

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO – EESP

FÁBIO LUIS GUIMARÃES

Preços de etanol no Brasil:
Uma análise espacial

SÃO PAULO

2011

FÁBIO LUIS GUIMARÃES

Preços de etanol no Brasil:

Uma análise espacial

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroenergia.

Campo de conhecimento: Economia e Mercado

Orientador: Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo

SÃO PAULO

2011

Guimarães, Fábio Luis

Preços de Etanol no Brasil: Uma análise espacial / Fábio Luis
Guimarães. - 2011.

126 f.

Orientador: Paulo Furquim de Azevedo

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

1. Álcool como combustível – Preços - Brasil. 2. Combustíveis - Brasil. 3. Gasolina – Preços - Brasil. 4. Canais de distribuição. 5. Álcool como combustível – Variações sazonais. I. Azevedo, Paulo Furquim. II. Dissertação (MPAGRO) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 620.9(81)

FÁBIO LUIS GUIMARÃES

Preços de Etanol no Brasil:

Uma análise espacial

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroenergia.

Campo de conhecimento: Economia e Mercado

Data de Aprovação:

22/11/2011

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo

Orientador - EESP – FGV

Prof. Dr. Mário Antônio Margarido

Dr. Zilmar José de Souza

À Raquel, sem você nada seria possível, e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Difícil chegar ao final de uma caminhada de quase três anos e expressar em poucas palavras o que isso significa, assim como agradecer aos que fizeram parte do percurso.

Aos meus pais, pela oportunidade da vida e a liberdade de traçar meu próprio caminho.

À Raquel pelo companheirismo, amizade e exemplo de persistência, além é claro, pela revisão da ortografia e normas.

Aos amigos Thomas e Thiago, por abrirem as portas de suas casas nas primeiras estadias em São Paulo e ao Pedro pela amizade e considerações dadas a este trabalho.

À Cosan, pelo apoio a realização deste mestrado e especialmente aos meus ex-gestores, Carlos Martins, Manoel dos Santos e Flavio Santiago que acreditaram no meu potencial. Em todos os aspectos, hoje consigo visualizar perfeitamente como me desenvolvi e amadureci acompanhando as expressivas mudanças do grupo.

À ANP, que representada pelo Sr. Marcio Dias disponibilizou dados essenciais para realização desse trabalho.

Ao Jose Dirlei da SCA, pela abertura dada ao discutir os resultados dos mapas.

Ao Leandro Almeida da Raizen pela troca de informações e experiência.

Ao Murilo Vianna da Embrapa pelas considerações e avaliação dos critérios utilizados na interpolação dos dados.

Ao Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo pela orientação, sabedoria e recomendações finais.

Ao Prof. Dr. Mario Antônio Margarido pela inigualável paciência em me ensinar Econometria em tão pouco tempo e tornar simples algo extremamente complexo.

Aos colegas do MPAgro e da FGV, pela amizade e por ajudarem a tornar a proposta do curso uma realidade.

A essa força vital, que cada um dá um nome, mas em todos os nomes um único ato: Fé.

“Quem conhece a sua ignorância revela a mais profunda sapiência. Quem ignora a sua ignorância vive na mais profunda ilusão.”

Lao Tsé

RESUMO

A introdução da tecnologia *flex-fuel* resultou em um expressivo aumento do consumo de etanol no Brasil, tornando-o principal concorrente da gasolina nos postos de combustíveis. Apesar disso, diferentemente da gasolina, a oferta de etanol sofre com a sazonalidade da safra de cana de açúcar, mostrando-se insuficiente para atender a demanda, incorrendo em altos preços nos períodos de entressafra. Além destes fatores, a expansão do uso de etanol como combustível enfrenta a ausência de políticas públicas claras que incentivem o mercado, assim como uma estrutura logística que permita o escoamento do produto a baixos custos. O presente trabalho buscou demonstrar como se comportam espacialmente os preços de etanol e gasolina no Brasil. Observou-se que os preços de etanol combustível ao consumidor foram menores quanto mais próximos das regiões produtoras e maiores conforme se distanciam, até se tornarem desvantajosos para o consumidor de alguns estados na medida em que a paridade de preços frente à gasolina supera o limite técnico de 70%. Observou-se também que a sazonalidade distinta das duas regiões produtoras do país define padrões sazonais de áreas que predominantemente consomem etanol ou gasolina, conforme a paridade de 70%. Este resultado indica que a necessidade de estoques e fluxos de produtos depende não apenas das condições logísticas, mas também da combinação da sazonalidade das regiões produtoras. Por fim, intencionou-se entender como e em que proporção os preços ao produtor do estado de São Paulo relacionam-se com os preços ao consumidor de outras regiões do país. Este estudo demonstrou que a velocidade de transmissão dos preços não está relacionada com a distância e que fatores logísticos e características específicas de cada mercado são os principais determinantes do comportamento dos preços ao consumidor em relação às alterações nos preços ao produtor do estado de São Paulo.

Palavras-chave: Etanol, Combustíveis, Preço, Distribuição espacial

ABSTRACT

The introduction of flex-fuel technology resulted in an expressive increase of ethanol consumption in Brazil, competing directly with gasoline throughout gas stations. Nevertheless, unlike gasoline, ethanol suffers from seasonal cycles of sugarcane harvesting, proving to be insufficient to attend demand, incurring in high prices in off-season periods. Besides these factors, the growth in use of ethanol as fuel lacks clear public policies that would encourage the market, as well as structured logistics that would allow for the disposal of the product at a low cost. This study aims to demonstrate how ethanol and gasoline prices behave spatially in Brazil. It was observed that ethanol prices paid by consumers were lower the closer to production areas and higher with greater distances, until they turned disadvantageous for consumers in some states where the parity of ethanol prices against gasoline overcame the technical limit of 70%. It was also observed that the different seasonal cycles from the two production areas in the country define seasonal patterns in consumption of ethanol or gasoline, based on the 70% parity. The results indicate that stocks and product flows depend not only on logistic conditions, but also on seasonal combinations of the producing areas. Finally, this work intends to understand how and to what degree production prices in the state of São Paulo relate to the prices that consumers pay in other regions of the country. This study demonstrates that the speed in price transmission is not related to distance, but rather, that logistic factors and the specific characteristics of each market are the major determinants of the behavior of consumer prices with relation to changes in production prices in the state of São Paulo.

Keywords: Ethanol, Fuel, Price, Spatial distribution

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rotas bioquímicas para produção de etanol.....	21
Figura 2 – Período de safra da cana de açúcar	23
Figura 3 – Fluxo de distribuição de etanol carburante	34
Figura 4 – Localização das usinas e produção de etanol hidratado por município	36
Figura 5 – Localização das bases, terminais e centros coletores	42
Figura 6 – Trajeto do projeto de etanolduto da empresa Logun.....	44
Figura 7 - % de postos bandeira branca por município em 2010	47
Figura 8 – Receita gerada nos canais de distribuição de etanol	48
Figura 9 – Localização das refinarias e usinas de açúcar e álcool no Brasil.....	54
Figura 10 – Exemplo da técnica de krigagem.....	64
Figura 11 – Localização dos municípios pesquisados	70
Figura 12 – Resultado da primeira modelagem: preço médio de etanol nos postos de combustíveis	72
Figura 13 – Visualização da faixa A	73
Figura 14 – Visualização da faixa B	74
Figura 15 – Resultado da segunda modelagem: preço médio da gasolina nos postos de revenda.	76
Figura 16 – Resultado da terceira modelagem: mapa da paridade etanol vs gasolina	77
Figura 17 – Visualização da faixa com menor iso-preço relativo etanol/gasolina.....	78
Figura 18 – Resultados da quarta modelagem: comportamento sazonal dos preços de etanol no varejo	81
Figura 19 – Localização das regiões selecionadas para análise dos dados	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Moagem de cana de açúcar e mix de produção.....	22
Gráfico 2 – Indicadores de preço de etanol hidratado ao produtor	24
Gráfico 3 - Produção de Veículos por tipo de combustível.....	28
Gráfico 4 - Produção e consumo de gasolina e etanol.....	28
Gráfico 5 – Produção de etanol hidratado por grande região	29
Gráfico 6 – Relação do preço médio etanol versus preço médio gasolina por região entre os anos 2001 e 2010	30
Gráfico 7 – Quantidade de postos bandeira branca e demais bandeiras	46
Gráfico 8 – Valor do frete médio (R\$/ m ³) de etanol com origem em Ribeirão Preto e destino as principais bases de distribuição de combustíveis.	57
Gráfico 9 – Destino do etanol hidratado produzido nos principais estados da Região Centro Sul.....	58
Gráfico 10 – Etapas para análise de dados geoprocessados.....	61
Gráfico 11 – Histograma dos dados da primeira análise	71
Gráfico 12 – Sazonalidade dos preços de etanol no Brasil.....	80
Gráfico 13 – Análise gráfica das séries temporais.....	88
Gráfico 14 – Análise gráfica da primeira diferença dos logaritmos das series.....	89
Gráfico 15 – Resultados da função de resposta ao impulso	109
Gráfico 16 – Resultados da função de respostas ao impulso	110
Gráfico 17 – Análise dos resultados.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de concentração dos combustíveis em 2008	39
Tabela 2 – Evolução do HHI da distribuição de etanol hidratado e gasolina C por estado..	40
Tabela 3 – Quantidade de postos de abastecimento por distribuidora e grande região em 2010.....	46
Tabela 4 – Alíquota de ICMS no etanol hidratado por unidade de federação.....	50
Tabela 5 – Quantidade de municípios e postos pesquisados pela ANP	69
Tabela 6 – Relação das series de dados correspondentes a média dos preços de etanol no varejo.....	85
Tabela 7 – Resultados do teste de Dickey Fuller Aumentado	92
Tabela 8 – Resultados do teste de Causalidade de Granger	95
Tabela 9 – Resultados do teste de raiz unitária sobre os resíduos da regressão	98
Tabela 10 – Resultados do modelo de correção de erros.....	101
Tabela 11 – Resultados do teste de Co-integração de Johansen.....	104
Tabela 12 – Resultados da decomposição da variância das regiões.....	114

SIGLAS E UNIDADES UTILIZADAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ATR – Açúcar Total Recuperável

CADE – Conselho Administrativo de Defesa Econômica

CEAM – Comissão de Estudos sobre Álcool Motor

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CIDE – Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico

CIF – *Cost Insurance Freight*

CNAL – Conselho Nacional do Álcool

COFINS – Contribuição Social para Financiamento da Seguridade Social

COTEPE – Comissão Técnica Permanente

EAC – Etanol Anidro Carburante

EHC – Etanol Hidratado Carburante

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GNV – Gás Natural Veicular

HHI – *Herfindahl Hirschman Index*

IAA – Instituto do Açúcar e do Álcool

IAD – Índice Anti Detonante

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação

INPM – Instituto Nacional de Pesos e Medidas

LPMCC – Levantamento de Preços e Margens de Comercialização de Combustíveis

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MON – Motor Octane Number

MTBE – Metil terciário butil éter

MVA – Margem de Valor Agregado

PIS/PASEP – Programa de Integração Social do Trabalhador e de Formação do Patrimônio do Servidor Público

PNA – Programa Nacional do Álcool ou Proálcool

PNE – Plano Nacional de Energia

RON – *Research Octane Number*

SCA – Sociedade Corretora do Álcool

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SINDICOM – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes

VAR – Vetor Auto Regressivo

VEC – Vetor de Correção de Erros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	O ETANOL COMO COMBUSTÍVEL	19
2.1	Produção de Etanol.....	19
2.2	Contexto histórico do setor sucroalcooleiro	25
2.3	Aspectos da demanda	27
3	DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS.....	31
3.1	Breve história do setor de distribuição de combustíveis	31
3.2	Caracterização do setor de distribuição de Etanol.....	33
3.2.1	Usinas.....	35
3.2.2	Distribuidoras	38
3.2.3	Postos de abastecimento	44
3.3	Considerações sobre os canais de distribuição de etanol.....	48
3.4	Precificação e tributação de etanol.....	49
3.5	Considerações sobre os fluxos logísticos.....	55
4	GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISE DO MERCADO DE ETANOL	60
4.1	Metodologia	60
4.2	Dados	67
4.3	Resultados.....	70
4.3.1	Resultado da Primeira Modelagem: Média dos preços de etanol praticados no varejo	71
4.3.2	Resultado da Segunda Modelagem: Média dos preços de gasolina praticados no varejo	75
4.3.3	Resultado da Terceira Modelagem: Paridade Etanol vs Gasolina	76
4.3.4	Resultado da Quarta Modelagem: Comportamento sazonal de etanol no varejo	79
5	ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE PREÇOS NO MERCADO DE ETANOL.....	82

5.1	Metodologia	83
5.2	Dados	84
5.3	Análise das séries temporais.....	87
5.4	Resultados.....	90
5.4.1	Teste de Raiz Unitária	90
5.4.2	Teste de causalidade de Granger.....	93
5.4.3	Testes de Cointegração	96
5.4.4	Decomposição da variância e função de resposta ao impulso	105
5.4.5	Análise dos resultados da função de resposta ao impulso.....	106
5.4.6	Análise dos resultados da decomposição da variância.....	111
5.5	Discussão sobre os resultados	114
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICE	124

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de etanol carburante no Brasil, ocasionado principalmente pela introdução da tecnologia *flex-fuel* e pela significativa melhoria econômica do país, tem alterado o mercado de combustíveis. O etanol se transformou em um produto substituto a gasolina, podendo o consumidor optar por qual combustível utilizar conforme a relação custo benefício. Entretanto, aspectos relacionados à logística de distribuição e ao distinto padrão de concorrência entre as cadeias de etanol e de derivados de petróleo afetam a paridade entre os preços dos dois produtos e criam um padrão geográfico do comportamento do consumo e dos preços.

A logística de distribuição de combustíveis é favorável ao mercado de derivados de petróleo, pois foi desenhada especificamente para esse fim. Contando com apenas 11 refinarias distribuídas pelo país, o modelo de distribuição de derivados é privilegiado por rodovias, ferrovias, dutos e em alguns casos portos. Além disso, uma única empresa, a Petrobras, controla a oferta e preços de derivados de petróleo, os quais deixam de responder a choques de oferta e demanda como ocorreria em um mercado plenamente concorrencial. Em contrapartida, cerca de 430 usinas existentes no Brasil conferem maior concorrência à determinação dos preços. Do ponto de vista logístico, com menor escala de distribuição e utilizando na maior parte das operações o modal rodoviário, o etanol vai absorvendo os custos logísticos sendo sufocado pelo modelo concorrencial com a gasolina e inviabilizando sua comercialização em regiões mais distantes do centro produtor.

Na medida em que a tributação sobre os combustíveis no Brasil representa parte significativa dos preços para o consumidor, e como a carga tributária é diferente para o etanol e para a gasolina, nota-se também outro fator que afeta a competitividade entre esses produtos substitutos e o seu padrão geográfico de consumo e de preços.

O presente estudo visa caracterizar diversos aspectos inerentes à produção e distribuição de etanol, além também de demonstrar espacialmente como se comportam os preços no Brasil em comparação aos da gasolina. De forma única, irá representar através de mapas como o comportamento sazonal dos preços de etanol é transferido para as demais regiões do Brasil, resultado tanto da sua peculiaridade agrícola, quanto de características da logística, distribuição e tributação. Além disso, essa dissertação procurou demonstrar como os preços pagos ao produtor da principal região produtora do Brasil são transferidos ao consumidor de regiões mais distantes e como essas regiões respondem a choques nos preços ao produtor.

O estudo está estruturado em cinco capítulos, tendo o capítulo 2 o objetivo de esclarecer aspectos da produção e demanda de etanol no Brasil, além do contexto histórico ao qual está inserido. O capítulo 3 irá apresentar as características de distribuição de etanol, assim como sua precificação e tributação. O capítulo 4 utiliza geoprocessamento para modelar o comportamento dos preços no Brasil e o capítulo 5 realiza uma análise de transmissão geográfica de preços, por meio de análise de séries de tempo.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões e possibilidades futuras de pesquisa.

2 O ETANOL COMO COMBUSTÍVEL

Esclarecer o contexto que permeia o uso do etanol como combustível é o objetivo desse capítulo que, além de aspectos da produção, visa abordar o contexto histórico ao qual está inserido, bem como as características que impactam sua demanda.

2.1 Produção de Etanol

A substância molecular C_2H_6O denominada etanol, pode ter diferentes fins dependendo da sua especificação. Dentre eles, destaca-se: o uso em processos industriais diversos, o uso como bebida alcoólica ou como solvente e o uso como fonte de energia. Seu aspecto líquido, incolor e solúvel em água ou outras substâncias possibilitam inúmeras vantagens químicas. Uma dessas vantagens reside no fato de sua estrutura molecular possuir um átomo de oxigênio, sendo assim, ao ser queimado, possibilita uma melhor combustão e uma emissão reduzida de carbono. Esta vantagem do etanol já tinha sido explorada por Henry Ford, no início do século XX, em testes com motores a combustão, mas somente nos dias atuais é que começa a chamar a atenção do mundo: na possibilidade de ser utilizada em larga escala como combustível substituto aos derivados do petróleo.

A capacidade de gerar energia de um combustível é conhecida como poder calorífico e corresponde ao número de calorias desprendido após a queima. No etanol o poder calorífico constatado é de 22.350 KJ/L (1000 joules por litro), enquanto que na gasolina esse valor é de 32.180 KJ/L; ou seja, o etanol possui um poder de gerar energia correspondente a cerca de 70% o da gasolina. Entretanto, seguindo a mesma linha de comparação, vale constatar que o etanol tem um maior

poder antidetonante¹ que a gasolina, assim, quanto maior a octanagem de um combustível maior será o rendimento térmico de um motor. No etanol a octanagem é entre 102-130 enquanto na gasolina varia entre 90-100 (avaliada pelo método RON)².

Mas não são os aspectos de rendimento apresentados que fazem com que o etanol se sobressaia em relação a outros combustíveis líquidos. Há ainda uma diversidade de fatores que permeiam as discussões referentes às melhores opções de fontes de energia, dentre eles a emissão de gases poluentes resultantes da queima, o preço final para consumidor, geração de emprego e estímulo econômico, e ainda aspectos renováveis de produção.

No que diz respeito à produção, Zarpelon (2003) explica que o etanol pode ser produzido pela via bioquímica, através da fermentação de açúcares ou ainda pela via química, através da hidratação do etileno; no entanto, essa última rota, além de mais complexa, deve ser apenas para aplicações restritas, nas quais o etanol não é destinado ao consumo humano. A via bioquímica é mais utilizada e pode ter ainda outras rotas distintas de produção de acordo com a matéria prima utilizada, podendo separar-se em dois grupos: em um deles a matéria prima disponibiliza os açúcares diretamente para fermentação e, num segundo grupo, a matéria prima tem que passar por um processo de hidrólise para obtenção dos açúcares e posterior fermentação. A Figura 1 demonstra as rotas bioquímicas para produção de etanol. No Brasil, a rota mais utilizada é a que utiliza a extração direta dos açúcares da cana de açúcar.

