio) estimula as exportações, aumentando o preço do açúcar doméstico.

As demais relações não foram significativas. O aumento do preço do açúcar doméstico também não se transfere contemporaneamente, ou de forma imediata ao preço do etanol. Resta verificar o possível efeito defasado: quanto tempo depois de uma variação no preço do açúcar vai ocorrer ajuste na produção de etanol?

4.3.2.2 Função impulso resposta

No modelo 2, um choque na taxa de câmbio de 1% é persistente e se estabiliza em praticamente 1,8% após o 5º mês. No caso do preço internacional do açúcar, um choque de 1% tende a permanecer nesse novo nível no horizonte analisado. O choque do preço do açúcar doméstico também apresenta efeito permanente, porém é parcialmente contido, permanecendo

em 0,8%. Essa contenção tende a vir possivelmente de ajuste dos lados da oferta e demanda. Uma alta inesperada de 1% no preço do etanol tenderia a se ampliar para 1,2% ao longo de 12 meses, sinalizando o menor ajuste nesse mercado (Figura 40).

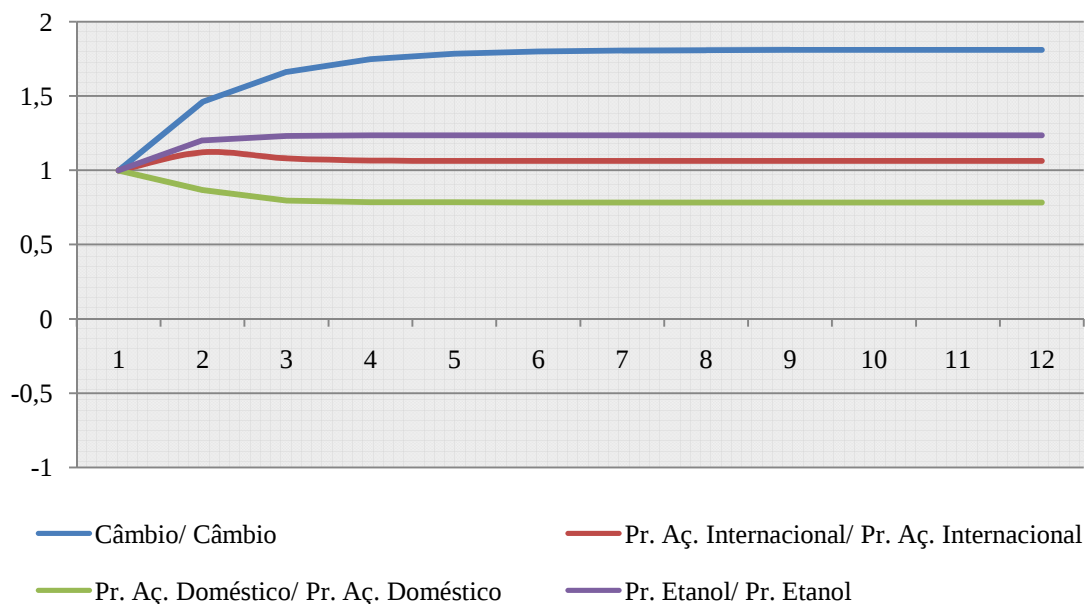


Figura 40- Evolução dos choques reflexivos acumulados do câmbio, preço do açúcar internacional, preço do açúcar doméstico e preço do etanol

Fonte: Resultados da pesquisa.

O câmbio e o preço internacional do açúcar praticamente não são afetados pelos choques das outras variáveis (Figura 41 e Figura 42). O preço do açúcar internacional é que apresenta maior efeito sobre as demais variáveis- preço doméstico do açúcar e do etanol.

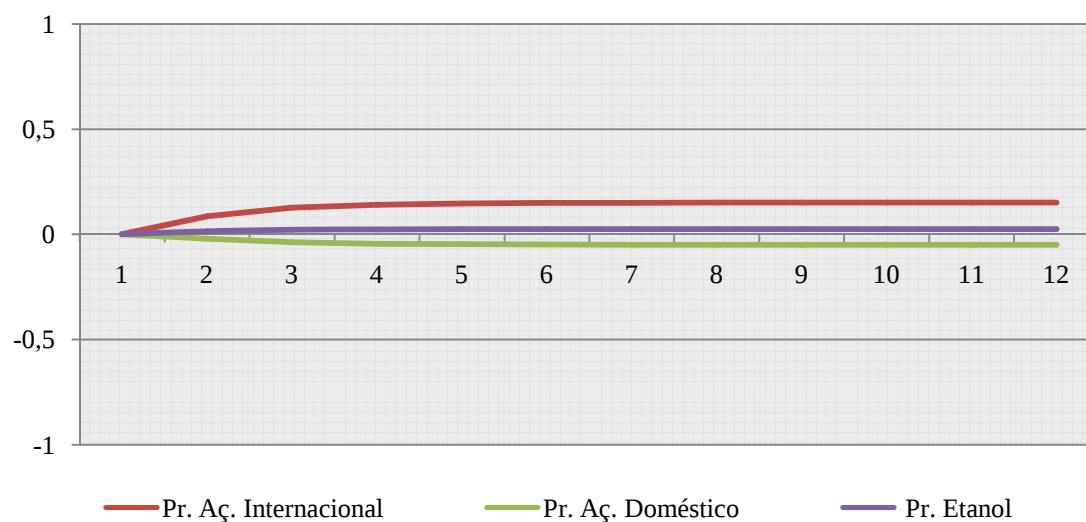


Figura 41 – Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o câmbio

Fonte: resultados da pesquisa

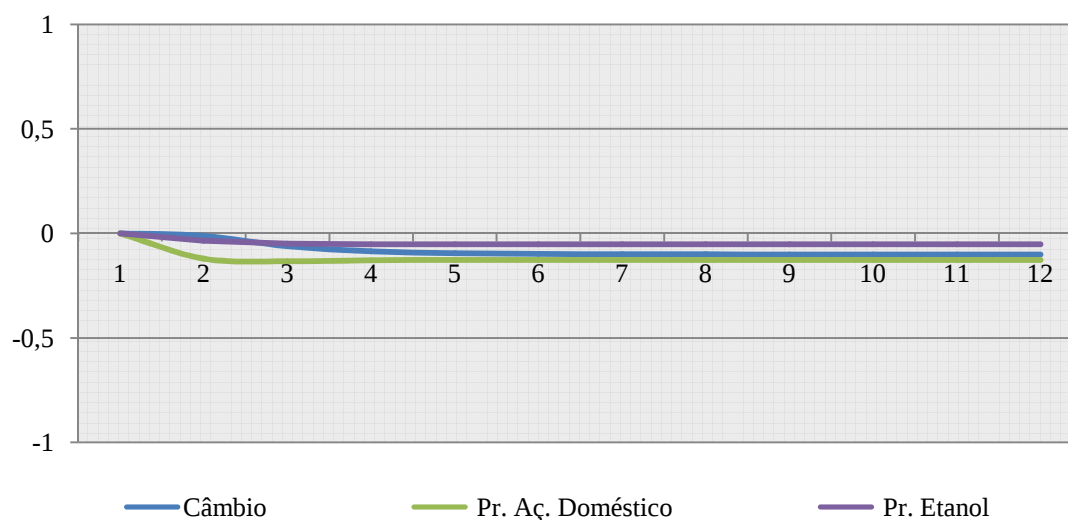


Figura 42– Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço internacional do açúcar

Fonte: Resultados da pesquisa.

O preço doméstico do açúcar é afetado substancialmente por variações na taxa de câmbio e no preço internacional do açúcar. Uma variação de 1% na taxa de câmbio aumentaria o preço doméstico do açúcar em 0,4% no primeiro mês, 1,25% no segundo e 1,5% a partir do terceiro

período. Em parte, isto ocorre porque o câmbio tende a ter choque que se expandem ao longo do tempo.

Se o preço internacional do açúcar inesperadamente aumentar em 1%, o preço doméstico do açúcar aumenta 0,5% no primeiro mês e 1% a partir do segundo mês, período a partir do qual se estabiliza (Figura 43). Ou seja, variações no preço internacional acabam por se refletir em plenitude sobre o preço doméstico. Finalmente, nota-se que o preço do etanol não tem efeito apreciável sobre o do açúcar doméstico.

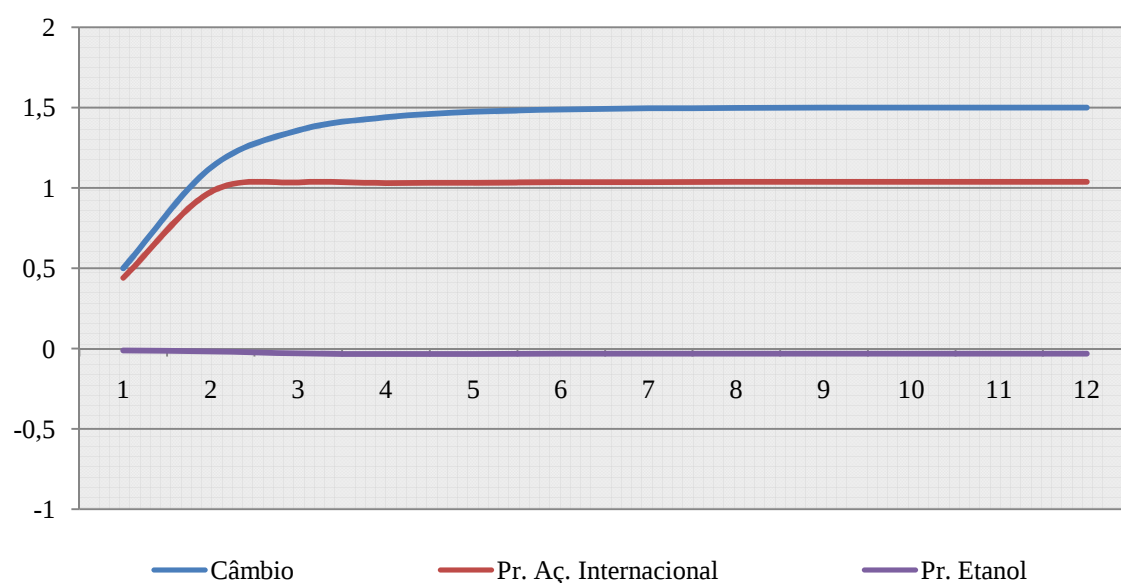


Figura 43- Efeito acumulado do choque das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço doméstico do açúcar

Fonte: Resultados da pesquisa.

O preço do etanol é afetado pelos choques em todas as demais variáveis do modelo, sendo que o preço doméstico do açúcar provoca a resposta de maior magnitude. O aumento não-antecipado de 1% no crescimento desta variável provoca, em média, um aumento de 0,8% no preço do etanol. Constata-se, assim, uma assimetria na relação açúcar-etanol no mercado interno: enquanto o preço etanol não afeta consideravelmente o do açúcar, este tem efeito substancial sobre o primeiro. Já variações de 1% no preço internacional do açúcar alteram o preço do etanol em cerca de 0,6%. O choque de 1% na taxa de câmbio afeta o preço do etanol em 0,4% (Figura 44).

Neste contexto, conclui-se que alterações no preço internacional do açúcar ou no câmbio tendem a mover o preço relativo açúcar-etanol a favor do açúcar, aumentando sua atratividade econômica.

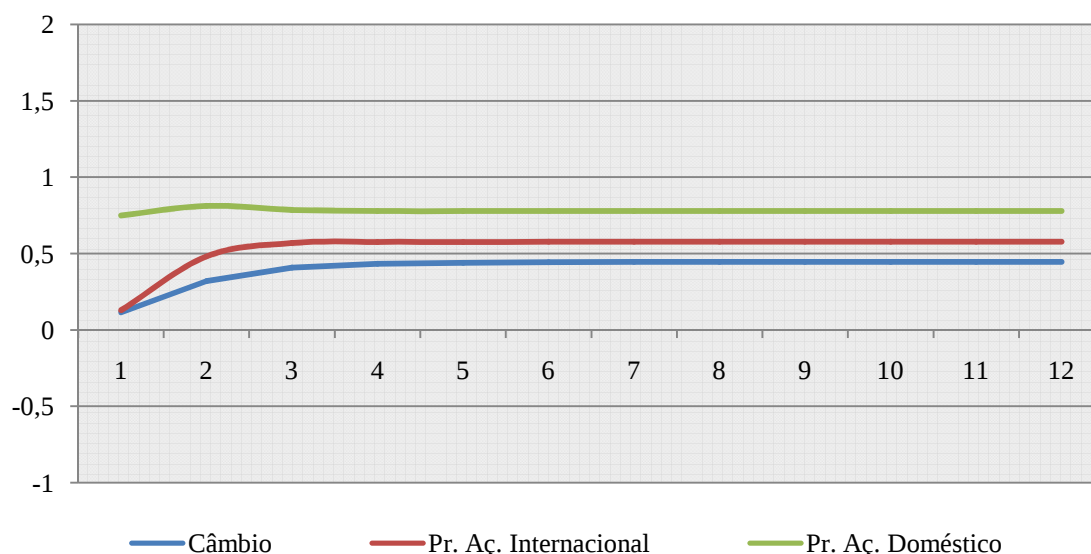


Figura 44- Elasticidade impulso-acumulada das demais variáveis do modelo 2 sobre o preço do etanol

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3.2.3 - Decomposição histórica da variância do erro de previsão- preço do açúcar doméstico

Na Figura 45 apresentam-se (a) a evolução do preço do açúcar no mercado interno durante o período amostral, (b) a evolução dessa mesma variável se fosse considerado na sua previsão:

- (b1) apenas o comportamento do preço internacional do açúcar,
- (b2) apenas o comportamento da taxa de câmbio,
- (b3) o comportamento de ambos, preço internacional e câmbio,
- (b4) o comportamento das duas anteriores mais o do preço do etanol.

Observa-se na figura que a trajetória geral da curva de preço do açúcar no mercado interno é associada à do preço internacional, que sem dúvida, é variável mais importante na

explicação das variações do preço doméstico. As demais variáveis, mormente o câmbio em períodos específicos, contribuem para melhorar essa associação. Entretanto, o preço do etanol não é significativo na explicação das alterações do preço interno do açúcar, corroborando com resultados já apresentados⁴⁸.