¹ Essa condição é conhecida como octanagem e corresponde a capacidade de suportar compressão sem explodir espontaneamente.

² Existem 3 métodos para se determinar a octanagem, RON, MON e IAD. O método Research Octane Number (RON) consiste em avaliar a resistência de detonação de um combustível com o motor em baixa rotação e carga plena. O método Motor Octane Number (MON) avalia com o motor em alta rotação e o Índice Anti Detonante (IAD) é a média aritmética de ambos os métodos.

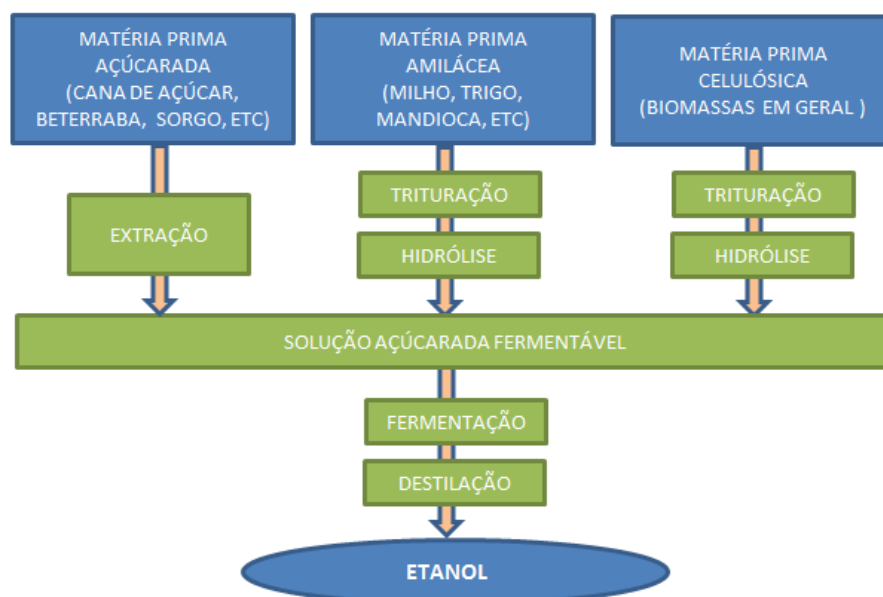


Figura 1 – Rotas bioquímicas para produção de etanol

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Nogueira (2008).

Na rota bioquímica, ambas as fontes são consideradas renováveis, cada qual com suas características específicas como: período de safra, forma de colheita e produtividade. Em relação à produtividade o etanol de cana de açúcar apresenta cerca de 6800 litros por hectare, muito acima da produtividade do milho que é de 3100 litros por hectare e também da beterraba, que não ultrapassa 5500 litros por hectare.

A cana de açúcar cultivada no Brasil é utilizada principalmente tanto para produzir etanol como para produzir açúcar. Após a moagem, o caldo da cana carrega os açúcares chamados de Açúcar Total Recuperável (ATR), e direcionados para a linha que cristaliza a sacarose para obtenção de açúcar e/ou para a linha de fermentação para obtenção de etanol. Essa flexibilidade é conhecida como *mix* de produção e tem um limite que, segundo Zanão (2009) varia entre 5% e 10%, ou seja, nas usinas que contemplam os dois processos produtivos, os ATR obtidos na extração da cana de açúcar são direcionados para a produção de açúcar e/ou para produção de etanol, conforme as perspectivas de demanda e incentivos econômicos, sendo o mix limitado entre 60% a 40% para cada um dos produtos.

Conforme dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a produção brasileira da safra 2010/2011 ultrapassou 600 milhões de toneladas de cana de açúcar, produzida em mais de 9 milhões de hectares de terra para o cultivo, o que corresponde a cerca de 40% da produção mundial dessa cultura. Nas ultimas safras podemos observar a tendência que direciona o ATR mais para a produção de etanol, conforme pode ser notado no Gráfico 1.

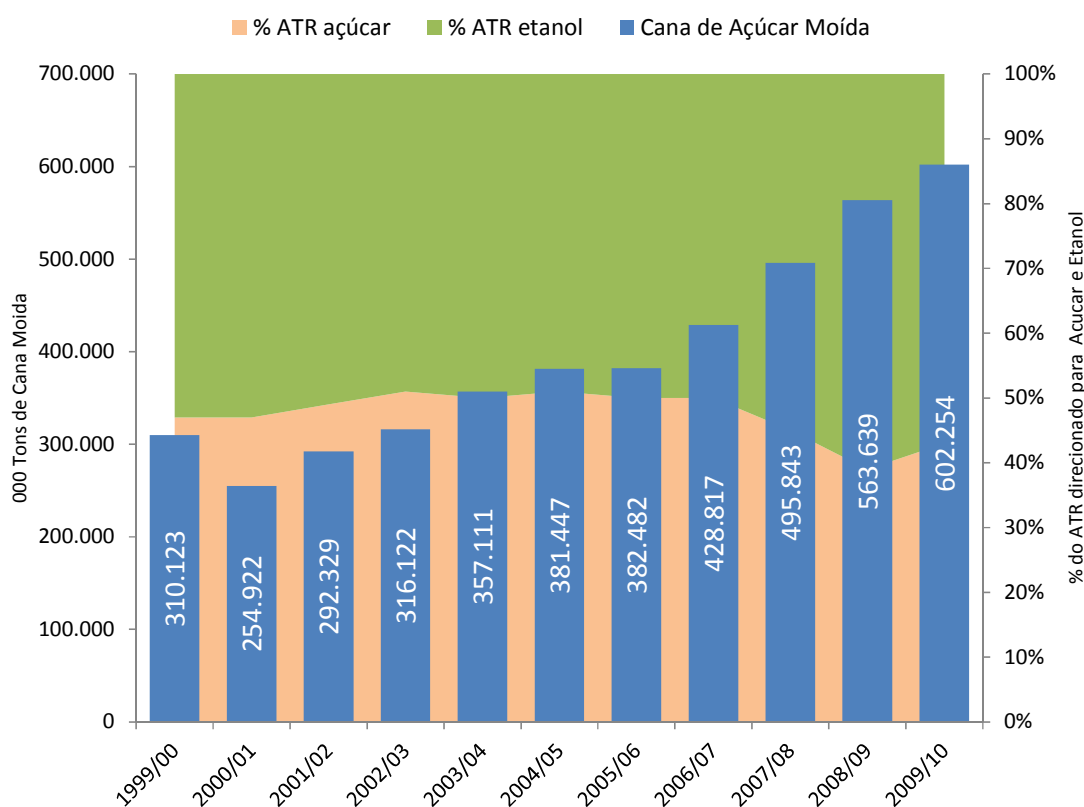


Gráfico 1 – Moagem de cana de açúcar e mix de produção

Fonte: Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Elaboração própria.

A produção de cana de açúcar no Brasil se concentra basicamente em duas grandes regiões: Centro Sul, que representa cerca de 90% da moagem de cana de açúcar do Brasil e tem seu período de safra entre os meses de março/abril até novembro/dezembro e a Região Nordeste que inicia a safra entre agosto/setembro e termina entre abril/maio, conforme observa-se na Figura 2. Essa diferença é devida principalmente ao fator climático, enquanto o período de precipitação

nordestino é de abril a agosto, na Região Sudeste as chuvas se iniciam em outubro e se concentram entre dezembro e fevereiro.



Figura 2 – Período de safra da cana de açúcar

Fonte: Elaboração própria.

No Brasil, o etanol para uso como combustível é classificado basicamente como etanol anidro ou etanol hidratado. O etanol anidro, tecnicamente Etanol Anidro Carburante (EAC), possui teor alcoólico de 99,3 INPM³ e é utilizado na mistura junto à gasolina, melhorando sua octanagem e agindo como aditivo antidetonante em substituição ao chumbo tetraetila e ao Metil terciário-butil éter (MTBE). Já o etanol hidratado, Etanol Hidratado Carburante (EHC), possui teor alcoólico de 93,2 INPM e pode ser utilizado diretamente como combustível nos veículos dotados de tecnologia para esse fim.

O principal indicador de preços do mercado de etanol é elaborado e divulgado semanalmente pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (CEPEA - ESALQ), que também apura os preços das principais *commodities* agrícolas do Brasil. O indicador é elaborado tanto para Etanol Anidro como para Etanol Hidratado e leva em consideração os preços praticados pelas usinas do estado de São Paulo no decorrer da semana analisada, é apresentado sem impostos e sem frete (com retirada na própria usina produtora). Uma vez que o estado de São Paulo representa cerca de 60% da moagem de cana de açúcar do Brasil e mais de 55% da produção de etanol hidratado, tornou-se referência nas negociações comerciais. O CEPEA também divulga indicadores de preço ao produtor de etanol de outras regiões como Alagoas e Pernambuco (Região Nordeste), no entanto, ambos são divulgados em periodicidade mensal e no caso de Alagoas é considerado os

³ INPM é uma medida de densidade utilizada para informar a quantidade de álcool contida em 100 gramas de mistura.

impostos. Mais recentemente, em meados de 2010, o CEPEA iniciou também a divulgação do indicador semanal de preços ao produtor de etanol para o estado de Goiás em duas condições, vendas internas e vendas para outros estados.

Devido à distinta sazonalidade das safras do Centro Sul e do Nordeste, é comum notar que estes indicadores com frequência apresentam um movimento contrário no período compreendido entre os meses de Maio a Agosto, reflexo da entressafra nordestina e de um pico de safra na Região Centro Sul, conforme nota-se no Gráfico 2.

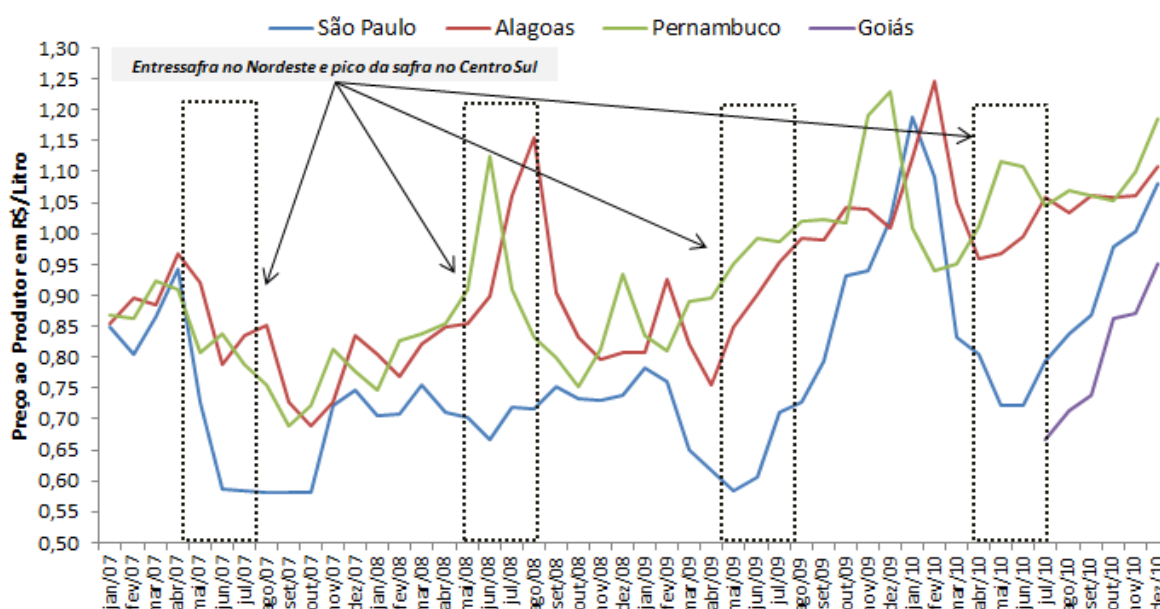


Gráfico 2 – Indicadores de preço de etanol hidratado ao produtor

Fonte: Dados do CEPEA/ESALQ. Elaboração Própria.

Nota: (1) No gráfico são apresentados apenas os preços de etanol hidratado carburante, para o estado de São Paulo o indicador foi transformado em série mensal, sem frete e sem impostos. (2) Para os estados de Alagoas e Pernambuco os dados são mensais em sua origem, sem frete, com PIS/COFINS e Sem ICMS. (3) Para o estado de Goiás foi considerado o indicador de vendas internas, sem frete e sem impostos.

Assim, o distinto comportamento sazonal dos preços ao produtor é definido conforme a região onde a produção está localizada, consequentemente, os preços ao consumidor devem seguir a mesma lógica sazonal, definindo, adicionalmente, épocas e áreas em que há predomínio do consumo de etanol.

2.2 Contexto histórico do setor sucroalcooleiro

O contexto histórico ao qual a produção de etanol esta inserida é de extrema importância para entender sua relação com o mercado de açúcar e sua origem cercada de intervenções públicas, assuntos que serão abordados a seguir.

No decorrer da Primeira Guerra Mundial, devido ao desabastecimento de combustível iniciaram-se os testes com o etanol. Nesse período a gasolina era 100% importada e o governo pretendia economizar divisas. Somente após a crise de 1929 é que foi determinada a adição de 2% a 5% de etanol à gasolina. Constatado o benefício econômico, através do Ministério da Agricultura o governo criou o primeiro dispositivo de intervenção estatal no setor sucroalcooleiro: a Comissão de Estudos sobre Álcool Motor (CEAM), que tinha como objetivo pesquisar e incentivar a produção de álcool anidro para mistura com a gasolina.

Posteriormente, em 1933, o CEAM deu origem ao Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), um marco da intervenção estatal no setor e principal responsável pela regulação e controle da produção. Tendo como base a capacidade instalada das usinas, bem como o consumo e produção de cada estado, o IAA elaborou uma fórmula para concessão de cotas de produção para todas as usinas visando criar um equilíbrio entre oferta e demanda.

Em 1964, o IAA lançou o “Plano de Expansão da Agroindústria Açucareira Nacional”, incentivando a ampliação do parque industrial açucareiro que, em paralelo ao aumento da capacidade de produção de diversos outros países produtores resultou em uma queda drástica das exportações de açúcar do Brasil, culminando numa crise de superprodução brasileira durante o decorrer da década de 1960. Assim, já no início de 1970 tornou-se necessária uma nova intervenção para regular o mercado com o objetivo de sanar tanto a superprodução de açúcar como reduzir os gastos com a importação de petróleo; pois, nesse mesmo período, houve o primeiro choque do petróleo que elevou os gastos públicos de US\$ 600 milhões em 1973 para US\$ 2,5 bilhões em 1974.

Após muitos debates, foi criado em 1975 o então Programa Nacional do Álcool ou Proálcool (PNA), que incentivou a produção de etanol anidro em substituição ao chumbo tetraetila que na época era misturado à gasolina. A primeira fase do Proálcool estendeu-se até 1979, período em que ocorreu o segundo choque do petróleo, nos quais os preços atingiram US\$ 28,70 o barril ante um preço de US\$ 12,41 por barril em 1974. Por conseguinte, vendo-se novamente sobre pressão o governo teve de intervir através de incentivos financeiros, ampliando o programa e estimulando a instalação de destilarias e novas usinas, com o intuito de gerar uma grande produção de etanol e altos volumes de estoque.

A segunda fase do programa iniciou-se ainda 1979, justamente quando o governo e a indústria automobilística lançaram o carro 100% movido a etanol hidratado e definiu a obrigatoriedade de 22% de etanol anidro a ser misturado na gasolina. Tanto os governos estaduais como federais incentivaram a compra de carros movidos a álcool hidratado ao reduzir impostos, concedendo financiamento subsidiado e fixando o preço do álcool em 50% do da gasolina. Tais incentivos motivaram durante toda a década de 1980 a produção e venda de carros a álcool, tornando esse tipo de veículo um sucesso de vendas, atingindo um percentual de até 95% da produção total de veículos leves. Entretanto, a partir de 1985, com a reversão da alta do petróleo, período conhecido como “Contra-choque do petróleo”, houve uma consequente queda nos preços da gasolina que atingiram valores abaixo do custo de produção de etanol na época, desestimulando a remuneração dos produtores. Iniciou-se nesse período uma crise de desabastecimento de etanol que gerou muito desgaste entre os agentes do setor, governo e consumidores que vinham enfrentando extensas filas nos postos de combustíveis no final da década de 1980.

O desabastecimento desgastou a imagem dos veículos movidos a etanol causando queda na demanda e na produção. Esse período foi marcado também pela reforma administrativa do governo Collor que pregou a liberalização econômica e a não intervenção do estado na economia. Nesta mesma época foi instinto o IAA, consequentemente o complexo sucroalcooleiro viu-se diante da ausência de um suporte público no controle da produção e comercialização, dando início a um

processo de desregulamentação do mercado no qual os preços passaram a ser liberados.

A liberação do mercado provocou inúmeras incertezas quanto ao futuro do etanol que só foram eliminadas com a introdução da tecnologia *flex-fuel* em 2003. A nova tecnologia dotava os veículos de sensores eletrônicos que podiam identificar o percentual de mistura de etanol e gasolina nos combustíveis, adaptando as funções de gerenciamento dos motores conforme a mistura do combustível utilizado. Desta forma, o consumidor passou a ter opção de escolha em relação ao combustível que melhor lhe conviesse.

Assim, o etanol começava a retomar a confiança e credibilidade, e a análise dos aspectos da distribuição de combustíveis e de suas consequências sobre a precificação do etanol, aprofundada nas seções subsequentes, é diretamente afetada por este novo ambiente, em que há larga difusão de veículos que permitem a arbitragem do consumidor, conforme os preços relativos de etanol e gasolina.

2.3 Aspectos da demanda

Com o advento da nova tecnologia *flex-fuel* a evolução da frota de automóveis foi alterando radicalmente e, em 2009, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), o licenciamento de veículos biocombustíveis representou cerca de 80% do total de veículos leves e a produção ultrapassou dois milhões e quinhentas mil unidades conforme pode-se notar no Gráfico 3.

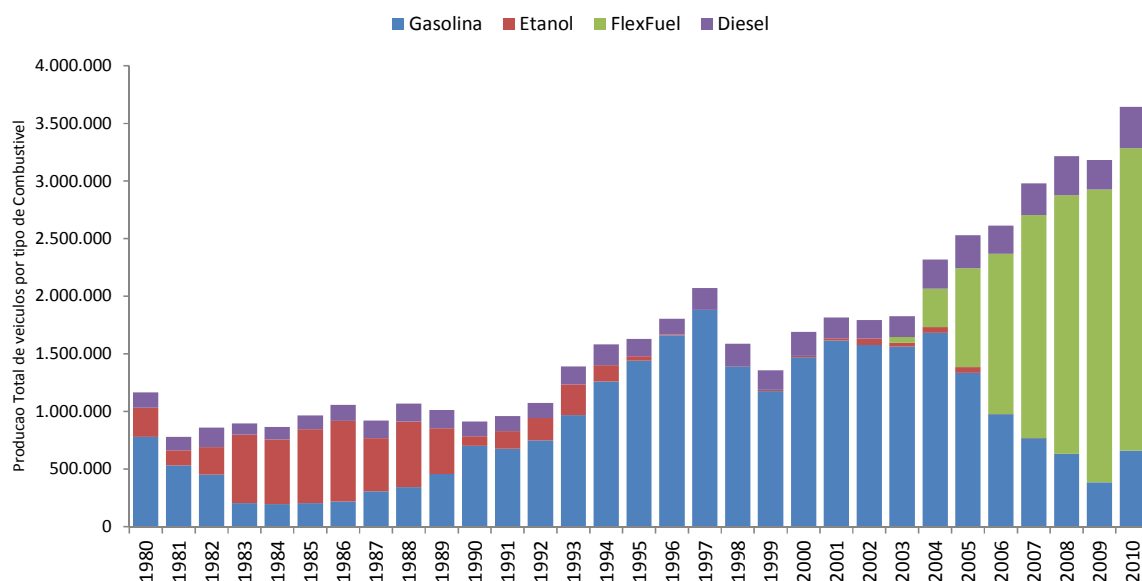


Gráfico 3 - Produção de Veículos por tipo de combustível

Fonte: Dados da ANFAVEA. Elaboração própria.

O sucesso dos veículos *flex-fuel* estimulou a demanda e incentivou a produção de etanol conforme pode-se observar no Gráfico 4. A produção que era cerca de 6 bilhões de litros no período de introdução da tecnologia passou para quase 20 bilhões de litros em 2010.

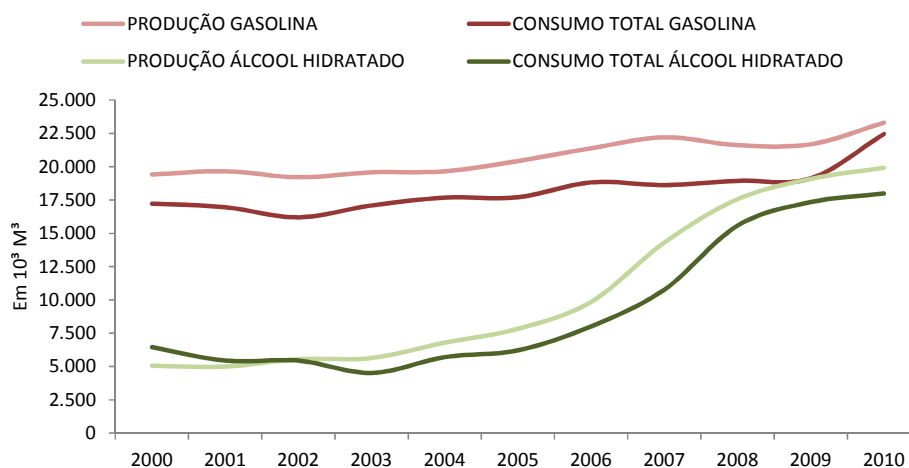


Gráfico 4 - Produção e consumo de gasolina e etanol

Fonte: Dados do Ministério de Minas e Energia. Elaboração própria.

No entanto, uma vez que as usinas estão concentradas na Região Centro Sul do Brasil, nota-se, conforme Gráfico 5, que o Sudeste e o Centro Oeste são as regiões

onde mais se produz etanol. Assim, devido a esse fator locacional, apesar do grande sucesso da tecnologia *flex-fuel*, as vantagens proporcionadas pela possibilidade de optar por um ou outro combustível pode não se tornar realidade em grande parte das regiões do Brasil, tanto pela peculiaridade da produção como fatores logísticos que serão discutidos em capítulos posteriores.

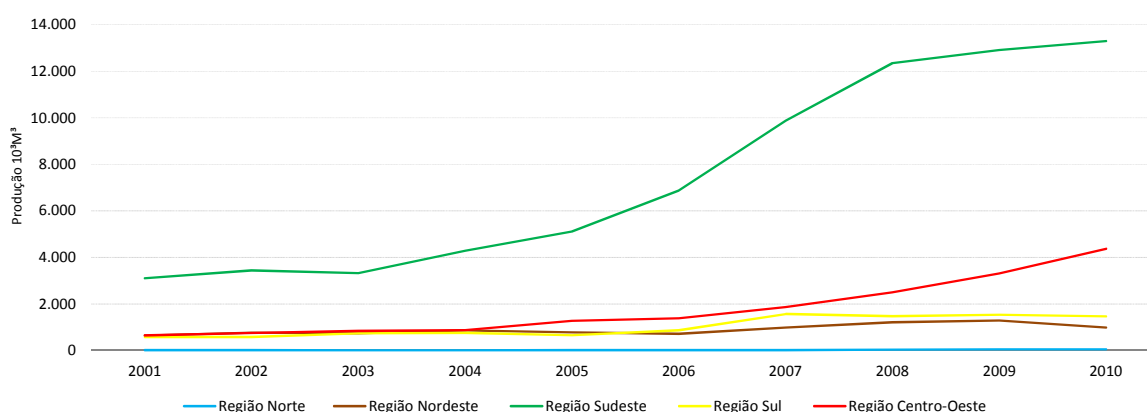


Gráfico 5 – Produção de etanol hidratado por grande região

Fonte: Dados da ANP e MAPA. Elaboração própria.

É importante lembrar que, devido ao poder calorífico do etanol ser cerca de 70% o da gasolina, é economicamente mais vantajoso para o consumidor utilizar o etanol quando seu preço em relação ao da gasolina estiver nesse mesmo limiar de paridade. Os preços médios anuais de cada região divulgados pela ANP demonstram que entre 2001 e 2010 as regiões mais impactadas pela paridade superior a 70% foram: Norte, Nordeste e Centro Oeste, conforme pode-se notar no Gráfico 6.

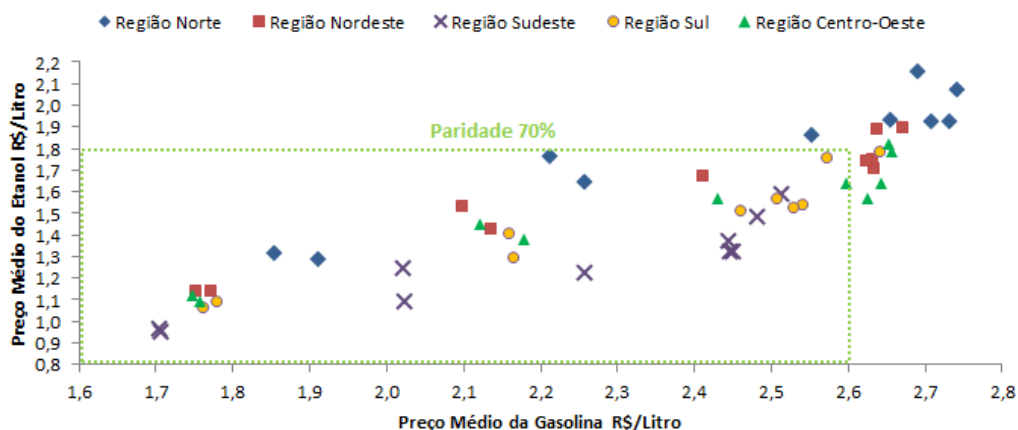


Gráfico 6 – Relação do preço médio etanol versus preço médio gasolina por região entre os anos 2001 e 2010

Fonte: Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração própria.

Conforme pôde-se constatar nos tópicos anteriores, apesar das vantagens proporcionadas pelo uso do etanol, pelo sucesso da tecnologia *flex-fuel* e o grande avanço da produção deste combustível renovável, a expansão desta fonte de energia para todo o Brasil fica limitada as características da produção e também da distribuição de combustíveis, especialmente de seu substituto direto, a gasolina. Ambos os aspectos serão abordados no capítulo seguinte, entretanto, cabe aqui ressaltar que devido às características concorrenciais destes combustíveis, estudos das elasticidades de preço da gasolina e do etanol tem sido relativamente frequentes e importantes para entender como se comporta o mercado de combustíveis, mas que devido as características extremamente distintas dos estados brasileiros, abre-se uma lacuna onde não se encontram estudos de como o comportamento dos preços desses combustíveis é particular para cada região. Assim, resalta-se aqui o interesse em preencher parte dessa lacuna com estudos sobre o comportamento espacial dos preços desses combustíveis.

3 DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

Este capítulo visa esclarecer o setor de distribuição de combustíveis no Brasil, além abordar aspectos específicos sobre a distribuição de etanol, sua precificação e tributação.

3.1 Breve história do setor de distribuição de combustíveis

Conforme explica Lopes (2009) e Carneiro (2003), a história da distribuição de combustíveis no Brasil teve início em 1912, quando as primeiras multinacionais Shell, Esso e Texaco se instalaram no país para exploração do setor. Essas multinacionais eram parte das 34 empresas que resultaram da dissolução da *Standard Oil Company of Brazil*, em 1911, após a suprema corte federal norte americana ter julgado o famoso truste petrolífero criado por John Rockefeller.

Comercializando inicialmente gasolina, querosene, lubrificantes e óleo combustível, essas companhias, aos poucos, foram expandindo seus negócios e ramificando a revenda pelo país; tendo como estados principais Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia e Pernambuco. Durante a Primeira Grande Guerra suas importações de óleo combustível aumentaram, pois era bastante utilizado na indústria, no transporte ferroviário e marítimo. O mesmo se deu com o querosene que era usado em iluminações residenciais.

Recente pesquisa sobre a história da distribuição de combustíveis no Brasil foi feita por Noel (2010), da qual se extraiu uma concisa e breve cronologia a ser apresentada a seguir.

Em 1919, a Esso inaugurou seu primeiro terminal oceânico e depósito de derivados a granel no Rio de Janeiro, tornando-se assim a primeira distribuidora a receber um navio petroleiro com gasolina no Brasil. No entanto, o grande salto na estrutura de

distribuição de combustíveis foi dado na década de 1950 com o fim da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria automobilística expandiu-se fortemente. As importações de carros norte-americanos acarretaram o aumento do consumo de derivados de petróleo e a preocupação do então presidente brasileiro Getúlio Vargas. Foi nesse mesmo período que veio à tona a discussão sobre a exploração de petróleo em território nacional, que ficou conhecida como a campanha "O Petróleo é nosso".

Assim, em 1953 foi criada a Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras), empresa responsável pela exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil. Dessa forma, de maneira gradativa as atividades de refino foram se expandindo e a logística de distribuição foi tomando novas configurações, levando as companhias a investirem em bases de armazenamento, de transferência de produtos e terminais marítimos, ampliando assim os meios de transporte para além da modalidade rodoviária, através de cabotagens e de uma malha ferroviária por meio dos vagões tanques.

Após o primeiro choque do petróleo em 1970 e consequentemente da criação do Proálcool em 1975, as distribuidoras tiveram que se adaptar ao novo combustível construindo tanques específicos e desenvolvendo uma logística que suportasse a aquisição do etanol das usinas, seu transporte e mistura com a gasolina para posterior distribuição aos postos (o objetivo inicial dessa fase do Proálcool era utilizar o etanol anidro em mistura com a gasolina para reduzir as importações que estavam onerando o governo).

Em meados de 1979, final da primeira fase do Proálcool e mesmo período do lançamento do veículo movido 100% a etanol hidratado, foi criado o Conselho Nacional do Álcool (CNAL) com a finalidade de formular a política e fixar as diretrizes do Proálcool. Entre outras responsabilidades, nota-se que competia ao CNAL definir os critérios para enquadramento dos projetos de modernização, ampliação e implantação de destilarias, observando também custos de transporte e de tancagem, infraestrutura viária, de armazenagem e distribuição.

Souza (2006) faz uma importante constatação ao comentar que, ao final da primeira fase do Proálcool, entre 1975 e 1979, o sistema de transporte e distribuição de etanol era inadequado para escoar a produção dos centros produtores aos centros consumidores, sendo assim necessária a criação de um sistema de transporte para transferir o álcool das usinas para os centros de coleta e destes para as bases das distribuidoras. Consequentemente complementa Santos (1993) que, em março de 1980, o CNAL estabeleceu através da resolução N° 6/80 que o etanol carburante deveria ter um sistema de transporte idêntico ao usado para os derivados de petróleo, sendo os meios de transporte empregados de acordo com a seguinte ordem de prioridade: dutos, cabotagem, ferrovias e rodovias.

Observa-se assim, que a estrutura de distribuição de combustíveis formada entre 1910 e 1980 foi passando por modificações cercadas de intervenções governamentais na medida em que se buscava desenvolver o mercado de etanol no Brasil e consolidar os interesses do governo no setor petrolífero. Marjotta Maistro (2002), explica que o elevado grau de intervenção governamental no setor sucroalcooleiro e no setor de combustíveis culminou em complexos sistemas de administração de preços e produção, e que somente a partir da década de 1990 iniciou-se um processo de mudança radical buscando um mercado totalmente desregulamentado. Ainda segundo este mesmo autor o primeiro mercado a ser liberado foi o de açúcar em 1990, seguido pelo do etanol anidro em 1997, pela cana em 1998 e pelo etanol hidratado em 1999. No ano de 2002 todos os preços de combustíveis deixaram de ser controlados pelo governo.

3.2 Caracterização do setor de distribuição de Etanol

O fluxo de distribuição de etanol carburante pode ser explicado pelas relações comerciais entre os agentes da cadeia apresentados pela Figura 3, O início do processo acontece nas usinas que, numa primeira etapa comercializam o produto através de grupos de comercialização, corretoras ou cooperativas; e, já em uma segunda etapa as distribuidoras, após a compra, transferem o produto das usinas

para as bases de distribuição (que podem ser classificadas como bases primárias ou secundárias) e posteriormente distribuem o combustível para os postos de abastecimento onde são adquiridos pelos consumidores finais.

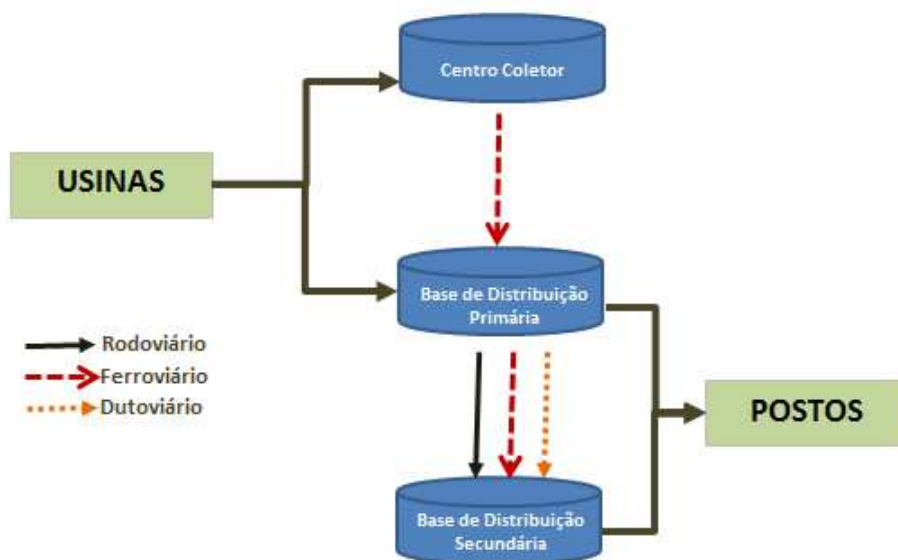


Figura 3 – Fluxo de distribuição de etanol carburante

Fonte: Elaboração própria adaptado de Dolnikoff (2008)

Lopes (2010) explica que são baixas as especificidades do etanol carburante, uma vez que o produto segue padrões e praticamente não tem diferenciação. No entanto, no processo de comercialização e distribuição algumas especificidades devem ser levadas em consideração, são elas:

- Locacional: como o produto deve ser primeiro transferido para uma base de distribuição. A distância das usinas em relação a essas bases é um dos fatores determinantes da precificação devido ao custo do frete;
- Física: capacidade de armazenamento do etanol frente à produção interfere na disponibilidade do produto e na possibilidade de carregamento do estoque por muito tempo, pois tanques específicos são utilizados para cada um dos produtos;

- Temporal: a sazonalidade da safra entre abril e maio impacta diretamente na disponibilidade de produto durante todo ano, refletindo na oferta e demanda, e, consequentemente, nos preços.

Uma constatação que caracteriza o etanol como um combustível distinto dos demais é a de que o fluxo de transferência do produto das usinas até as bases de distribuição tem sentido inverso ao fluxo de transferência dos derivados de petróleo das refinarias até as bases de distribuição. Conforme Xavier (2008 *apud* MALIGO, 2005, p. 57):

a produção de álcool combustível, dispersa no interior do país, frequentemente possui fluxo de transporte em um sentido inverso ao da distribuição dos derivados. O álcool combustível entra na rede de distribuição, em seu fluxo primário ou de coleta, pelas bases secundárias e daí segue para um fluxo de transferência para as bases primárias e posterior envio aos grandes centros de consumo. Já os derivados entram pelas bases primárias, mais próximas aos grandes centros de consumo, e daí são distribuídos para as bases secundárias, mais no interior do país e com menor disponibilidade de infraestrutura logística que as bases primárias.

Para uma melhor caracterização do setor de distribuição de etanol, faz-se necessária a elucidação dos principais agentes dos canais a ser desenvolvida nas linhas abaixo.

3.2.1 Usinas

Até o final de 2010 existiam 432 usinas de açúcar e etanol cadastradas no MAPA, cerca de 80% delas estão localizadas na Região Centro Sul, representando 96% da produção brasileira de etanol hidratado e 92% de etanol anidro conforme pode-se notar na Figura 4.