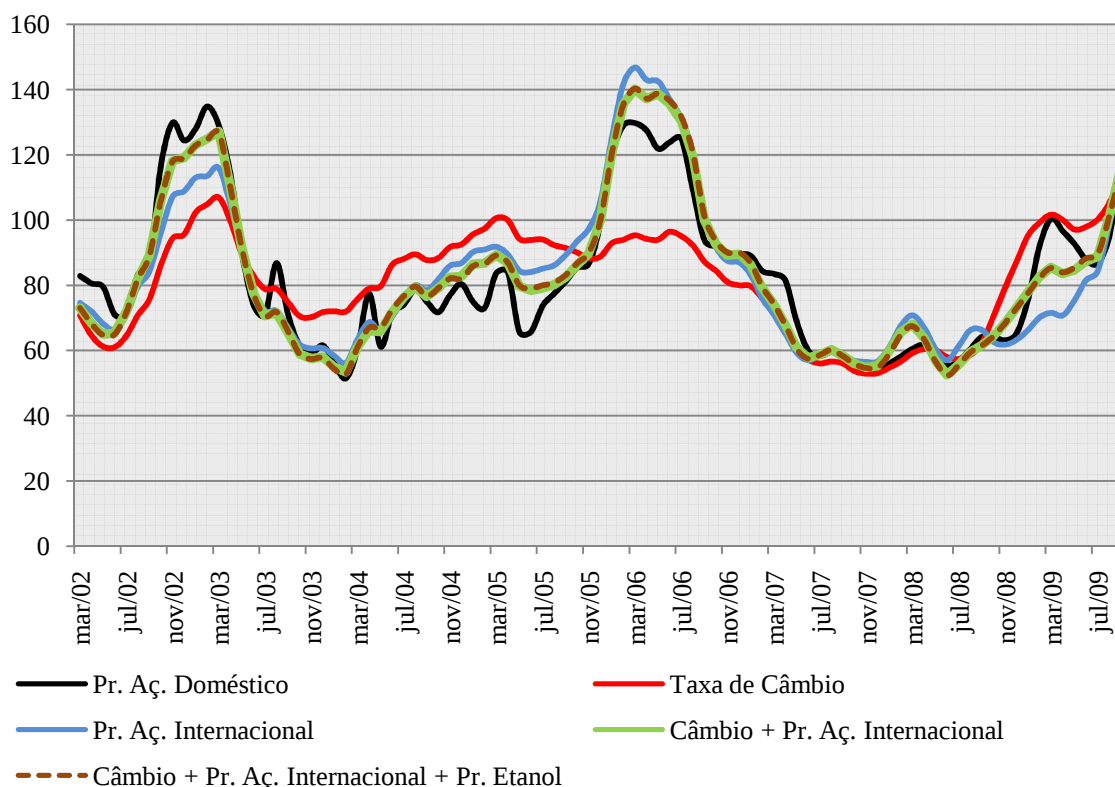


Figura 45- Previsões do preço doméstico do açúcar baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009)

Fonte: Resultados da pesquisa.

A decomposição histórica do erro de previsão pode ser visualizada ainda através da Figura 46, que mostra que os desvios não esperados do preço do açúcar no mercado interno em relação ao previsto se associam aos desvios não esperados no preço internacional. Quanto ao câmbio, sua capacidade de gerar choques não antecipados no preço do açúcar doméstico é bem modesta; porém, sua influência – excetuando-se o biênio 2002/03 - tem sido no sentido de compensar parcialmente os choques internacionais de preço. A influência do câmbio também teve destaque

⁴⁸ Este resultado coincide com aquele obtido pela função impulso-resposta.

durante a crise de 2008/09. As variações inesperadas do preço do etanol praticamente não afetaram os desvios ocorridos em relação ao valor verdadeiro.

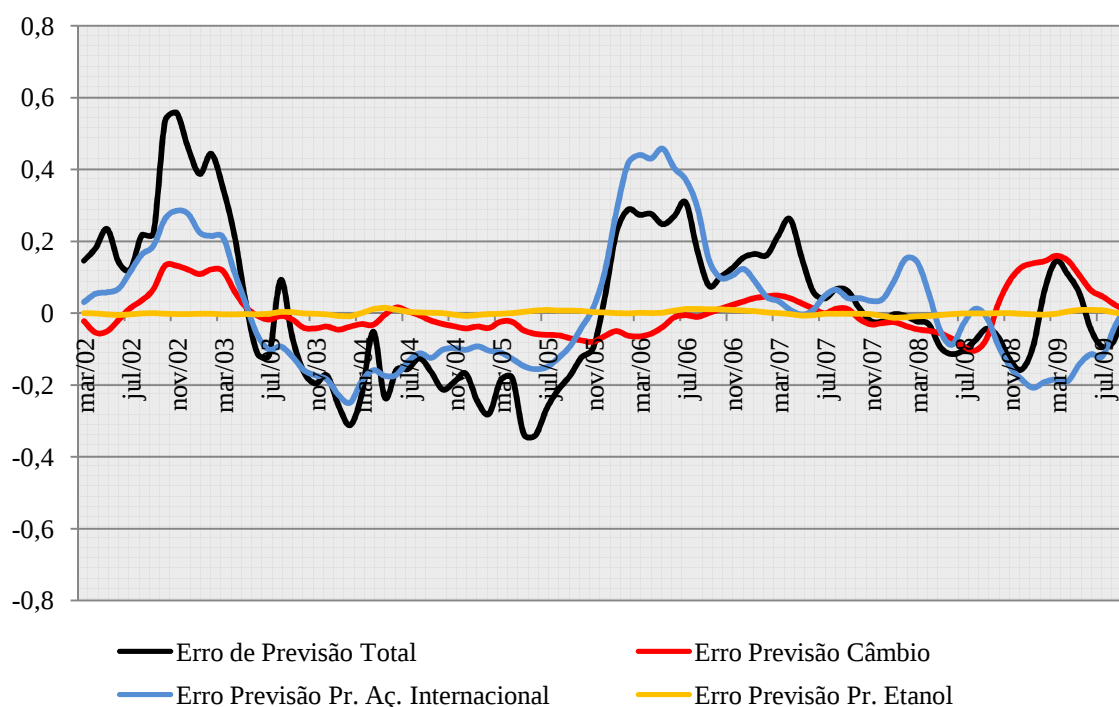


Figura 46- Decomposição histórica do erro de previsão do preço doméstico do açúcar

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 47 mostra a distribuição cumulativa dos erros de previsão ocorridos no período amostral, não explicados pelos choques ocorridos nas variáveis incluídas no modelo (preço internacional do açúcar, câmbio e preço do etanol). Verifica-se que, conhecendo-se os choques nessas três variáveis, seria possível prever com precisão de 90% cerca de 70% dos casos e com precisão de 80%, praticamente 100% das previsões estariam corretas.

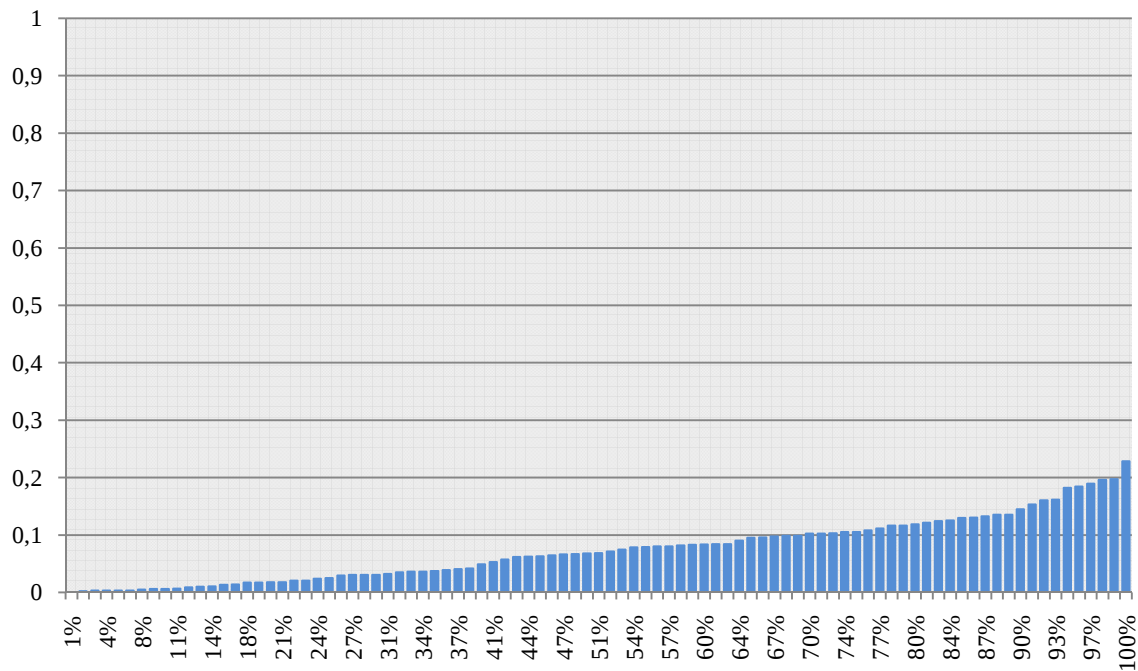


Figura 47- Distribuição acumulada dos erros de previsão.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nos resultados obtidos conclui-se que as variações de preço do açúcar são bem explicadas por um modelo com a taxa de câmbio, o preço internacional do açúcar e o preço do etanol. Os erros poderiam ser reduzidos com a inserção de variáveis desconsideradas, contudo, optou-se pela escolha de um modelo mais parcimonioso⁴⁹.

4.3.2.4 - Decomposição histórica da variância do erro de previsão- preço do etanol

No modelo de especificação do preço do etanol, nota-se que (Figura 48):

- 1- O preço internacional do açúcar permite previsões que aproximam o valor previsto do valor observado do preço do etanol, reproduzindo razoavelmente sua evolução;
- 2- O preço do açúcar doméstico produz previsões que captam alguns picos e vales mais acentuados da trajetória do preço do etanol, melhorando consideravelmente o poder preditivo do modelo;

⁴⁹ Como foi elaborado um modelo único para açúcar doméstico e etanol, algumas variáveis exógenas foram inseridas. Optou-se pela não discussão desses resultados pois, a inclusão das mesmas praticamente não alterou o modelo.

- 3- O modelo com inclusão de todas as variáveis é aquele que apresenta as previsões mais próximas dos valores verdadeiros do preço do etanol.

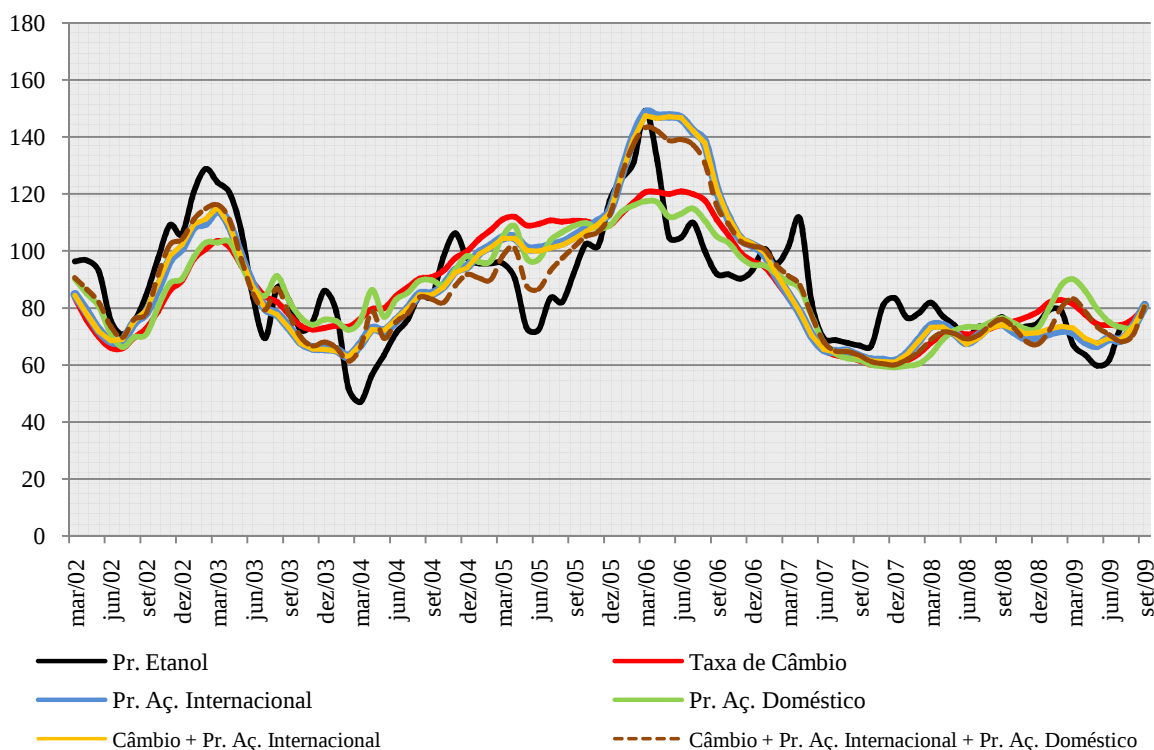


Figura 48- Previsões do preço do etanol baseadas em diferentes conjuntos de variáveis explicativas (2002/2009)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Figura 49, a decomposição histórica do erro de previsão do preço do etanol mostra a importância de cada variável na explicação dos desvios dos valores previstos em relação aos observados. Mudanças não esperadas no preço internacional do açúcar explicam parte dos desvios do preço do etanol em relação às previsões. Em alguns pontos (maio de 2002, agosto de 2003 e maio de 2007) nota-se a importância do preço doméstico do açúcar. A taxa de câmbio foi praticamente neutra, não tendo relevância na explicação dos desvios.