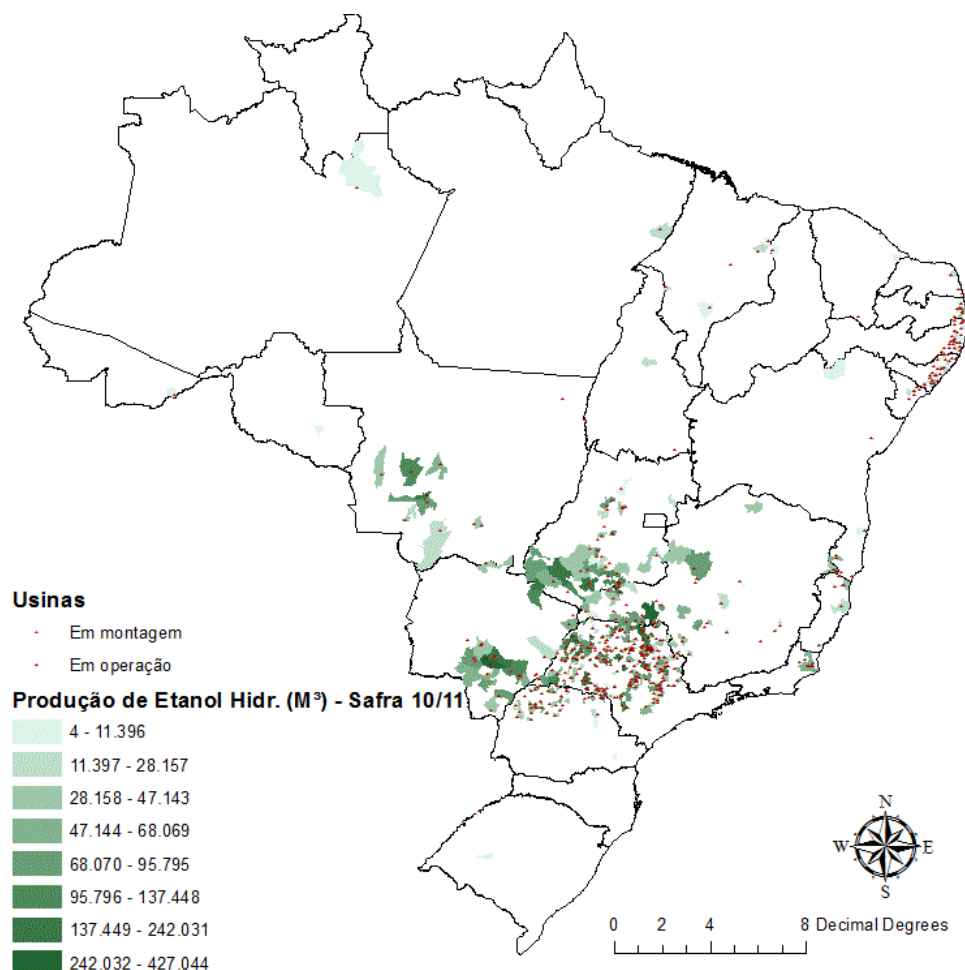


Figura 4 – Localização das usinas e produção de etanol hidratado por município

Fonte: Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Elaboração própria.

Apesar de as usinas estarem concentradas fisicamente na Região Centro Sul do Brasil, economicamente o mercado não é considerado concentrado. Recente estudo elaborado por Beiral (2011) constatou que o indicador CR5⁴ (participação das cinco maiores unidades produtoras) foi de 9,9% na safra 2008/2009 e o HHI⁵ foi de 94,30 no mesmo período, caracterizando, portanto, um mercado pulverizado, sem sinais relevantes de concentração.

⁴ CR(i) avalia a razão de concentração de mercado de i firmas, quanto maior o CR maior a concentração.

⁵ *Herfindahl Hirschman Index* (HHI) avalia o grau de concentração de um mercado e é calculado através da soma do market share elevado ao quadrado das firmas participantes. De acordo com a última versão do Horizontal Merger Guidelines publicado pela Federal Trade Commission em Agosto/2010, com um HHI<1500 o mercado é classificado como não concentrado, um HHI entre 1500 e 2500 é moderadamente concentrado e um HHI>2500 classifica um mercado como altamente concentrado.

Observou-se, entretanto, que os produtores organizam-se formando grupos de comercialização para sanar essa pulverização do mercado e usufruir de economias de escala e poder de barganha, ainda conforme Beiral (2011 *apud* MORI; MORAES, 2007, p. 80):

a formação dos grupos de comercialização de usinas fortalece o setor para negociar com as distribuidoras dado o aumento de seu poder de barganha advindo do maior volume negociado.

Os principais grupos de comercialização são a Copersucar com 48 unidades de produção, a Sociedade Corretora do Alcool (SCA) com cerca de 60 unidades, a Bioagência com 18 unidades, a Allicom com 7 unidades e a CPA Trading com 14 unidades produtoras.

Além da organização em grupos de comercialização, Dolnikoff (2008) explica que para garantir o fluxo de caixa e minimizar a exposição ao risco, as usinas adotam ainda estruturas de governança diferenciadas utilizando contratos com as distribuidoras como também opções de venda *spot* a mercado. O autor ainda ressalta que os contratos comerciais são responsáveis por 70% e 80% do mercado de anidro e 30% a 40% do mercado de hidratado. Destarte, conclui-se que a maior relevância dos contratos de anidro está relacionada à obrigação de mistura desse combustível junto à gasolina, gerando necessidade de garantia de suprimento do produto.

Outra constatação importante em relação às estruturas de governança é referente à integração vertical entre usinas e distribuidoras, que vem ocorrendo de forma lenta, mas tem sido objeto de discussão entre os elos do setor. A primeira e mais relevante movimentação de integração ocorreu em 2008, quando os ativos de distribuição de combustíveis da Esso foram adquiridos pela Cosan por US\$ 826 milhões, prometendo ganhos de sinergia principalmente em logística, uma vez que as usinas são grandes consumidoras de diesel e, ao receberem esse produto, os caminhões retornariam com etanol para as bases de distribuição. Em continuidade a este movimento, em 2011 a Cosan concluiu uma *joint venture* com a Shell,

criando a Raizen que irá operar através de duas empresas: a Raizen Energia Participações e a Raizen Combustíveis, a primeira sendo constituída pela parte de produção de açúcar, etanol e bioenergia e a segunda pela parte de distribuição e comercialização de combustíveis. Essa movimentação resultou no quinto maior grupo empresarial do Brasil em faturamento com mais de quarenta mil funcionários e doze bilhões em valor de mercado. Vale ressaltar que o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), está analisando os possíveis impactos dessa nova empresa e até a conclusão dessa pesquisa não havia apresentado restrições.

3.2.2 Distribuidoras

De acordo com a ANP, em 2010 existiam 219 distribuidoras de combustíveis líquidos autorizadas ao exercício da atividade, vale notar que existe uma classificação adotada pelo mercado para caracterizá-las. Segundo Lopes (2009), existem as distribuidoras emergentes e as distribuidoras do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (SINDICOM). As distribuidoras emergentes são companhias menores com atuação, na grande maioria das vezes, regionalizada e marcas menos conhecidas. Sua participação de mercado é pequena e, em muitos casos, não possui rede de postos. Essas distribuidoras são resultantes do processo de abertura do mercado iniciado na década de 1990 e da diminuição de exigências e requisitos para atuação. As chamadas distribuidoras SINDICOM são as distribuidoras representadas pelo sindicato das distribuidoras de combustíveis e correspondem a cerca de 80% do volume comercializado no mercado de combustíveis do Brasil. Essas distribuidoras além de possuírem rede de postos e bases de distribuição, ostentam as marcas mais conhecidas desse mercado como AirBP, Ale, Castrol, Chevron, Shell, Ipiranga, Petrobras Distribuidora, Petronas Lubrificantes, Repsol e Total.

No mesmo estudo feito com as usinas, Beiral (2011) também calculou os indicadores de concentração para o mercado de distribuição de combustíveis levando em conta especificamente as vendas nacionais de etanol hidratado, que

apresentaram, em 2009⁶, um CR4 (participação das quatro maiores distribuidoras) de 57,4%, um CR10 (participação das dez maiores distribuidoras) de 73,9% e um HHI de 1047,59, concluindo-se que o mercado é pouco concentrado.

No que diz respeito aos demais combustíveis, cabe destacar que os indicadores de concentração se apresentam muito distintos dos observados no mercado de etanol. A União Nacional da Indústria da Cana de Açúcar (UNICA) publicou estudo elaborado por Farina, Viegas, Pereda e Garcia (2010), onde levando em consideração o ano de 2008 e tomando o Brasil como mercado de referência os indicadores de concentração são maiores que os de etanol conforme pode-se notar na Tabela 1.

Combustível	HHI	CR5 (%)
Etanol Hidratado	951	55
Gasolina C	1.395	66
Óleo Diesel	2.050	71
Óleo Combustível	5.946	99
Gasolina de Aviação	4.036	100

Tabela 1 – Indicadores de concentração dos combustíveis em 2008

Fonte: UNICA. Adaptado pelo autor.

De acordo com o anuário da ANP, em 2009, a Petrobras Distribuidora apresentou uma participação de mercado de 22,2% nas vendas de etanol hidratado (considerando todo território nacional), seguida pela Ipiranga com 17%, da Shell com 13% e Cosan com 5% (em 2009 Cosan e Shell ainda não tinham firmado a *joint venture* para a criação da Raizen).

Utilizando-se dos dados disponibilizados pelo SINDICOM, a Tabela 2 demonstra a evolução dos índices HHI de etanol hidratado e gasolina por estado. Assim constata-se que para praticamente todos os estados o HHI da gasolina é superior ao do etanol. Outra constatação interessante é a grande distinção entre as regiões, os estados que mais consomem – São Paulo, Paraná e Goiás – tendem a apresentar sempre uma baixa concentração, com HHI abaixo de 1000, já o estado

⁶ Conforme o referido estudo, em 2009 existiam 154 distribuidoras.

de Mato Grosso do Sul apresentou um HHI de 3354 e o Distrito Federal um HHI de 2439, caracterizando mercados altamente concentrados. Vale notar as altas concentrações obtidas nas Regiões Norte e Nordeste tanto para etanol como para gasolina.

REGIÃO	UF	Etanol			Gasolina		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010
CENTRO OESTE	DF	1.699	2.335	2.439	2.050	2.740	3.202
	GO	404	623	560	715	946	913
	MS	1.640	3.132	3.355	1.772	3.270	3.497
	MT	481	861	1.261	564	950	1.182
NORDESTE	AL	2.220	2.915	2.928	2.236	2.859	3.165
	BA	1.501	1.785	1.595	1.007	1.299	1.333
	CE	1.220	1.654	1.904	1.316	1.579	1.812
	MA	1.190	1.736	1.356	1.184	1.384	1.436
	PB	616	1.207	1.217	846	1.280	1.412
	PE	957	1.408	1.430	909	1.231	1.351
	PI	1.831	1.726	2.801	2.420	2.448	2.301
	RN	1.491	2.257	2.528	1.609	2.179	2.604
	SE	1.533	2.330	2.285	1.610	2.204	2.404
NORTE	AC	2.703	2.448	1.890	3.077	3.196	3.947
	AM	1.064	860	787	958	847	686
	AP	5.130	3.949	5.001	4.475	3.734	4.637
	PA	1.375	1.573	1.865	1.393	1.507	1.369
	RO	839	1.357	1.216	763	1.166	1.175
	RR	8.551	8.588	8.707	6.092	4.906	5.406
	TO	706	1.303	929	966	1.179	1.186
SUDESTE	ES	1.630	1.584	1.725	1.469	1.495	1.816
	MG	1.051	1.141	1.111	1.331	1.446	1.499
	RJ	1.163	1.160	1.060	1.507	1.627	1.762
	SP	598	738	881	1.152	1.248	1.393
SUL	PR	1.124	982	861	1.084	1.118	1.118
	RS	1.904	1.825	1.733	2.000	2.052	2.268
	SC	1.302	1.265	1.366	1.161	1.252	1.632

Tabela 2 – Evolução do HHI da distribuição de etanol hidratado e gasolina C por estado

Fonte: Dados do SINDICOM. Elaboração própria.

As distribuidoras têm o papel de adquirir o etanol hidratado das usinas, transportá-lo até sua respectiva base de armazenagem e, em seguida, encaminhá-lo para os postos de combustíveis no varejo, uma vez que as usinas são impedidas de

comercializar seu produto diretamente com os postos. Apesar disso, Lopes (2009) destaca que não necessariamente as distribuidoras precisam levar o etanol hidratado para as bases de distribuição uma vez que o processo de venda a ordem⁷ é previsto por lei. Por mais que não se tenha dados suficientes para levantar o quão frequente ocorre esse tipo de operação triangular, existe um ganho logístico para a distribuidora, pois o transporte é feito diretamente da usina para os postos.

No fluxo de distribuição de combustíveis é importante caracterizar também o papel das bases de distribuição, dos centros coletores e dos terminais de armazenagem, pois ambas são estruturas essenciais para o desempenho das distribuidoras. Lopes (2009) descreve que as bases de distribuição são locais, com estruturas necessárias para recebimento, armazenagem, mistura e distribuição de combustíveis, sendo inclusive distinguidas entre bases de distribuição primária e bases de distribuição secundária. A primeira diz respeito à chegada dos produtos das refinarias ou terminais, e a segunda ao recebimento de produtos das bases primárias. É importante destacar a explicação de Xavier (2008) na qual informa que essa classificação de bases foi criada pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP), ainda antes do surgimento do etanol como combustível. Assim, devido à localização das usinas produtoras e sua característica peculiar de distribuição ser inversa a dos derivados de petróleo, essa classificação faz pouco sentido, cabendo a todas as bases o papel de armazenar e repassar o produto ao seu destino final.

Os centros coletores de álcool foram criados pela Petrobras no início do Proálcool e tinham como objetivo melhorar o fluxo de transferência do anidro produzido nas usinas para as bases de distribuição. Vale frisar que os centros coletores apenas armazenam e encaminham o etanol para as bases primárias ou secundárias, sendo essa transferência realizada somente pelo modal ferroviário. Os centros coletores estão localizados mais próximos das regiões produtoras servindo como uma espécie de opção de transbordo, onde através do modal rodoviário o etanol é

⁷ A operação triangular denominada Venda a Ordem é prevista por lei conforme regulamento do RICMS e acontece quando a distribuidora emite uma NF de faturamento por conta e ordem da usina na qual esta adquirindo produto.

coletado das usinas e, após passar pelos centros coletores, é encaminhado, via ferrovia, para outras bases de distribuição.

Terminais de armazenagem, segundo Soares (2003), têm a função de viabilizar a movimentação de petróleo e derivados, compreendendo o conjunto de instalações para o recebimento, expedição e armazenagem de produtos da indústria do petróleo podendo ser classificados em: marítimo, lacustre, fluvial e terrestre.

Conforme localização das estruturas de distribuição de combustíveis observada na Figura 5 e as explicações dadas anteriormente, pode-se notar que é necessária uma infraestrutura logística capaz de suportar os fluxos de distribuição.



Figura 5 – Localização das bases, terminais e centros coletores

Fonte: Dados ANP e TRANSPETRO. Elaboração própria.

O transporte de combustíveis pode ser feito através dos modais rodoviário, ferroviário, dutoviário e hidroviário, em geral, o transporte rodoviário apresenta custo menor e conforme a distância aumenta outros modais vão sendo utilizados desde que haja um incremento substancial na quantidade transportada.

A Figura 5 demonstra também que a infraestrutura de transportes é carente de uma maior expansão dos modais existentes, o sistema dutoviário é de propriedade da Transpetro, subsidiária da Petrobrás e os produtos são bombeados entre os terminais da mesma, já o sistema ferroviário além de abranger poucas regiões é antigo, e o sistema hidroviário é pouco explorado.

Gómez (2010), em artigo publicado na revista Ecoenergia, ressalta que os baixos investimentos nos sistemas ferroviário e hidroviário prejudicaram a produtividade na movimentação de cargas, inibindo a redistribuição da matriz de transporte nacional, desta forma, ao longo das últimas décadas houve uma concentração e alta dependência do modal rodoviário.

Projetos de dutos para transporte de etanol, chamados de etanoldutos, têm sido bastante discutidos entre os agentes do setor e o governo, o principal deles une os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo em um percurso de mais de mil quilômetros e é representado pela empresa Logun Logística, resultado de uma associação das empresas Petrobras, Cosan, Copersucar, Camargo Correa e Odebrecht. As obras iniciaram em 2011 com previsão de término em 2016, entretanto, conforme a Figura 6, o primeiro trecho do projeto que une Ribeirão Preto a Paulínia deverá estar concluído ainda ao final de 2012.



Figura 6 – Trajeto do projeto de etanolduto da empresa Logun

Fonte: Agência Safras

3.2.3 Postos de abastecimento

De acordo com a ANP, em 2010 existiam 38.251 postos de abastecimento no Brasil. Com o aumento das vendas de veículos e a consequente demanda por combustíveis, esse número vem aumentando ano após ano.

Após o processo de desregulamentação no mercado de combustíveis, iniciado na década de 1990, dois grandes marcos merecem destaque: (1) a Portaria N° 28, criada em 29 de julho de 1993, que eliminou exigências para a constituição de novas distribuidoras gerando na época, conforme Noel (2010), mais de 400 novas pequenas empresas distribuidoras de combustíveis. (2) a Portaria N° 362 de 3 de novembro de 1993, que culminou nos chamados postos bandeira branca, revendedores sem qualquer vinculação com distribuidoras, podendo adquirir combustíveis tanto das grandes distribuidoras como das pequenas e recém-criadas.

A Resolução N° 7 de 7 de março de 2007, publicada pela ANP, obrigou os postos que usufruíam da bandeira das distribuidoras a comprar combustíveis apenas de suas distribuidoras de origem. Dessa forma as distribuidoras que não possuíam postos em seu nome foram obrigadas a comercializar o produto apenas com postos bandeira branca. Salienta-se aqui a caracterização do mercado de

distribuição em duas faces: de um lado as grandes distribuidoras que estruturam formas de governança para fidelizar os postos que carregam suas marcas; e, de outro lado, as pequenas distribuidoras que atuam com os postos bandeira branca, tendo como instrumento principal de barganha o preço do produto, incorrendo, muitas vezes, em práticas ilegais de mercado (como sonegação de impostos e adulteração de produto). Faz-se importante notar que as distribuidoras associadas ao SINDICOM também podem comercializar combustíveis com postos bandeira branca, no entanto, a ênfase dada nessa relação comercial é pequena, uma vez que esses postos competem com os seus e, muitas vezes, de maneira ilegal.

A estrutura dos postos de abastecimento vem sendo alterada após a desregulamentação. Pinto e Silva (2008) estudaram a concorrência no mercado de combustíveis e constataram que, após a introdução dos postos bandeira branca, o comércio se moveu mais próximo da concorrência. Notaram ainda que revendedores bandeira branca venderam a um preço menor do que postos com bandeira.

Os postos bandeira branca não possuem vínculo de exclusividade com distribuidoras, desta forma, não exibem marcas de distribuidoras, daí o seu nome. Mesmo não tendo vínculo com distribuidoras, a ANP exige que seja exibido nas bombas o nome do fornecedor do combustível. A vantagem desse tipo de posto está em poder escolher e arbitrar comprar combustíveis pelo melhor preço ou qualidade de acordo com sua necessidade. Apesar disso, possui também suas desvantagens, pois é notório entre os consumidores um estigma de produtos de baixa qualidade ou adulterados (NASR; SANTOS, 2007).

O grande aumento da quantidade de postos bandeira branca, pode ser notado no Gráfico 10, no qual constata-se que, poucos anos após a desregulamentação a sua participação passou de 8% em 2000 para 44% em 2009.