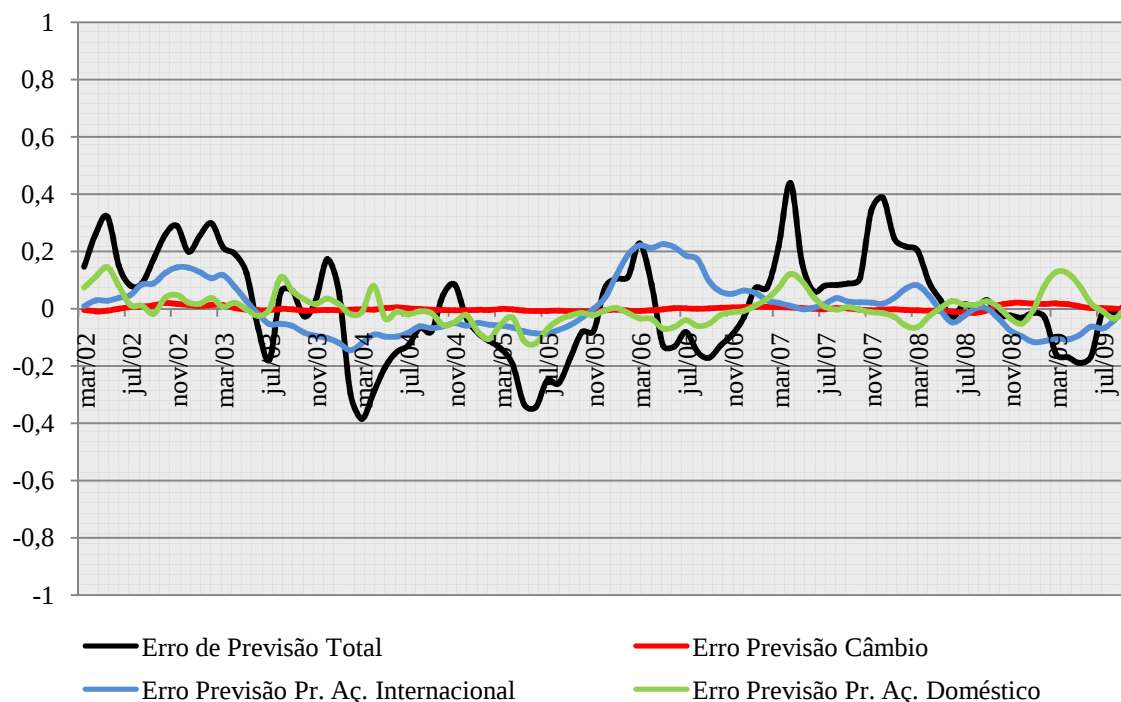


Figura 49- Decomposição histórica do erro de previsão do preço do etanol

Fonte: Resultados da pesquisa.

O modelo referente ao preço do etanol contempla também variáveis exógenas ao modelo. A Figura 50 ressalta a importância dessas variáveis para o ajuste do modelo de especificação do preço do etanol e qualidade das previsões. Em geral, nos períodos em que o erro de previsão foi positivo, o índice de pluviosidade (exógeno) estava acima da média do período, e erros de previsão negativos (ou em queda) associaram-se à ocorrência de índice de pluviosidade abaixo da média do período.

O preço da gasolina (exógeno) também tendeu a associar-se positivamente aos erros de previsão do etanol: altas no preço da gasolina relacionam-se com erros positivos de previsão do preço do etanol. Nota-se ainda que ao longo do processo de expansão da frota de veículos flex os erros de previsão tenderam a crescer. Algo parecido se observou também no que tange ao efeito do preço do petróleo sobre o preço do etanol onde se verifica efeito no mesmo sentido.

Esses resultados indicam que essas variáveis contribuem para explicar os desvios do preço do etanol dos valores previstos. Entretanto tendo sido tomadas como exógenas, não puderam ter seus efeitos quantificados como no caso das variáveis endógenas, em razão do procedimento adotado. Sabe-se, porém, que a contribuição conjunta das variáveis exógenas reduziu o intervalo

dos erros de previsão que sem a inclusão das mesmas, oscilavam entre -0,6 e 0,6. A maior parte dos erros do modelo final situam-se até 20%, embora, em alguns momentos estes erros alcancem 40 %.

Os maiores erros de previsão do modelo foram observados nos meses de março e abril, quando ocorre o fechamento da safra. Em geral, neste período, as usinas fazem os ajustes financeiros com os fornecedores. Sendo, em grande parte vulneráveis à falta de crédito doméstico, é preciso vender os estoques num período precedente ou imediatamente anterior. Historicamente, estes meses são aqueles de menor estoque e, quando o modelo prevê com maiores erros ou menor precisão. Assim, há uma relação entre falta de crédito (dificuldades de estocagem e limitação de capital de giro, que, muitas vezes, forçam a venda para obtenção de caixa) e as oscilações de preço do etanol.

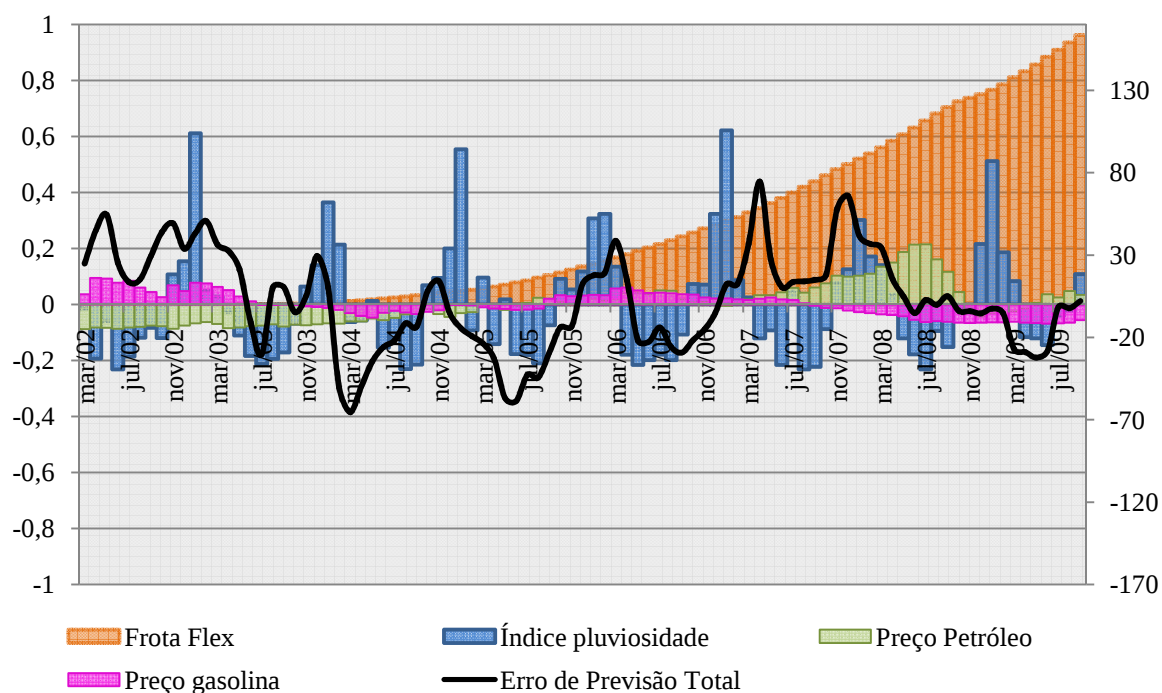


Figura 50- Evolução do erro de previsão total e dos índices das variáveis exógenas do modelo 1 (frota flex, índice de pluviosidade, preço do petróleo e preço da gasolina), entre março de 2002 e setembro de 2009

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Com exceção da frota flex, as demais variáveis foram subtraídas da média, ou seja, valores positivos indicam períodos em que as variáveis estavam acima da média e valores negativos, períodos em que estavam abaixo da média do período.