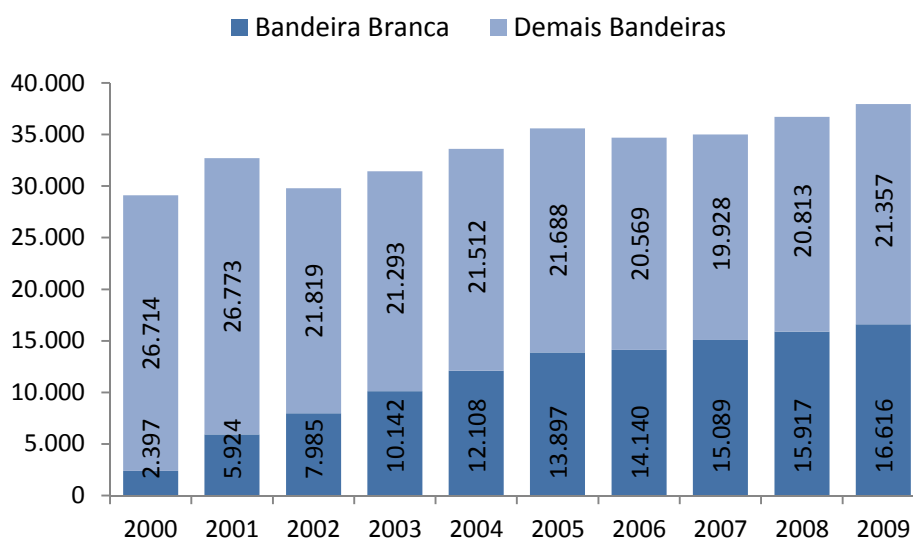


Gráfico 7 – Quantidade de postos bandeira branca e demais bandeiras

Fonte: Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração própria.

Além do grande aumento na proporção de postos bandeira branca, pode-se notar através da Tabela 3 e da Figura 7 que a concentração dessa modalidade acontece principalmente nas regiões Centro Oeste e Nordeste. Constata-se também que a Região Sul além de apresentar baixa concentração de postos bandeira branca demonstra uma expressiva participação da distribuidora Ipiranga, com cerca de 27% do total de postos.

REGIÕES	Total	BR	Ipiranga	Shell	Cosan	Alesat	Bandeira Branca
Norte	2.677	540	177	32	14	48	1315
Nordeste	8.363	1.733	354	324	184	379	4.184
Sudeste	15.935	3.082	2.318	1.409	924	738	7.039
Sul	7.934	1.333	2.108	355	372	136	2.383
Centro-Oeste	3.326	909	175	105	41	68	1.761
Total	38.235	7.597	5.132	2.225	1.535	1.369	16.682

Tabela 3 – Quantidade de postos de abastecimento por distribuidora e grande região em 2010

Fonte: Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração própria.

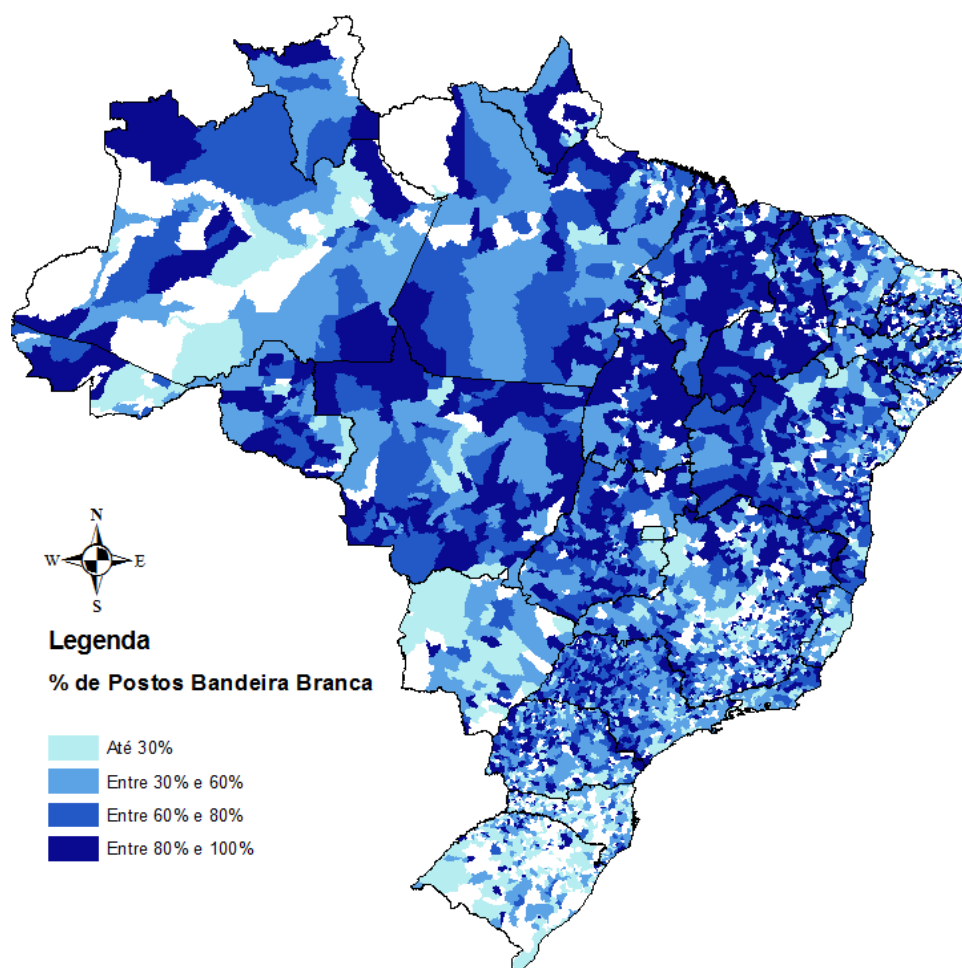


Figura 7 - % de postos bandeira branca por município em 2010

Fonte: Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração própria.

Devido ao grande aumento de postos bandeira branca, o que acirra a concorrência, algumas regiões podem apresentar comportamentos muito distintos no que diz respeito à precificação. Regiões com maior proporção de postos bandeira branca devem apresentar uma transmissão de preços mais rápida além de margens menores. É sabido também que devido a esse cenário, algumas regiões apresentam frequentemente uma “guerra de preços”, onde as distribuidoras disputam entre si e entre os postos bandeira branca um maior volume de vendas suportado por menores ou até negativas margens de comercialização. Competição muitas vezes desleal, que pressiona as empresas menores à ilegalidade através de adulterações nos combustíveis, sonegações de impostos e até mesmo violações nas bombas de abastecimento, fazendo com que o consumidor acredite ter adquirido o volume indicado pelo marcador da bomba.

Apesar deste fato ser importante para a comparação do comportamento de preços de determinadas regiões, não é algo que foi considerado nas análises a serem apresentadas no capítulo 5, ficando aqui uma ressalva para aprofundamentos futuros.

3.3 Considerações sobre os canais de distribuição de etanol

Recente mapeamento do setor sucroenergético feito por Neves, Trombini e Consoli (2009) detectou no ano de 2008 uma receita bruta de mais de US\$ 12 bilhões de dólares no elo de relação comercial entre usinas e distribuidoras/indústrias. Cerca de US\$ 8 bilhões de dólares no elo entre distribuidoras/indústrias e postos de abastecimento, e cerca de US\$ 11 bilhões de dólares no elo entre postos e consumidores finais, conforme observa-se na Figura 8. O mesmo mapeamento estima que o setor sucroalcooleiro como um todo apresentou em 2008 um PIB total de aproximadamente US\$ 28 bilhões, equivalente a cerca de 1,5% do PIB nacional.

Esta constatação demonstra o quão importante para a economia do país é a estrutura de comercialização que interliga a produção e a distribuição de etanol combustível.

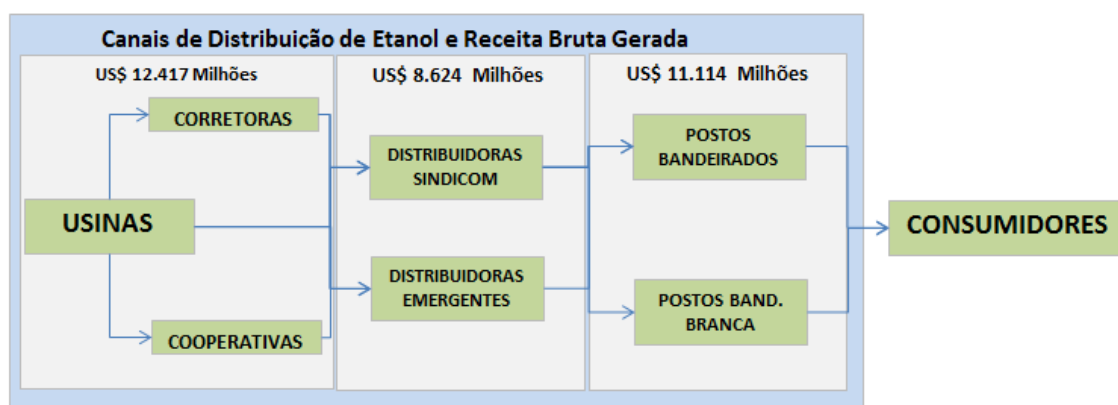


Figura 8 – Receita gerada nos canais de distribuição de etanol

Fonte: Elaboração própria com base em Neves, Trombini e Consoli (2009)

3.4 Precificação e tributação de etanol

Uma vez que no Brasil a maior parte da distribuição de bens é feita pelo modal rodoviário, os custos logísticos são diretamente impactados por aumentos nos preços dos combustíveis líquidos, assim, esse impacto é repassado na cadeia, inviabilizando o envio de alguns produtos a locais mais distantes e até mesmo refletindo nos índices de preços ao consumidor e na inflação.

No que concerne aos combustíveis líquidos, os impostos têm peso significativo na composição desses produtos, portanto, cabe aqui destacar que os seguintes tributos são previstos:

- Imposto sobre Importação (II): (quando aplicável). Tributo de competência federal com função puramente regulatória. É calculado sobre o preço *Cost Insurance Freight* (CIF) de importação. Para petróleo e derivados tem alíquota zero, já para etanol a tarifa era de 20% até abril de 2010, mas foi suspenso temporariamente até o final de 2011.
- Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS): tributo de competência estadual, podendo ser diferente em cada estado. Incide sobre as atividades de refino, distribuição e revenda.
- Contribuição para o Programa de Integração Social do Trabalhador e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP): tributo de competência federal para financiar o pagamento do seguro desemprego e abono. Incide de forma acumulativa sobre o faturamento das empresas.
- Contribuição Social para Financiamento da Seguridade Social (COFINS): tributo de competência federal para financiar a previdência social, a saúde e a assistência social.

- Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico (CIDE): tributo de natureza extrafiscal de exclusividade da União, criado em 2001. Incide sobre a importação e comercialização de gasolina, diesel, querosene, óleo combustível, gás natural.

Em recente trabalho sobre a tributação no setor, Regazzini (2010) destaca que, especificamente para o etanol hidratado existe também a incidência da substituição tributária⁸, onde a distribuidora recolhe os tributos PIS, COFINS e ICMS sobre o valor adicionado por si e também pelo valor a ser adicionado pelo posto.

Na mesma pesquisa, Regazzini (2010) conclui que a carga tributária total acumulada na cadeia do etanol hidratado é de 23,04%. Nota-se que o estudo em questão leva em consideração apenas o estado de São Paulo e que existe diferenciação de ICMS entre os estados, podendo variar entre 12% até 27% nas operações internas, portanto, espera-se que a carga tributária acumulada nos demais estados é superior a constatação de Regazzini. A Tabela 4 apresenta a alíquota de ICMS para etanol hidratado combustível em todas as unidades de federação.

UF	ICMS
SP	12%
PR	18%
BA	19%
GO	20%
MG	22%
RJ	24%
PA	26%
AL	27%
ES	27%
SE	27%
DEMAIS UFs	25%

Tabela 4 – Alíquota de ICMS no etanol hidratado por unidade de federação

Fonte: Dados da SCA. Elaboração própria.

Nota: Esta em aprovação pelo Legislativo de Minas Gerais o Projeto de Lei 2452/2011 que se for aprovado, pode reduzir o ICMS de 22% para 19% no referido estado.

⁸ Substituição tributária é um mecanismo de arrecadação de tributos utilizado pelos governos federais e estaduais. Este mecanismo atribui ao contribuinte a responsabilidade pelo pagamento do imposto devido pelo seu cliente. É recolhida pelo contribuinte e posteriormente repassada ao governo.

Essa autonomia dos estados para estipular a alíquota de ICMS nas operações internas é prevista por lei e, apesar da grande distinção entre elas, o mesmo não acontece nas operações interestaduais, nas quais apenas as alíquotas de 7% e 12% são aplicadas. Conforme Cazeiro (2010), para a aplicação de ICMS nas operações entre estados, as unidades de federação são classificadas como desenvolvidas (RS/SC/PR/SP/MG/RJ) e não desenvolvidas (demais estados), cabendo as seguintes regras:

- Operação de comercialização de estados desenvolvidos com destino a estados não desenvolvidos aplica-se alíquota de 7% de ICMS;
- Operação de comercialização de estados não desenvolvidos para estados desenvolvidos aplica-se alíquota de 12% de ICMS;
- Operação de comercialização entre estados desenvolvidos aplica-se alíquota de 12% de ICMS;
- Operação de comercialização entre estados não desenvolvidos aplica-se alíquota de 12% de ICMS.

Assim, de acordo com a ANP, a formação do preço do etanol hidratado se apresenta da seguinte forma:

1. Composição do preço do produtor para as distribuidoras:

- A. Preço de realização (FOB: sem fretes e tributos)
- B. CIDE = zero
- C. PIS/PASEP e COFINS: equivale a R\$ 0,048/ litro
- D. Preço de faturamento sem ICMS: $D = A + B + C$
- E. ICMS produtor: $E = ((D / (1 - \text{ICMS}\%)) - D$
- F. Preço de faturamento do produtor com ICMS: $F = D + E$

2. Composição do Preço das distribuidoras para os postos de revenda:

- G. Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente)
- H. Custo de aquisição da distribuidora: $H = F + G$
- I. Frete da base de distribuição até o posto de revenda
- J. Margem da distribuidora
- K. PIS/PASEP e COFINS = Equivale a R\$ 0,072 / litro
- L. Preço da distribuidora sem ICMS: $L = H + I + J + K - E$
- M. ICMS da distribuidora: $M = ((L / (1 - ICMS\%)) - I - E$
- N. Preço da distribuidora com ICMS e sem substituição tributária da revenda: $N = M + I + E$
- O. ICMS da substituição tributária da revenda:

Com PMFPP:

$$O^1 = (PMPF \times ICMS\%) - E - M$$

Na ausência do PMFPP:

$$O^2 = \% MVA \times (E + M)$$

$$P. \quad \text{Preço de faturamento da distribuidora: } P = N + O^1 \text{ ou } P = N + O^2$$

Onde: PMFPP equivale ao preço médio ao consumidor final estabelecido por Ato Cotepe/Confaz. E MVA equivale à margem de valor agregado estabelecido por Ato Cotepe/Confaz.

3. Composição do Preço no elo dos postos para os consumidores finais:

- Q. Preço de aquisição do posto de revenda: $Q = P$
- R. Margem da revenda
- S. Preço na bomba do etanol hidratado combustível: $S = Q + R$

O PMFPP é estabelecido pela Comissão Técnica Permanente do ICMS (COTEPE) e é divulgado quinzenalmente por unidade de federação. Já nas unidades de federação que não adotam o PMFPP, é utilizada a Margem de Valor Agregada (MVA), também divulgado pelo COTEPE. Ambos os mecanismos projetam os

preços a serem praticados no varejo para recolhimento do ICMS em regime de substituição tributária pelas distribuidoras.

Conforme já abordado anteriormente, com o aumento da frota de veículos com a tecnologia *flex-fuel*, que hoje já é predominante, o consumidor pode optar por abastecer com etanol ou gasolina nos postos de abastecimento. Tendo em vista essa modificação da sistemática do mercado e o deslocamento da opção de consumo quando a mesma é favorável ao consumidor, faz-se importante registrar uma breve explicação sobre a formação do preço da gasolina.

A gasolina comercializada nos postos é chamada de gasolina C, uma mistura de gasolina pura (chamada de gasolina A) com etanol anidro. A proporção da mistura pode variar entre 18% e 25% e é determinada pela ANP.

Após a liberação do mercado na década de 1990, a gasolina A pôde ser adquirida pelas distribuidoras não só através da Petrobras, mas também por refinarias independentes autorizadas ou mesmo através de importação. Sua tributação é centralizada nas refinarias e importadores, que são tratados como substitutos tributários, ou seja, através da MVA são calculados os impostos e recolhidos na primeira operação, sem incidência nos demais canais da cadeia. Uma vez que a Petrobras detém mais de 80% do mercado de gasolina A, é possível um maior controle dos preços pelo governo visando evitar impactos na inflação.

É importante citar também que a grande representatividade da Petrobras no mercado de gasolina é dada através de apenas 11 refinarias, enquanto o mercado de etanol é atendido por cerca de 430 usinas conforme observa-se na Figura 9.

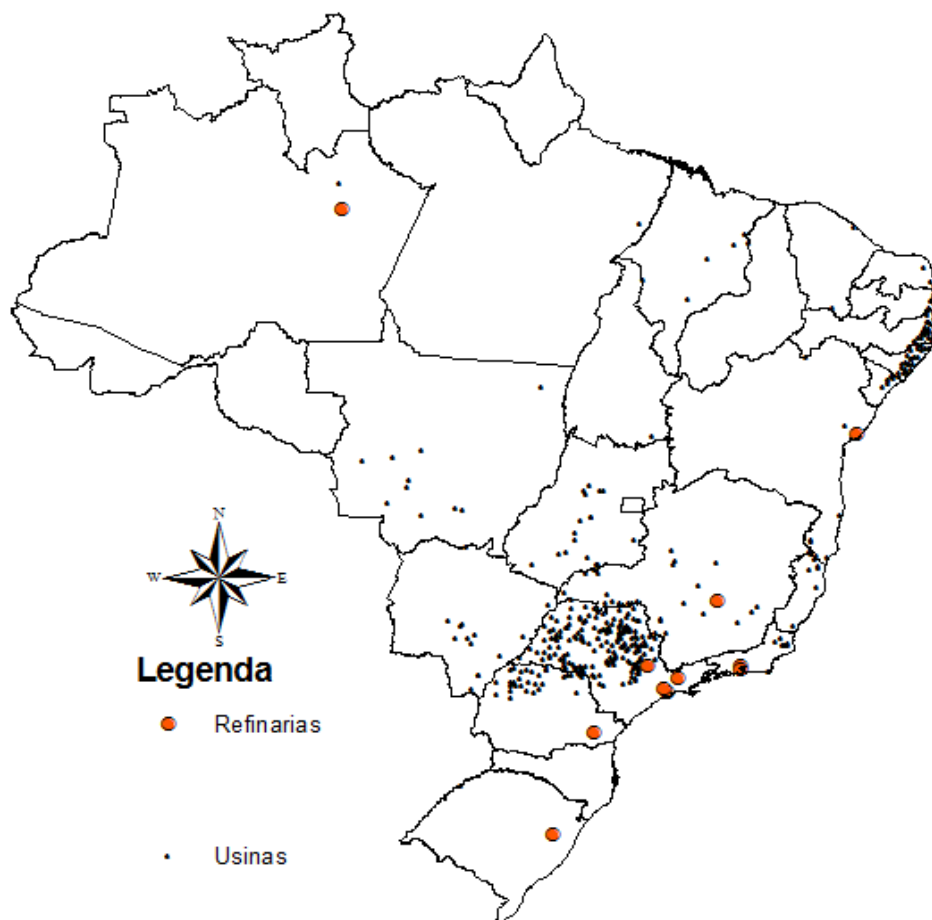


Figura 9 – Localização das refinarias e usinas de açúcar e álcool no Brasil

Fonte: Elaboração própria

A composição do preço da gasolina C acontece da seguinte forma:

1. No elo dos produtores:

- A. Preço de realização
- B. Contribuição de intervenção no domínio econômico
- C. PIS/PASEP e COFINS: $C = (PIS + COFINS) \times (1 - \text{índice de redução})$
- D. Preço de faturamento sem ICMS: $D = A + B + C$
- E. ICMS produtor: $E = [(D / (1 - ICMS\%)) - D]$
- F. Base de cálculo do ICMS cheio: $F = D / (1 - ICMS\%) \times (1 + MVA\%)$
- G. Substituição tributária ICMS: $G = (F \times ICMS\%) - E$
- H. Faturamento produtor: $H = D + E + G$

Composição do preço do etanol anidro combustível:

- I. Preço do etanol anidro combustível
- J. Frete de coleta
- K. Faturamento do etanol anidro combustível: $K = I + J$

2. No elo dos distribuidores:

Composição do custo da gasolina C:

- L. Frete de gasolina A até a base de distribuição
- M. Preço de aquisição da distribuidora: $M = [(H + L) \times 0,75] + (K \times 0,25)$
- N. Margem da distribuidora
- O. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
- P. Preço de faturamento da distribuidora: $P = M + N + O$
- Q. Preço da Gasolina C na bomba: $S = Q + R$

Pode-se ver, portanto, que questões tributárias afetam diferentemente o preço praticado de Gasolina C e de Etanol, influenciando o preço relativo e as escolhas dos consumidores detentores de automóveis *flex-fuel*. Como se verá na próxima seção, questões logísticas tem efeito semelhante no padrão de demanda por etanol.

3.5 Considerações sobre os fluxos logísticos

Além da tributação, outro fator que impacta diretamente os custos dos combustíveis é o frete. Para toda *commodity*, o frete tem alto impacto no preço final do bem e este conceito não é diferente para o etanol, conforme destaca Xavier (2008, p. 50):

“Devido aos custos inerentes das atividades de transportes e armazenagem, a competitividade de uma commodity como o álcool combustível, produto com pequeno valor agregado e baixa margem de lucro, se tornará tanto menor quando maiores forem as distâncias entre os centros consumidores e as regiões produtoras e quanto maiores forem os tempos de armazenamento necessários para o a manutenção do produto. Dessa forma, a tendência natural é que o consumo seja maior em regiões próximas aos centros produtores e em períodos próximos aos dos períodos de produção do produto”.

O transporte de etanol é feito, em sua grande maioria, utilizando o modal rodoviário através caminhões tanque com capacidade entre 30 m³ e 60 m³ e de acordo com Xavier (2008 apud FIGUEIREDO, 2006), 84% das entregas ocorrem em distâncias menores que 200 km. Este mesmo autor ressalta que:

“A grande importância da modalidade rodoviária no transporte de álcool combustível se deve em grande parte à sua competitividade, principalmente pelo fato de as usinas, isoladamente, não apresentarem escalas de produção que justifiquem a utilização de outras modalidades de transporte. Além disso, a localização de grande parte das usinas facilita o aproveitamento das viagens de retorno dos caminhões que fazem a transferência de combustíveis entre as refinarias e as bases de distribuição. Cabe ressaltar que modalidades de transporte como a dutoviária, a ferroviária e a hidroviária revelam baixos custos de transporte a longas distâncias, mas mostram-se menos competitivas em rotas de curta distância. Ademais, muitas vezes as unidades produtoras de álcool se situam afastadas das vias utilizadas por essas modalidades de transporte envolvendo, portanto, movimentação nas “pontas rodoviárias” e operações de transbordo adicionais, o que encarece e desestimula o uso dessas alternativas de transporte, deixando-as assim menos competitivas” (XAVIER, 2008, p. 52).

Visando entender a relação entre a distância e os custos de transporte de etanol, buscou-se levantar os custos de frete rodoviário de etanol considerando como origem a região de Ribeirão Preto e, como destino, 48 bases de distribuição de combustíveis espalhadas pelo Brasil. Os dados foram obtidos em entrevista⁹

⁹ Entrevista concedida por Almeida L., Gerente de Originação de Biocombustíveis da Cosan em 01 de julho de 2011.

realizada com o gerente de originação da Cosan e a relação entre a distância e o valor (em R\$/M³) é apresentada no Gráfico 8.

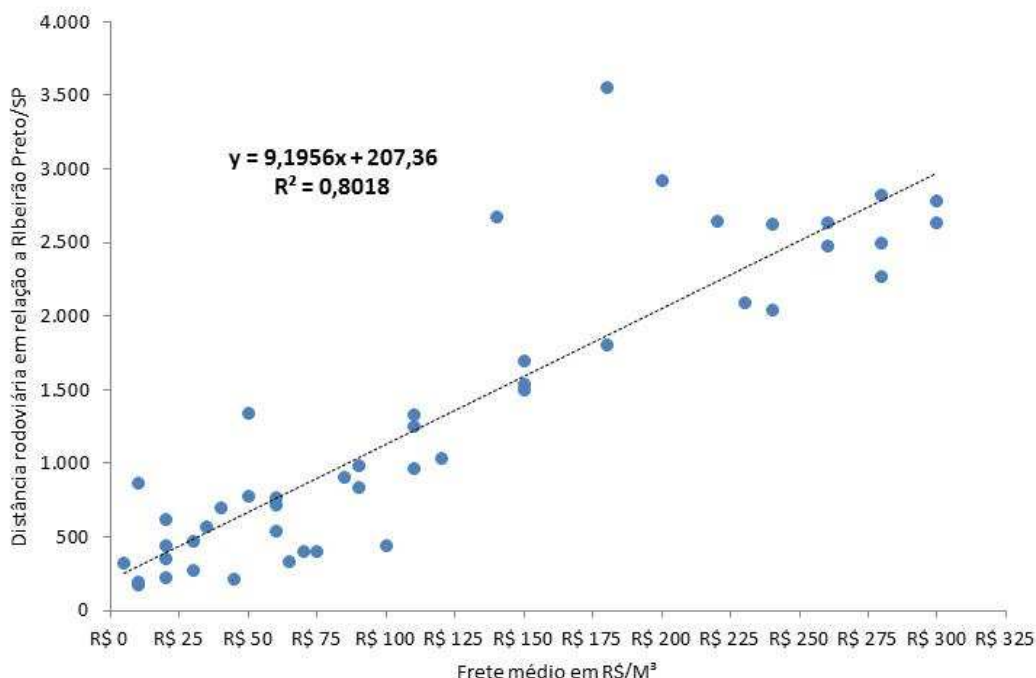


Gráfico 8 – Valor do frete médio (R\$/ m³) de etanol com origem em Ribeirão Preto e destino as principais bases de distribuição de combustíveis.

Fonte: Elaboração própria com base em entrevista.

A lógica de mercado considera que, devido aos altos custos logísticos para levar o etanol a longas distâncias (considerando que sua produção se concentra na Região Centro Sul), a comercialização do produto em algumas regiões seria inviável, se comparado com seu substituto gasolina. Cabe analisar a hipótese de que se não existissem incentivos econômicos suficientes para o produto ser transferido para essas regiões, esse fluxo não deveria ser constatado. Desta forma, buscou-se analisar os principais fluxos de destino do etanol hidratado produzido na Região Centro Sul na safra 2010/11 e conforme observa-se no Gráfico 9 as seguintes conclusões podem ser feitas:

- A maior parte do etanol hidratado produzido em Goiás é consumido em Goiás e Distrito Federal, sendo São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná os principais destinos nessa mesma ordem de importância;
- A maior parte do etanol hidratado produzido em Mato Grosso do Sul é destinado a São Paulo, sendo o Paraná o segundo principal destino;

- A maior parte do etanol hidratado produzido em Minas Gerais é destinada a São Paulo, sendo o próprio estado de Minas Gerais um grande consumidor da sua produção;
- A maior parte do etanol hidratado de São Paulo é consumido no próprio estado de São Paulo, sendo o Paraná o segundo maior destino seguido por Rio de Janeiro;
- A produção de etanol hidratado do Paraná é consumida praticamente toda no estado do Paraná.

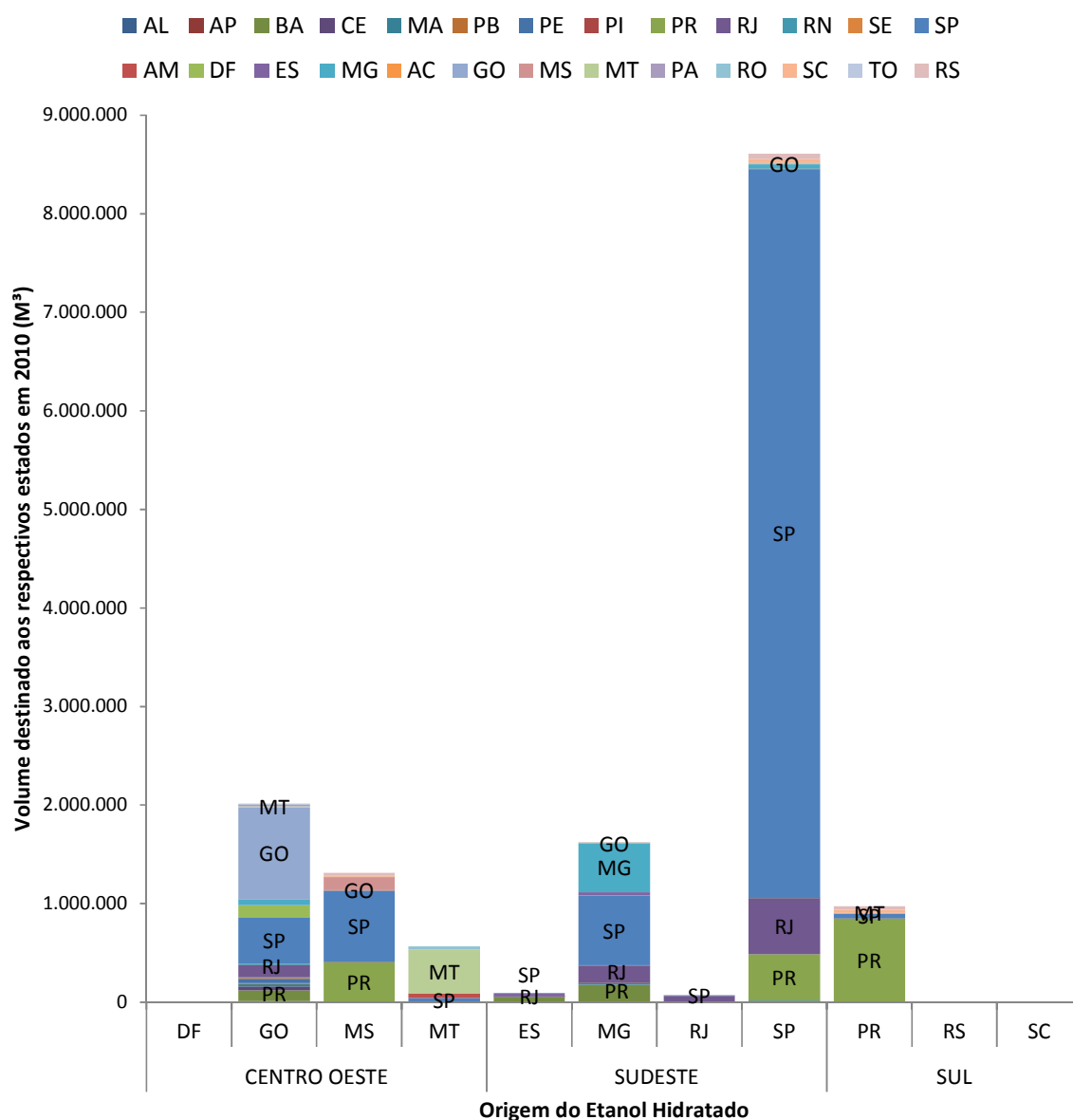


Gráfico 9 – Destino do etanol hidratado produzido nos principais estados da Região Centro Sul

Fonte: Dados da ANP. Elaboração própria.

Este capítulo esclareceu que os canais e a logística de distribuição de combustíveis são essenciais para suportar a transferência destas fontes de energia através do país, observou-se também que não se constata concentração de mercado na distribuição de etanol e que devido a localização das unidades produtoras acontecer no Centro Sul do Brasil, os principais fluxos de distribuição do produto acontecem entre os estados dessa região. Notou-se que o sistema de tributação (ICMS) é bastante distinto entre os estados podendo reduzir o incentivo econômico de algumas operações comerciais.

Os aspectos apresentados aqui são instrumentos essenciais para embasar os próximos capítulos, onde a estrutura constatada neste mercado ditará os resultados obtidos nas análises seguintes.

4 GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISE DO MERCADO DE ETANOL

O presente capítulo procura contextualizar as tecnologias de geoprocessamento para análises de mercado e apresentar os métodos e resultados que culminaram no mapeamento do comportamento dos preços de etanol no Brasil.

4.1 Metodologia

Visualizar e entender espacialmente o comportamento de dados empíricos é de extrema importância nas mais diversas áreas do conhecimento. Esse desafio vem sendo travado pelo avanço exponencial da tecnologia ao disponibilizar Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com interfaces simples e amigáveis. Os SIGs permitem, através de ferramentas estatísticas e matemáticas, analisar dados em formato espacializado, obtendo representações da realidade dos dados e possibilitando interpretações diversas, dificilmente conseguidas apenas com análises puras dos números. Um Sistema de Informações Geográficas, ou SIG, segundo Burrough (1986), é um poderoso conjunto de ferramentas para a coleta, armazenamento, fácil recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real. Existem uma diversidade de SIGs no mercado, os mais conhecidos são ArcGis, IDRISI, MapInfo, SPRING e Transcad e suas aplicações são as mais diversas, como:

- Análises climatológicas, temperaturas, chuvas, umidade, etc;
- Análises de uso da terra, tipos de solo, produtividade, declividade, etc;
- Planejamento urbano e logístico;
- Administração pública;
- Saúde pública;
- Análises de mercado, concorrência, preços, etc.

As etapas que envolvem a utilização de um SIG para análise de dados geoprocessados é representada pela Gráfico 10, na qual as fases de levantamento e manipulação dos dados até obtenção de uma base robusta podem ser consideradas como as mais trabalhosas.



Gráfico 10 – Etapas para análise de dados geoprocessados

Fonte: Elaboração própria

Câmara et al. (2004, p. 5) afirmam que:

compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, seja em saúde, meio-ambiente, geologia, agronomia, ciências sociais, entre tantas outras .

Através do uso de SIGs é possível realizar análises espaciais de dados buscando mensurar relacionamentos baseados na localização dos fenômenos e seguindo o princípio fundamental da geografia proposto por Tobler (1979), que diz: “no mundo, todas as coisas se parecem; mas coisas mais próximas são mais parecidas que aquelas mais distantes”.

Dentre as diversas aplicações dos sistemas de informação geográfica nas mais distintas áreas, o *geomarketing* vem se destacando nas empresas. O termo *geomarketing* representa uma combinação da economia, das teorias de marketing e inteligência de mercado em sinergia com as ferramentas de geoprocessamento buscando estudar através de representações visuais o comportamento de um mercado específico. Apesar do destaque recente, a origem do *geomarketing* é antiga, pois, de acordo com Francisco (2010), quem inaugurou o uso incorporado da geografia com a economia foi Johann Heinrich Von Thünen, em 1826, com o desenvolvimento da Teoria da Localização da Produção Agrícola (mais conhecida

como “A Teoria do Estado Isolado”, ou ainda como “Anéis de Von Thunen”). Essa obra, considerada um marco das teorias espaciais, concluía que a renda econômica da produção agrícola depende da distância do mercado, ou seja, uma vez que os custos de transporte das mercadorias aumentavam com a distância, o afastamento do agricultor em relação ao mercado consumidor determinava a seleção de culturas. Desta forma, a concentração de certas culturas se distribuía de forma regular na região, com produtos mais perecíveis se localizando próximos aos centros consumidores em detrimento de outros produtos, como pecuária e cereais. Essa formação de faixas de terra ou “cinturões” em torno do mercado foi classificada como “Anéis de Von Thunen”.

A relação inversa entre o custo do transporte e o preço da mercadoria no varejo é um dos objetivos do presente trabalho, que pretende modelar o comportamento dos preços de etanol hidratado no território brasileiro a partir dos dados obtidos na pesquisa Levantamento de Preços e Margens de Comercialização de Combustíveis realizada pela ANP.

O princípio que fundamenta esse tipo de análise é o da dependência espacial, ou seja, ocorrências pontuais estão relacionadas com a distância entre elas. Esse princípio pode ser aplicado tanto para fatores sociais, ambientais ou econômicos, onde os mais diversos exemplos são encontrados: concentração de classes mais pobres e mais ricas, concentração de doenças, assaltos ou acidentes, concentração do preço dos aluguéis de imóveis, dentre tantos outros exemplos.

O conceito que valida o princípio da dependência espacial é o da autocorrelação espacial, derivado do conceito estatístico de “correlação” que mensura o relacionamento entre variáveis aleatórias. A autocorrelação espacial avalia e indica o grau de dependência entre observações no espaço, a preposição “auto” indica que a medida de correlação é realizada com a mesma variável aleatória, medida em locais distintos do espaço. Para medir a autocorrelação espacial, pode-se utilizar diferentes indicadores, todos baseados na mesma idéia: verificar como varia a dependência espacial, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos (CÂMARA *et al.*, 2004).

Dentre a diversidade de modelos utilizados para análise de dados espaciais, aquele que interessa ao presente estudo é conhecido como variação contínua. Nas palavras de (CÂMARA *et al.*, 2004, p. 21):

os modelos inferenciais de variação contínua consideram um processo estocástico $\{Z(u), u \in A, A \subset \mathbb{R}^2\}$, cujos valores podem ser conhecidos em todos os pontos da área de estudo. A partir de uma amostra de um atributo z , coletada de vários pontos u contidos em A , $\{z(u_a), a = 1, \dots, n\}$, objetiva-se inferir uma superfície contínua dos valores de z . A estimação deste processo estocástico pode ser feita de forma completamente não paramétrica ou a partir de estimadores de krigagem [...]