O modelo escolhido para especificação do preço do etanol leva a previsões com menos de 20% de erro em 85% dos casos e cerca de 40% de erro em 100% dos casos (Figura 51). De todos os modelos apresentados, este foi aquele que apresentou menor precisão. Dentre os fatores que explicam isto podem ser citados: a) comparativamente o etanol é menos transacionado no mercado internacional, b) ainda não é considerado uma *commodity*. Ou seja, é um produto menos fortalecido no mercado sucroenergético interno e internacional e, portanto, mais vulnerável a fatores não incluídos no modelo. Além disso, as variáveis escolhidas, como preço internacional do açúcar e câmbio tem menor poder de interferência sobre as oscilações do seu preço.

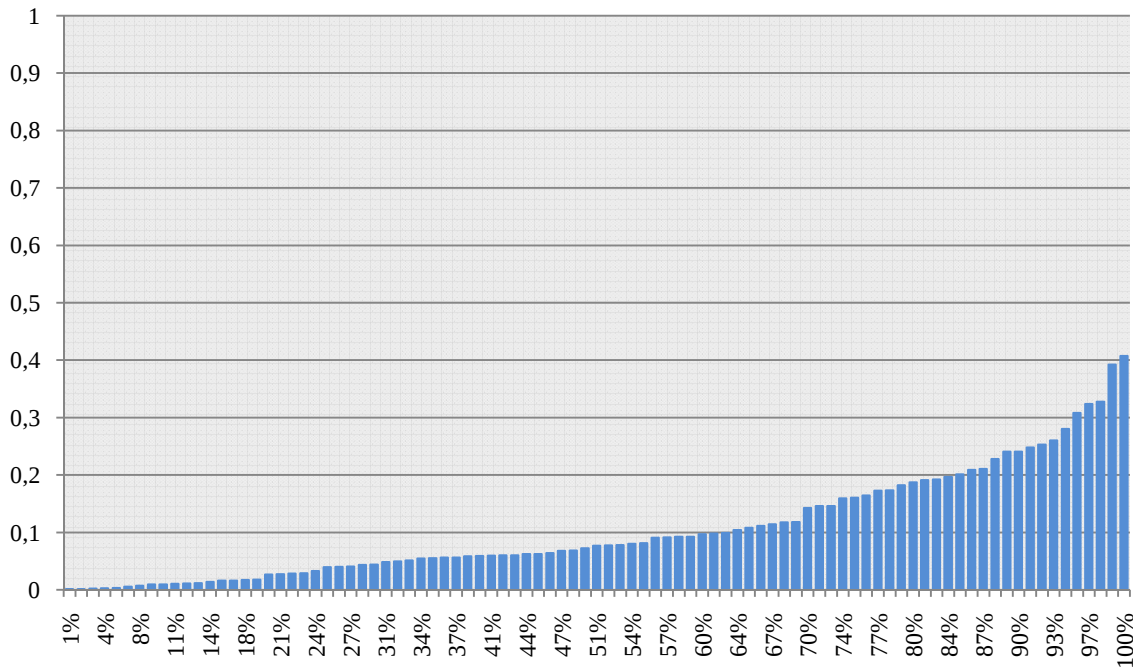


Figura 51- Distribuição acumulada dos erros de previsão do modelo de especificação do preço do etanol

Fonte: Resultados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os preços das *commodities* armazenáveis negociadas internacionalmente tendem a apresentar tendências semelhantes, indicando que um conjunto comum de fatores pode estar afetando-os. Por um lado, há o efeito de variáveis macroeconômicas monetárias que atuam de modo semelhante sobre ativos em geral, considerado o custo financeiro de carregamento de estoques. Por outro, fatores microeconômicos e regionais podem ter efeito importante, mas que tendem a se espalhar por toda a extensão do mercado, podendo temporária ou permanentemente mudar os níveis dos preços sem, no entanto, alterar a tendência de prazo mais longo.

Na presente pesquisa, o período analisado, envolvendo grande parte da primeira década dos anos 2000, foi de forte expansão da liquidez mundial, juros baixos e de crescimento econômico relativamente acelerado. Com isso, os preços de *commodities* em geral, e do açúcar, em especial, experimentaram continuada alta, interrompida somente pela crise de 2008.

Foi possível identificar forte associação entre o preço do açúcar no mercado internacional e os preços de *commodities* em geral (inclusive petróleo) no período de análise, durante o qual os erros de previsão (baseada no preço do petróleo do índice CRB e da liquidez) limitaram-se a praticamente 30%. Por exemplo, a forte alta do preço em 2005/06 associa-se a alta do petróleo e uma elevação dos juros (custo de carregamento de estoque). Já a forte elevação em 2008/09 parece dever-se – além da alta do petróleo - aos baixíssimos juros aplicados durante a crise financeira. Isso ilustra o papel diverso que os juros podem exercer conforme as condições de mercado.

De modo ainda mais significativo, pode-se dizer que o preço do açúcar no mercado interno pode ser predito com expressiva segurança pela evolução do preço internacional e do câmbio do Real. Neste caso, os erros de previsão restringiram-se a 20%. Neste caso, a forte alta de 2002/03 é explicada pela alta mundial das *commodities* e do câmbio simultaneamente. A alta de 2005/06 é atribuída em grande parte à elevação das *commodities* nesse período. Já o aumento de 2008/09 deveu-se também à desvalorização cambial.

Neste panorama, a possibilidade de que agentes de países individuais, mesmo grandes importadores ou exportadores possam afetar a tendência do mercado global, é escassa.

Em relação ao preço doméstico do etanol, os preços internacional e doméstico do açúcar desempenham razoavelmente a tarefa de previsão, embora os erros cheguem episodicamente a

40%. Levantou-se, a propósito, a possibilidade de – sendo *commodity* menos transacionada externamente – o etanol tenha preços mais sensíveis a fatores idiossincráticos, como clima, falta de crédito doméstico e a evolução da frota de automóveis aptos para seu consumo. Isso, porém, não invalida a conclusão geral de que o complexo sucroenergético comporta-se, no que tange a mercado, de forma bastante consistente com os mercados globalizados das *commodities* em geral.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. R. A. **Transmissão de preços entre produtos do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo**. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

_____. **A reestruturação da cotonicultura no Brasil**: fatores econômicos, institucionais e tecnológicos. 2006. 121 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ALVES, L. R. A.; BACCHI, M. R. P. . Oferta de exportação de açúcar do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 01, p. 09-33, jan./mar. 2004.

ALVES, L. R. A.; SHIKIDA, P.F.A.; SOUZA, E. C.; CARVALHEIRO, E. M. Uma análise econométrica das ofertas de açúcar e álcool paranaenses. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL- SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais....** Brasília: Sober, 2006. 1 CD ROM.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES- ANFAVEA. **Estatísticas**: vendas atacado mercado interno. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS- ANP. **Dados estatísticos**: preço de gasolina, vendas de gasolina e vendas de etanol. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=11030&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1259597063250>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

BACCHI, M. R. P.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Comportamento do preço do açúcar no estado de São Paulo. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v.14, n. 158, p.11-13, dez. 1999.

BACCHI, M. R. P. Estoques reguladores de álcool. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (artigos), 2006. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_alcool_OESP.pdf>. Acesso em: 16 set. 2009

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Séries temporais**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES e CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar**: energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, 2008. 316 p. Relatório.

BARBIERI, V; VILLA NOVA, N. A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. Araras: Planalsucar, 1977. 22 p.

BARROS, G. S. 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.

_____. Effects of international shocks and domestic macroeconomic policies upon the Brazilian agriculture. **Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 7, n. 1, p. 317-329, Oct. 1992.

_____. **Modelo econômico de determinação e variações de preços do açúcar e etanol**. Piracicaba, CEPEA/ESALQ/USP. 2009.

_____. **Macro e microeconomia dos preços de commodities**. Piracicaba, CEPEA/ESALQ/USP. 2010.

BARROS, W, J. **Análise econométrica dos mercados interno e de exportação de açúcar**. 1975. 46p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1975.

BELKE, A.; BORDON, I.G.; HENDRICKS, T.W. **Global liquidity and commodity prices: a cointegrated VAR approach for OECD countries**. 2009. Disponível em: <http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.99186.de/dp898.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2010.

BLANCHARD, O. J.; QUAH, D. The dynamics effects of aggregate demand and supply disturbances. **The American Economic Review**, New York, v. 79, n. 4, p. 655-673, Sep. 1989.

BM&FBOVESPA. **Commodities**: relatório sobre o volume negociado. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/imprensa1/relatorios/RelMensal/RelatorioMensal_Agosto2009.pdf>. Acesso em: 27 out. 2009.

BOFF, H. P. **O mercado interno do etanol: modelo e estimação do preço de equilíbrio**. In: SEMINÁRIO ÁLCOOL HIDRATADO: MODELO E ESTIMAÇÃO DO PREÇO DE EQUILÍBRIO, 2009, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPEA, 2009. Palestra. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto1703.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2009.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Indicadores de preços**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/cepea/>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

CINTRA, M. A. M. Tendências da globalização, financeira: a extraordinária liquidez global. **Princípios**, São Paulo, v. 01, n.79, p.23-27, jun./jul. 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA- CNA. **Dados**: etanol. 2008. Disponível em <http://www.cna.org.br/cna/index_topo.wsp>. Acesso em: 21 set. 2009

COSTA, C. C. **Formação de preços de açúcar e álcool combustível anidro e hidratado no estado de São Paulo**. 2000. 104p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

COMMODITY RESEARCH BUREAU- CRB. **CRB Index**. Disponível em:
<<http://www.crbtrader.com/crbindex/>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

CZARNIKOW GROUP LTD. **Produção mundial de açúcar será menor a partir de 2009**. Ago. 2008. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/176/%5Ccanarapidas.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

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

DICKEY, D. A.; PANTULA, S. Determining the order of differencing in autoregressive processes. **Journal of Business and Economic Statistics**, Alexandria, v.5, n.4, p.455-461, Oct. 1987.

DORNBUSCH, R. Expectation and the exchange rate dynamics. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 84, n. 6, p.1161-1176, Oct. 1976.

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

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA- EPE. **Balanço energético nacional**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. 192p. Relatório.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York: Wiley, 1995. 433 p.

_____. **Applied Econometric Time Series**. New York: Wiley, 2004. 95 p.

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.

FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. **Competitividade no agribusiness brasileiro**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Pensa e USP. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP. 1998. 69 p.

FEDERAL RESERVE. **Historical data**. Disponível em:
<http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data/Monthly/H15_SWAPS_Y10.txt>. Acesso em: 13 abr. 2010.

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS. **Economic data**. Disponível em:
<<http://research.stlouisfed.org/fred2/series/OILPRICE/downloaddata?cid=98>>. Acesso em: 10 de ago. 2010.

FERLINI, V. L. A. **Terra, trabalho e poder: o mundo dos engenhos no Nordeste colonial**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988. 300 p.

FERREIRA FILHO, J. B. S. **Tendências para o período de 1996-2000 das culturas de soja, cana-de-açúcar, café, citros, milho, arroz, feijão, batata e pastagens**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, jun. 1996. Relatório de Pesquisa.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO. **Statistic data**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=en>>. Acesso em: 2 set. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE POLICY RESEARCH INSTITUTE- FAPRI. **Statistic data**. Disponível em: <<http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>>. Acesso em: 26 maio 2009.

FRANKEL, J. A. Commodity prices and money: lessons from international finance. **American Agricultural Economics Association**, Pittsburgh, v. 66, n. 5, p. 560-566, July. 1984.

_____. Expectations and commodity price dynamics: the overshooting model. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, v. 68, n. 3, p. 344-48, May. 1986.

_____. **The effect of monetary policy on commodity prices**. 2006. Disponível em: <<http://www.hks.harvard.edu/fs/jfrankel/CampbellM&CPnberNov.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2010.

FRANKEL, J.A.; ROSE A. K. **Determinants of agricultural and mineral commodity prices**. 2009. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/h/rba/rbaacv/acv2009-02.html>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

FULLER, W. A. **Introduction to statistical time series**. New York: John Wiley and Sons, 1976. 352 p.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Nacional, 1974. 351 p.

FURTADO, A. T. (Coord.) **Capacitação tecnológica e competitividade: uma abordagem setorial e por empresas líderes (setor sucroalcooleiro)**. Campinas: Unicamp, 1992. 153 p.

GILBERT, C. L. The prices prospects for latin american export commodities. In: MEETING OF THE LATIN AMERICAN NETWORK OF CENTRAL BANKS AND FINANCE MINISTRIES, 34., 2006, Washington. **Proceedings....** Washington: Inter-American Development Bank, 2006. Disponível em: <http://www.iadb.org/res/centralbanks/publications/cbm45_385.ppt>. Acesso em: 24 out. 2009.

GOES, T.; MARRA, R. **A expansão da cana-de-açúcar e sua sustentabilidade**. Brasília: EMBRAPA, 2008. 7 p. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2008>>. Acesso em: 19 ago. 2008.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 2006. 812 p.

HEIEN, D.M. Markup pricing in a dynamic model of food industry. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, v. 62, n.1 p.10-18, Feb. 1980.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION- ICO. **Statistics, historical data**. Disponível em: <<http://www.ico.org/historical/2000+/PDF/HIST-PRICES.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

INTERNATIONAL MONETARY FUND- IMF. **Data and Statistics**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/data.htm#data>>. Acesso em: 28 jun. 2010 a

_____. **Meeting new challenges to stability and building a safer system**. Global Financial Stability Report, Abr. 2010, 236 p. Disponível em:

<<http://www.imf.org/external/pubs/ft/fmu/eng/2010/02/index.htm>>. Acesso em: 7 jul. 2010 b

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Estatísticas**: área plantada, principais regiões produtoras e produtividade da cana-de-açúcar. 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Ipeadata**: preço da cana de açúcar, preço médio da gasolina e preço médio do petróleo. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?369740125>>. Acesso em: 16 ago. 2009.