O termo krigagem ou krigagem (em inglês *kriging*) é o principal modelo inferencial utilizado para interpolar dados, é derivado do nome de seu criador Daniel Krige, e parte do princípio de que os dados recolhidos de uma determinada população se encontram correlacionados no espaço. Basicamente, o processo de krigagem estima o valor de um dado em uma posição não amostrada a partir de um conjunto de amostras vizinhas. O cálculo é representado pela equação:

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f_i$$

Onde:

n é o número de amostras

f_i é o valor obtido no ponto i

w_i é o peso dado ao valor obtido no ponto i

A técnica de krigagem reúne ainda diversos métodos de estimação, entre eles, a krigagem simples que se utiliza de uma única média estacionária em seu algoritmo de cálculo, e a krigagem ordinária que utiliza a média local a partir dos elementos observados nos vizinhos; conseqüentemente, o resultado é mais preciso do que o primeiro método.

O manual *Using ArcGis Geostatistical Analyst*, do software ArcGIS Versão 9 demonstra de forma bastante didática o cálculo de krigagem conforme segue:

Suponha cinco amostras coletadas aleatoriamente em determinada região disposta nas coordenadas espaciais X e Y, demonstradas na Figura 10. Onde cada amostra identificada como um ponto da cor laranja possui um valor e uma coordenada espacial X e Y, ou seja, a coordenada (1,5) possui valor 100, a coordenada (3,4) possui valor 105 e assim sucessivamente para cada amostra.

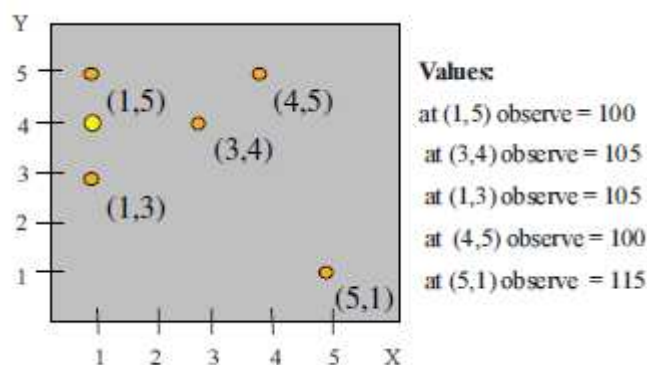


Figura 10 – Exemplo da técnica de krigagem

Fonte: ArcGIS, *Using ArcGis Geostatistical Analyst*

Para estimar o valor da coordenada (1,4) identificada como um ponto da cor amarela, o modelo de krigagem ordinária é:

$$Z(s) = \mu + \epsilon(s)$$

Onde:

$S = (X,Y)$, por exemplo (1,5)

Z = valor observado, por exemplo, $Z(1,5) = 100$

Assumindo que μ é a média das amostras e $\epsilon(s)$ são erros com dependência espacial e estritamente estacionários, a fórmula que estima o valor da coordenada (1,4) é dada como:

$$Z(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

Onde:

$Z(S_0)$ são os valores observados, por exemplo, $Z(1,5) = 100$

λ_i é um peso para o valor na localização i

S_0 é a localização do valor a ser estimado, por exemplo, $(1,4)$

n é a média dos valores observados

Devida atenção deve ser dada a λ_i no modelo de krigagem ordinária apresentado, uma vez que o peso dado a um valor na localização i depende da distância do valor estimado em relação à amostra e da relação espacial entre os valores observados, ambos representados através do semivariograma.

O semivariograma é uma ferramenta de suporte à krigagem que permite representar a variação de um fenômeno no espaço. O algoritmo analisa o grau de dependência espacial entre amostras da região analisada e define os parâmetros necessários para estimar os valores de locais não amostrados.

Conforme Genú (2004 apud HUIBREGT; JOURNAL 1978, p. 5):

a natureza estrutural de um conjunto de dados (assumido pela variável regionalizada) é definida a partir da comparação de valores tomados simultaneamente em dois pontos, segundo uma determinada direção. A função de semivariância $\gamma(h)$ é definida como sendo a esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores de pontos no espaço, separados por uma distância h , conforme a seguinte equação.

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2}\right) E \{[Z(x) - Z(x+h)]^2\}$$

E pode ser estimado por:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Onde:

$N(h)$ é o número de pares de valores medidos $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$, separados por um vetor h .

Conforme explica (CÂMARA et al., 2004, p. 60):

Espera-se que observações mais próximas geograficamente tenham um comportamento mais semelhante entre si do que aquelas separadas por maiores distâncias. Assim, o valor absoluto da diferença entre duas amostras $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$, deveria crescer à medida que aumenta a distância entre elas, até um valor na qual os efeitos locais não teriam mais influência.

É importante ressaltar que a técnica de krigagem com softwares de geoprocessamento apresenta, ainda, uma diversidade de modelos geoestatísticos que visam refinar os cálculos conforme os dados empíricos são apresentados para obter representações espaciais mais confiáveis e exatas. Os modelos mais utilizados são o esférico, exponencial e gaussiano que visam modelar os dados conforme seus parâmetros de dispersão.

Não é o objetivo do presente estudo, esgotar a teoria referente à geoestatística, uma vez que a mesma é ampla e complexa, portanto, cabe aqui reforçar ao leitor que o procedimento de modelagem não é automático, mas sim extremamente interativo, no qual o usuário do software de geoprocessamento utiliza a diversidade de parâmetros e ajustes disponíveis para definir um modelo satisfatório.

Os conceitos básicos de geoprocessamento explicados anteriormente servem de suporte para as análises que se seguem, onde, através do geoprocessamento de dados utilizando técnicas de krigagem, buscou-se observar o comportamento dos preços de etanol hidratado no varejo em todo o território brasileiro.

O software de geoprocessamento utilizado foi o ArcGIS versão 9.2 da ESRI. Adicionado a este, foram utilizados arquivos *shapes*¹⁰ com a localização dos estados e municípios do Brasil. Para análises posteriores, também foram utilizados ainda diversos outros arquivos *shapes* contendo: localização das usinas e localização das bases de distribuição de combustíveis, entre outros.

Conforme demonstrado em capítulos anteriores, o comportamento de etanol apresenta uma sazonalidade derivada dos períodos de safra onde a disponibilidade do produto é maior, portanto, buscou-se representar espacialmente quatro modelagens: a primeira visando demonstrar se os preços seguem uma relação inversa a da distância, ou seja: dado que a produção de etanol é concentrada na Região Centro Sul do Brasil, os preços deveriam se tornar maiores conforme se distanciam dos centros de comercialização e menores conforme mais próximos se encontram dos locais de comercialização. Uma vez que a modelagem resultante foi satisfatória, partiu-se para uma segunda e terceira análises, onde os mesmos critérios foram utilizados para representar o comportamento dos preços da gasolina e a paridade de preços entre etanol e gasolina. Uma quarta e última modelagem foi realizada buscando visualizar o comportamento sazonal, mês a mês, dos preços de etanol no Brasil.

4.2 Dados

O mapeamento a ser apresentado neste estudo, considerou os dados obtidos junto a ANP e correspondem ao Levantamento de Preços e Margens de Comercialização de Combustíveis publicados semanalmente no *website* da ANP.

¹⁰ Um Shape é um tipo de arquivo digital utilizado em softwares de geoprocessamento que representa espacialmente (coordenadas geográficas) um elemento mapeado.

Conforme o documento, a metodologia utilizada para a realização da pesquisa de preços no âmbito do Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis da ANP, obtida com a referida agência¹¹, é a que se segue:

[...] a ANP acompanha o comportamento dos preços praticados pelas distribuidoras e pelos postos revendedores de combustíveis, com a realização de uma pesquisa de preços semanal. Atualmente, o LPMCC¹² abrange gasolina comum, etanol hidratado combustível (álcool etílico hidratado combustível - AEHC), óleo diesel não aditivado, gás natural veicular (GNV) e gás liquefeito de petróleo (GLP), pesquisados em 555 localidades, cerca de 10% dos municípios brasileiros, de acordo com procedimentos estabelecidos pela Portaria ANP n.º 202, de 15/08/2000 (ANP, 2011).

Vale ressaltar que os mesmos dados são utilizados pela Secretaria de Direito Econômico do Ministério da Justiça (SDE) e pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) para identificar indícios de infrações à ordem econômica como cartéis e alinhamento de preços.

Os dados se apresentam em R\$/Litro e periodicidade semanal, são coletados durante os dias úteis da semana e divulgados aos domingos. Para esta pesquisa foi considerado o período compreendido entre 7 de janeiro de 2007 e 26 de dezembro de 2010, totalizando 207 semanas.

A Tabela 5 destaca a quantidade de municípios abrangidos no Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis da ANP, bem como a quantidade média de postos pesquisados. Vale ressaltar que a quantidade de postos pesquisados, assim como a quantidade total de postos por estado é dinâmica, conforme pôde-se notar nas séries de dados onde em determinados períodos a cota da amostra não é completamente preenchida. Raciocínio análogo leva a considerar que novos postos de abastecimentos são abertos bem como são fechados periodicamente nas regiões.

¹¹ DIAS, M.A. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mdias@anp.gov.br> em 13 jan. de 2011.

¹² Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis (LPMCC).

Região	UF	Qtde de Municípios Pesquisados	Qtde Total de Municípios	% Amostra vs Total	Qtde Média de Postos Pesquisados	Qtde Total de Postos	% Amostra vs Total
Sul	PR	31	399	8%	601	2.886	21%
	RS	43	496	9%	652	3.072	21%
	SC	22	293	8%	404	2.093	19%
Sudeste	ES	15	78	19%	198	653	30%
	MG	67	853	8%	1.011	4.325	23%
	RJ	38	92	41%	781	2.170	36%
	SP	117	645	18%	2.545	8.863	29%
Norte	AC	6	22	27%	51	135	38%
	AM	7	62	11%	136	516	26%
	AP	6	16	38%	34	109	31%
	PA	19	143	13%	189	865	22%
	RO	8	52	15%	100	447	22%
	RR	5	15	33%	36	102	35%
	TO	6	139	4%	58	352	17%
Nordeste	AL	7	102	7%	109	471	23%
	BA	35	417	8%	438	1.964	22%
	CE	17	184	9%	236	1.216	19%
	MA	16	217	7%	145	1.001	15%
	PB	9	223	4%	136	622	22%
	PE	26	185	14%	352	1.249	28%
	PI	7	223	3%	106	640	17%
	RN	6	167	4%	126	526	24%
	SE	7	75	9%	64	245	26%
Centro-Oeste	DF	1	1	100%	83	316	26%
	GO	18	246	7%	268	1.350	20%
	MS	8	78	10%	137	572	24%
	MT	8	141	6%	152	997	15%
TOTAL		555	5.564	10%	9.146	37.757	24%

Tabela 5 – Quantidade de municípios e postos pesquisados pela ANP

Fonte: Dados da ANP. Elaboração própria.

A Figura 11 demonstra a localização dos municípios pesquisados, aqui cabe informar que em todas as modelagens realizadas foi considerado que os preços estão atribuídos à localização central de cada município.

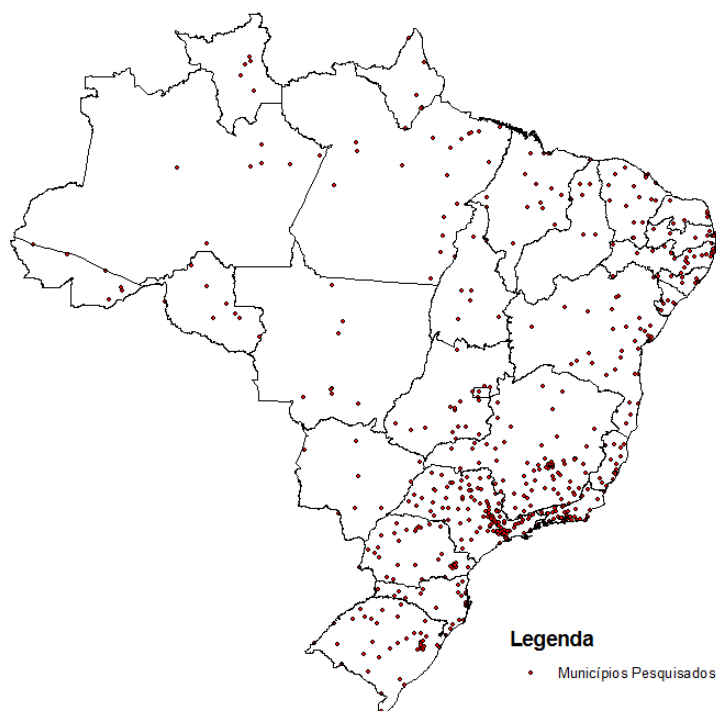


Figura 11 – Localização dos municípios pesquisados

Fonte: Elaboração própria.

4.3 Resultados

As modelagens resultaram em quatro análises específicas: a primeira delas apresenta um mapa estático contendo as faixas médias dos preços de etanol para o consumidor no Brasil; a segunda modelagem segue a mesma linha de análise para os preços da gasolina; a terceira modelagem demonstra o comportamento da paridade entre o etanol e a gasolina; já a quarta modelagem apresenta o comportamento mensal dos preços ao consumidor visando demonstrar como a sazonalidade da produção afeta os preços no mercado, conforme explica-se a seguir.

4.3.1 Resultado da Primeira Modelagem: Média dos preços de etanol praticados no varejo

A média dos preços de etanol para cada um dos 555 municípios foi obtida considerando a totalidade da série temporal, ou seja, a média aritmética das 207 semanas entre janeiro de 2007 e dezembro de 2010. Assim, através da interpolação dos dados buscou-se demonstrar se historicamente os preços apresentaram uma relação inversa a da distancia em relação à produção. Desse modo, espera-se que quanto mais próximo dos produtores mais barato o etanol será comercializado pelos postos.

O Gráfico 11, apresenta o histograma dos dados utilizados na interpolação feita na primeira modelagem.

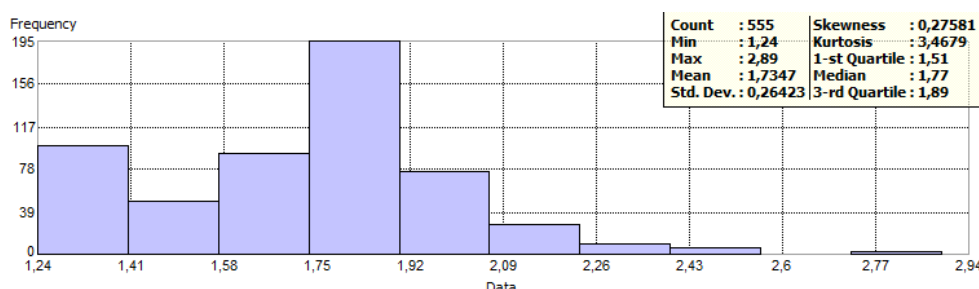


Gráfico 11 – Histograma dos dados da primeira análise

Fonte: Elaboração própria através do software ArcGis

A Figura 12 apresenta o primeiro resultado da interpolação dos dados em um mapa com nove faixas de valores (em R\$/Litro). O resultado demonstrou estar consistente com o fluxo de distribuição do produto apresentado no capítulo anterior através do Gráfico 9.

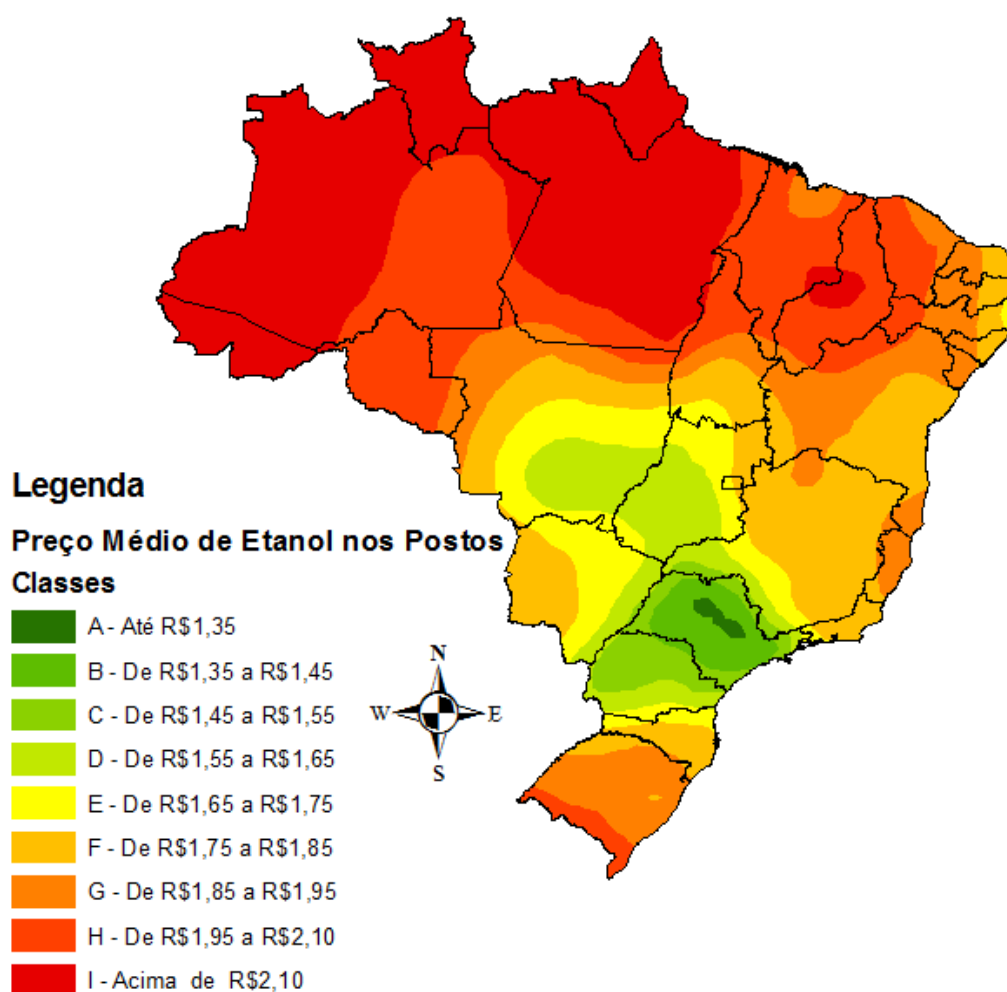


Figura 12 – Resultado da primeira modelagem: preço médio de etanol nos postos de combustíveis

Fonte: Elaboração própria

A seguir, busca-se elucidar os resultados obtidos.

As faixas com menores valores (em verde) correspondem aos estados onde estão concentradas a maior parte das unidades produtoras e conforme abordado no capítulo anterior, são os estados com maiores fluxos de distribuição de etanol.

A faixa “A”, em destaque na Figura 13, contendo os menores valores (cor verde escuro: valores até R\$1,35/Litro) demonstra o fluxo das principais mesorregiões produtoras (Araçatuba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Araraquara e Piracicaba) até Campinas. Esse sentido de escoamento do produto também foi identificado na pesquisa de Dolnikoff (2008, p. 105):

[...] diz-se que o etanol “desce”, ou seja, parte da produção das usinas abastece os mercados locais, das cidades mais próximas a elas, e o restante é enviado a grandes centros consumidores, seguindo do noroeste ao sudeste paulista.