ISHII, K.S. **Área monetária ótima para o Brasil**: análise das diferenças regionais. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

JACKS, D.S.; O'ROURKE, K. H.; WILLIAMSON, J. G. **Commodity price volatility and world market integration since 1700**. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w14748>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

JANK, M. Etanol: entendendo o mercado e os preços. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 22 jan. 2010. Notícias, p. 3.

JEVONS, W. S. **The theory of political economy**. Londres: Macmillan and Co., 1871. 267 p.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of economics dynamics and control**, Frankfurt, v. 12, n. 2-3, p. 231-254, 1988.

JUDGE, G.G.; HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; LUTKEPOHL, H.; LEE, T. **Introduction to the theory and practice of econometrics**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 1024 p.

LIMA, R. C.; SAMPAIO, Y. Uma análise de estabilidade, transmissão e previsão do preço do açúcar. In: SAMPAIO, Y (Org.) **Açúcar amargo**: crise e perspectiva da indústria sucro-alcooleira em Pernambuco. Recife: UFPE, 1999. p. 101-112.

LOPES, L. A. Vinte anos de proálcool: avaliações e perspectivas. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, São Paulo, v. 3, n.2, p. 49-57, abr./jun. 1996.

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

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

MILJKOVIC, D. The Law of One Price in International Trade: a critical review. **Review of Agricultural Economics**, Lexington, v. 21, n. 1, p. 126-139, 1999.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO – MAPA. **Anuário estatístico da agroenergia**. Brasília, 2009 a. 160 p. Relatório.

_____. **Agrostat**: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/primeira_pagina/extranet/AGROSTAT.htm>. Acesso em: 23 out. 2009b.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA e COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC. **Artigos**. 2004. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1196773076.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2010.

_____. **Aliceweb**: participação das exportações brasileiras, 2009. Disponível em: <http://alicesweb.mdic.gov.br/ajuda/inf_disponiveis.asp>. Acesso em: 24 nov. 2009.

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

NASTARI, P.M. **O setor brasileiro de cana-de-açúcar**: perspectivas de crescimento. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/static/aberto/complementos/870/nastari_presentation.pdf>. Acesso em: 14 ago.2008.

NEVES, M.F.; CONEJERO, M.A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 587-604, out./dez. 2007.

O’ BRIEN, D.; WOOLVERTON, M. **The relationship of Ethanol, gasoline and oil prices**. Disponível em <http://www.agmanager.info/energy/Ethanol-Energy-Price-Dynamics_June-09.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2010.

OFFICER, L. H. The law of one price cannot be rejected: two tests based on the tradable/nontradable price ratio. **Journal of Macroeconomics**, Washington, v. 8, n. 2, p. 159-182, Aug. 1986.

ORGANIZAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL – ORPLANA. **Manual de Instruções Consecana**, 2006. Disponível em: <http://www.orplana.com.br/manual_2006.pdf>. Acesso em: 16 out. 2009.

PAULILLO, L. F.; VIAN, C. E. F.; SHIKIDA, P. F. A.; MELO, F. T. Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis?*. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 531-565, set. 2007.

PEREIRA, L. M. **Modelo de formação de preços de commodities agrícolas aplicado ao mercado de açúcar e álcool**. 2009. 176 p. Tese (Doutorado em Economia)- Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PIACENTE, E. A. **Perspectivas do Brasil no mercado internacional de etanol**. 2006. 189 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

RAMOS, P. **Agroindústria canavieira e propriedade fundiária no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1999. 243 p.

RENEWABLE FUELS ASSOCIATION – RFA. **Industry statistics**. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

ROSSI, J. W. Determinação da taxa de câmbio: testes empíricos para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 397-412, 1991.

SANTOS, A. S.; GIANNINI, R. G.; MURTA VALLE, M. L. Adição de Compostos Oxigenados na gasolina e a experiência do Proálcool. **Revista Economia & Energia**, Brasília, v. 4, n. 19, p. 2, mar./abril. 2000. Disponível em: <<http://www.ecen.com/eee19/composxi.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2010.

SATOLO, L. F. **Dinâmica econômica das flutuações na produção de cana-de-açúcar**. 2008, 131p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SCHUH, G. E. The exchange rate and U.S. agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, v. 56, n. 1, p. 1-13, Feb. 1974.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 69-89, 1999.

SILVA, C. M. S.; ALMEIDA, E. L. F. **Formação de um mercado internacional de etanol e suas inter-relações com mercado de petróleo e açúcar**. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.gee.ie.ufrj.br/publicacoes/pdf/2006_form_mercado.pdf>. Acesso em: 08 maio 2009.

SILVA JÚNIOR, L. H.; LIMA, R. C.; SAMPAIO, Y. Inter- relações entre os preços do açúcar no mercado internacional e no mercado do Nordeste. In: ENCONTRO DE ECONOMIA BAIANA, 3., 2007, Salvador. **Anais eletrônicos....** Salvador: UFBA, 2007. Disponível em: <<http://www.mesteco.ufba.br/scripts/arquivos/artigo13.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2009.

SILVEIRA, A. M. **A relação entre os preços de açúcar nos mercados doméstico e internacional**. 2004. 74 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SIMS, C.A. Macroeconomic and reality. **The American Economic Review**, Pittsburgh, v.48, n. 1, p. 1-49, 1980.

SPOLADOR, H. F. S. **Impactos dinâmicos dos choques de oferta e demanda sobre a agricultura brasileira**. 2006. 108p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

STADUTO, J. A. R.; BACCHI, M. R. P.; BACHA, C. J. C. Avaliação do diferencial de salários na agropecuária brasileira: período de 1966 a 2002. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2, p. 267-295, abr/jun. 2004.

STRAPASSON, A. B.; JOB, L. C. M. A. Etanol, meio ambiente e tecnologia: Reflexões sobre a experiência brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.15, n.3, p. 51- 63, jul./set. 2006.

TONETO Jr., R.; PALOMINO, J. M.; LIBONI, L. **Estudo da competitividade da indústria paulista: setor sucroalcooleiro**, jan. 2008. Disponível em:
<http://geein.fclar.unesp.br/reunioes/quarta/arquivos/280308_Texto%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20GEEIN%2026_03_08.doc>. Acesso em: 8 fev. 2010.

UNICA União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Estatísticas**. Disponível em:
<<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE- USDA. **Statistics**. Disponível em:
<<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewTaxonomy.do;jsessionid=A7FA6F1BC47EF3535604A79F6EBCF778?taxonomyID=20>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- EPA **Renewable fuel standard program: regulatory impact analysis**. Fev. 2010. 1119 p. Disponível em:
<<http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420r10006.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2010.

XAVIER, C.E.O. **Localização de tanques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização**. 2008. 175p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

XAVIER, C.E.O., ZILIO, L.B., SONODA, D.Y.; MARQUES, P. V. **Custo de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no brasil: safra 2008/09**. Piracicaba: PECEGE; ESALQ, Depto. Economia Aplicada, 2009. 82 p. Relatório apresentado à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Brasília.

WRIGHT, B.D. e WILLIAMS, J.C. The welfare effects of the introduction of storage. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 89, n.1, p.169- 192, Feb. 1984.

ZILIO, L. B. Análise comparativa da viabilidade econômico-financeira para instalação de destilaria de etanol de cana-de-açúcar no norte de Goiás e no vale do São Francisco: um estudo de caso. 2009. 119p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.