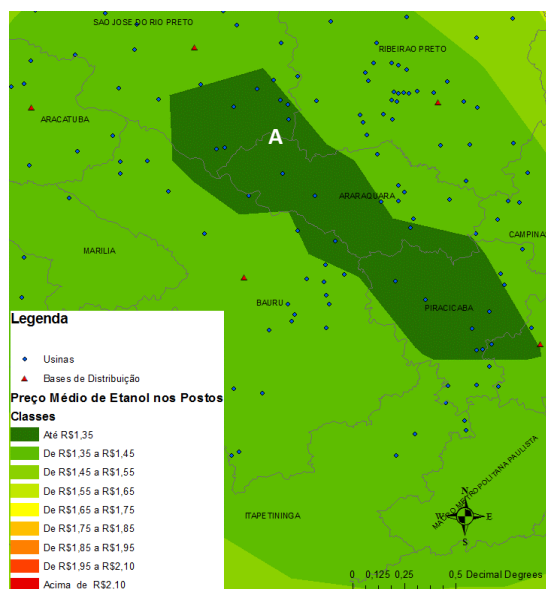


Figura 13 – Visualização da faixa A

Fonte: Elaboração própria

As terceiras e quartas faixas de valores (cores verde claro: valores entre R\$1,45 a R\$1,55/Litro e entre R\$1,55 a R\$1,65/Litro) identificados no mapa com as letras “C” e “D” demonstram a interligação dos quatro principais estados produtores e consumidores, representados pelo noroeste do estado do Paraná, o Sul do Mato Grosso do Sul, o Sul de Goiás e o estado de São Paulo. Mais uma vez, é esclarecedor notar que essas faixas de valores além de serem resultantes da proximidade com as usinas, são consequência de uma extensa malha rodoviária e ferroviária, além, obviamente, de serem cercadas por bases de distribuição de combustíveis conforme ilustrado no Figura 14.

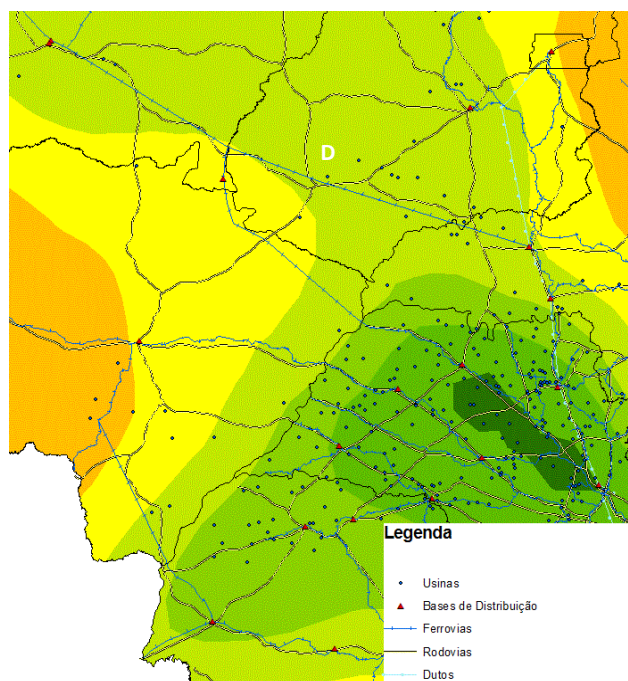


Figura 14 – Visualização da faixa D

Fonte: Elaboração própria

A faixa de valor identificado na Figura 12 com a letra “C” demonstra que os estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, abastecem a região a preços similares aos identificados no Centro Oeste e Sudeste do Brasil, isso se dá devido ao grande número de usinas localizadas nesta faixa.

A pequena “ilha” identificada na Figura 12 ao extremo norte do Brasil representada pela faixa de valores com a letra “G” corresponde a região de São Luis no estado do Maranhão, essa região não produz etanol e é de se estranhar essa diferença de preços, no entanto, conforme dados da ANP, observa-se que os principais estados que enviam o produto para essa região são Goiás e Minas Gerais, além da região compreendida por Alagoas e Pernambuco. Outra constatação é a de que tem sido frequente existirem operações de cabotagem¹³ para a base de São Luis no Maranhão (informação verbal)¹⁴.

¹³ Cabotagem é o transporte marítimo entre os portos de um mesmo país.

¹⁴ Notícia fornecida por José Dirlei Marcello na Sociedade Corretora do Alcool, São Paulo, em 01 de Set. de 2011.

4.3.2 Resultado da Segunda Modelagem: Média dos preços de gasolina praticados no varejo

Os preços da gasolina apresentaram uma melhor distribuição estatística, assim foram criadas seis faixas de valores e ao mapa foram atribuídas as bases de distribuição e refinarias.

Conforme observa-se na Figura 15, grande parte da Região Norte e Centro Oeste demonstram comercializar gasolina a preços maiores que nas demais regiões, esse resultado pode ser reforçado pela ausência de refinarias, mais concentradas nas regiões Sul e Sudeste do País.

É interessante constatar as “ilhas” de menores preços que circundam os municípios que detêm refinarias e bases de distribuição no mesmo local, algo que não se observa no estado do Rio de Janeiro.

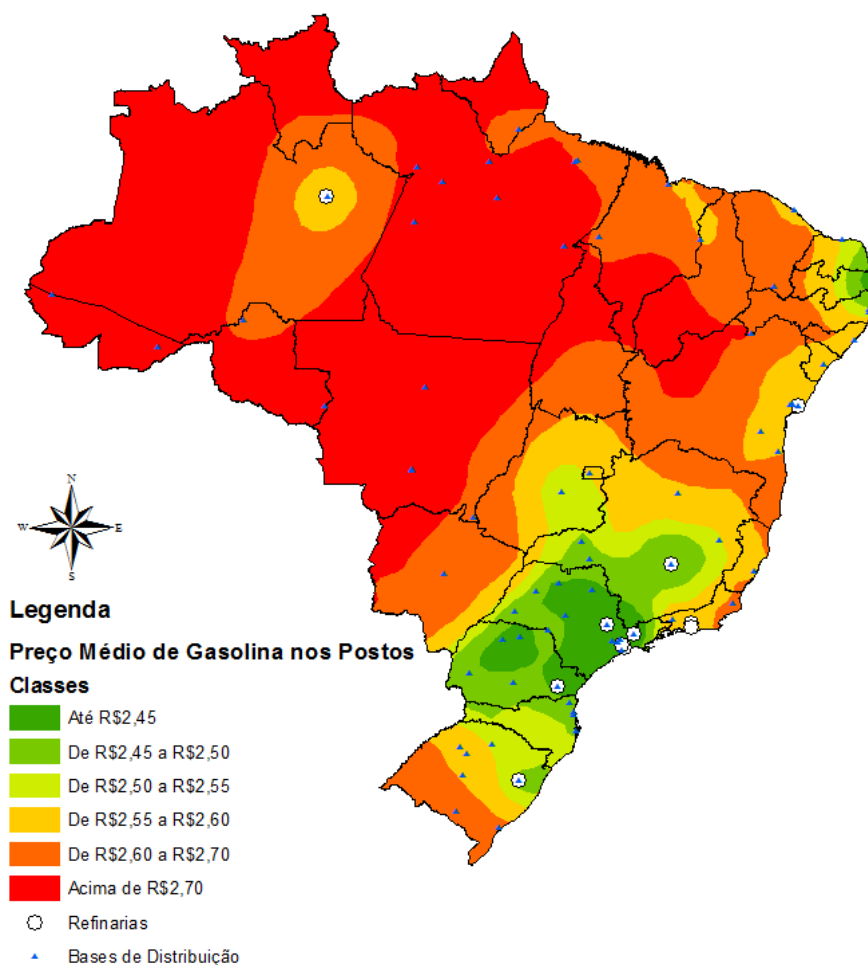


Figura 15 – Resultado da segunda modelagem: preço médio da gasolina nos postos de revenda.

Fonte: Elaboração própria

4.3.3 Resultado da Terceira Modelagem: Paridade Etanol vs Gasolina

Conforme já explicitado anteriormente, o consumo de etanol faz sentido para o consumidor até o limite técnico de 70% do preço da gasolina, ou seja, esse coeficiente de paridade de preços é o que determina a maior demanda por um dos combustíveis ou a migração para outro. Com o aumento da frota de veículos *flex-fuel*, a alteração de preço de um dos combustíveis tende a ser respondida mais rapidamente no varejo.

Na medida em que os resultados anteriores foram consistentes, buscou-se analisar dentro dos mesmos critérios da primeira e segunda modelagem, como se

comporta espacialmente o limite técnico da paridade no Brasil. Para tanto, além do histórico de preços de etanol utilizou-se também o histórico de preços da gasolina no mesmo período e, dividindo-se um pelo outro, obteve-se a paridade média para cada um dos 555 municípios. Esses dados foram interpolados no *software* e considerando quatro faixas percentuais resultaram na Figura 16 que será analisada a seguir.

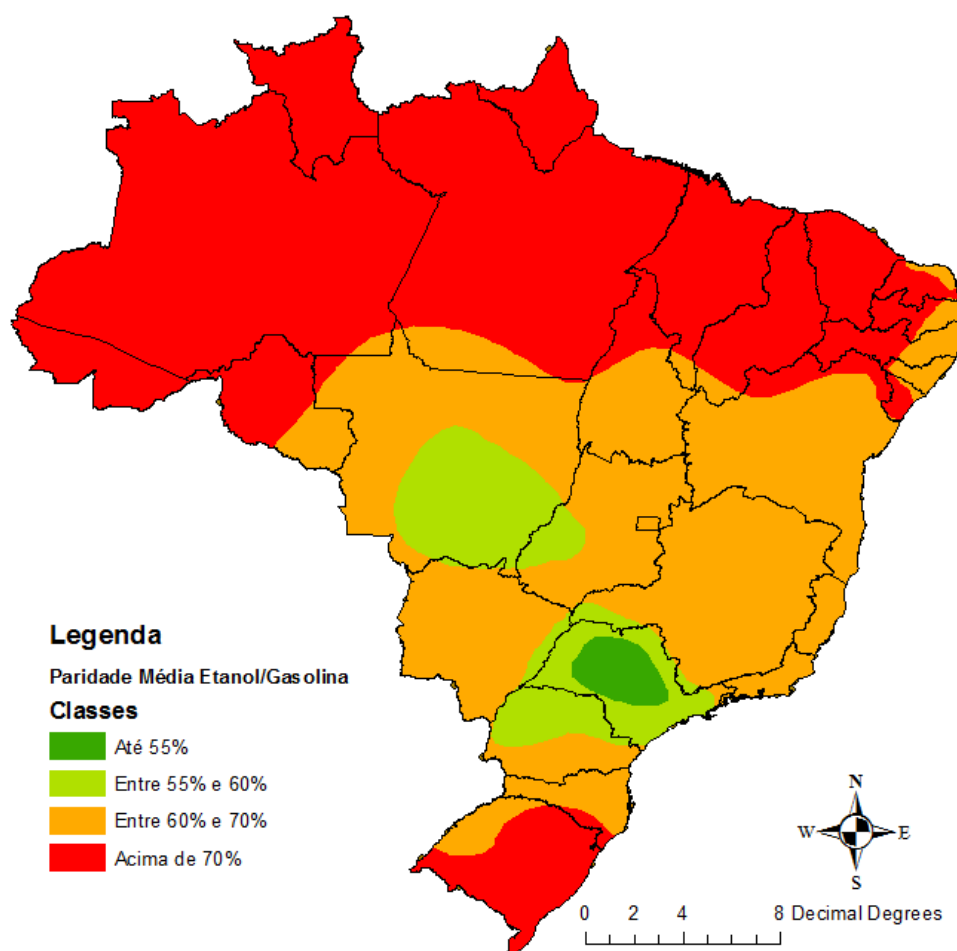


Figura 16 – Resultado da terceira modelagem: mapa da paridade etanol vs gasolina

Fonte: Elaboração própria

A única região que demonstrou uma relação etanol/gasolina extremamente vantajosa ao consumidor situa-se no centro do estado de São Paulo. Esse conglomerado de regiões representado por uma paridade de até 55% do preço da gasolina, não só compreende a faixa onde estão concentradas as usinas, mas também onde foram identificados historicamente os menores preços de etanol conforme abordado anteriormente. Além disso, não é por acaso que, ao se traçar

uma rota que circunde as bases de distribuição de combustíveis do estado de São Paulo, obtém-se exatamente o mesmo perfil espacial conforme a Figura 17.

O mapa resultante elucida ainda a lógica de algumas operações de distribuição utilizadas pelas distribuidoras, onde o etanol é utilizado como carga de retorno dos derivados de petróleo, ou seja, os caminhões saem das bases de distribuição carregados com diesel ou gasolina com destino as usinas e, após descarregarem o produto nas proximidades ou até mesmo nas próprias usinas, aproveitam o fluxo de transporte para carregarem etanol com destino aos postos de abastecimento e posterior retorno as bases.

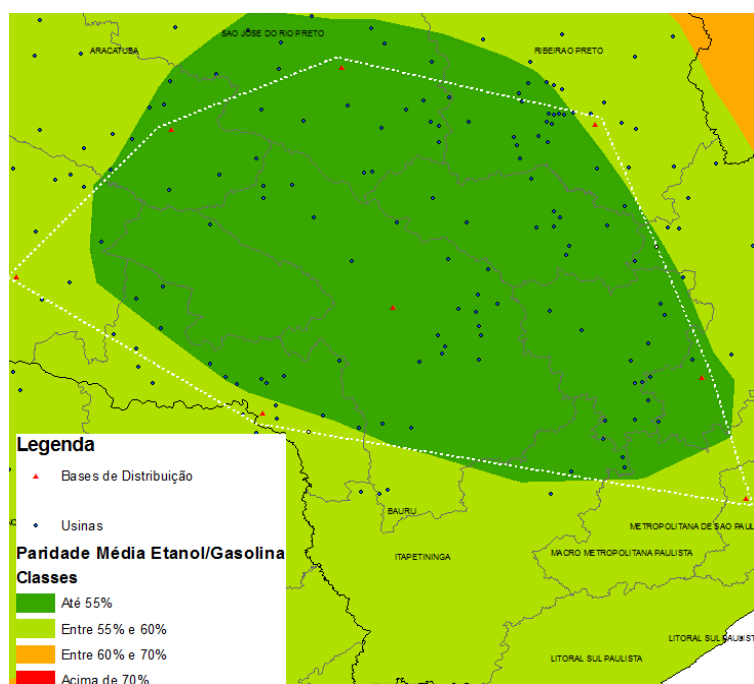


Figura 17 – Visualização da faixa com menor iso-preço relativo etanol/gasolina

Fonte: Elaboração própria

4.3.4 Resultado da Quarta Modelagem: Comportamento sazonal de etanol no varejo

A última modelagem buscou analisar espacialmente o comportamento dos preços no varejo visando verificar se a sazonalidade de oferta de produto e, consequentemente dos preços no mercado afetaram o mapeamento. Para tanto, os preços semanais foram transformados em médias mensais dos 555 municípios para cada um dos anos de 2007 a 2010, resultando assim em 48 meses. Observou-se que os meses apresentaram comportamentos similares, ou seja, os preços tendem a ser menores em período de maior oferta de produto e maiores nos períodos de entressafra. Vale lembrar que o mesmo comportamento se observou para a Região Nordeste do Brasil, no entanto, o período dessa sazonalidade é diferente conforme já explicado anteriormente.

O Gráfico 12 demonstra o comportamento médio dos preços de etanol (em R\$/Litro) nos postos de abastecimento considerando toda a amostra de dados. Através dele pôde-se confirmar que a sazonalidade de preços ao consumidor é verificada. Após essa constatação foram criados *shapes* para cada um dos meses considerando os 555 municípios e, em seguida, os dados foram interpolados considerando os mesmos parâmetros da primeira análise (sendo que nesta etapa foram criadas apenas quatro faixas de valores para todos os meses).

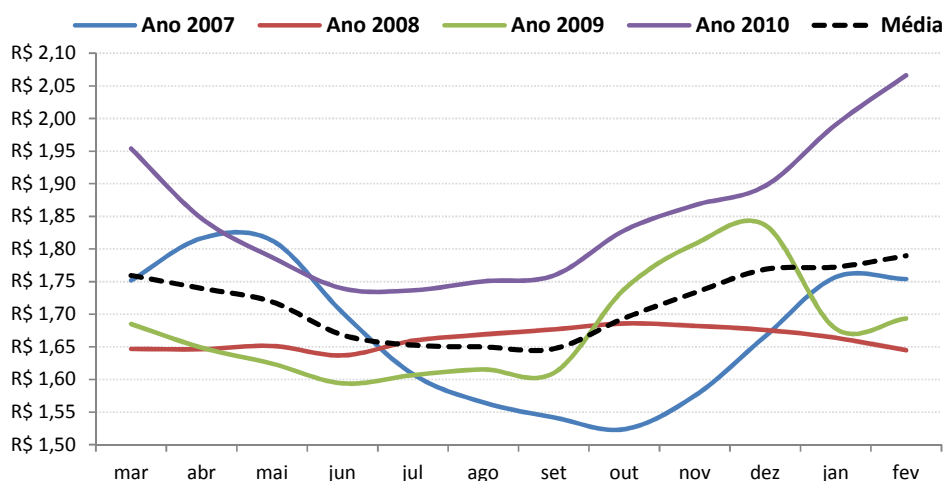


Gráfico 12 – Sazonalidade dos preços de etanol no Brasil

Fonte: Dados ANP, Elaboração própria.

A Figura 18, de maneira semelhante à primeira modelagem, também demonstrou extrema consistência com a realidade do mercado e serão explicados adiante. Apenas para referência, o pequeno gráfico ao lado esquerdo de cada mapa, representa o percentual estimado de moagem no respectivo mês em relação a moagem total da safra.

Entre os meses de abril a setembro, onde a oferta de produto é maior devido à safra, nota-se que a faixa de menor valor (cor verde: até R\$1,5/Litro) ganha maior proporção, iniciando pelo noroeste do Paraná estendendo-se por Goiás e Mato Grosso. Esta faixa de valor une os principais estados produtores entre Agosto e Setembro, a partir deste período perde força e começa a encolher novamente até se restringir apenas ao eixo que o une o interior de São Paulo a capital.

Consequentemente observa-se que os meses entre Dezembro e Fevereiro são desfavoráveis ao uso de etanol pelo consumidor na Região Centro Sul, tanto pelo fato de até o momento não se ter observado a utilização de estoques de passagem pelos agentes do mercado como também pelo fato da quantidade produzida estar no limiar da quantidade consumida.

Não por coincidência, o traçado do projeto de etanolduto discutido no segundo capítulo apresenta exatamente o mesmo perfil da faixa de menor valor (cor verde:

até R\$1,5/Litro), reforçando o fato de que o fluxo proposto pelo duto tem como objetivo passar pelas principais áreas produtoras e muito provavelmente ao estar concluído, pode alterar o formato da modelagem obtida, uma vez que este modal pode facilitar o escoamento do produto para as grandes metrópoles a preço menor devido entre outros motivos à larga escala de transporte.

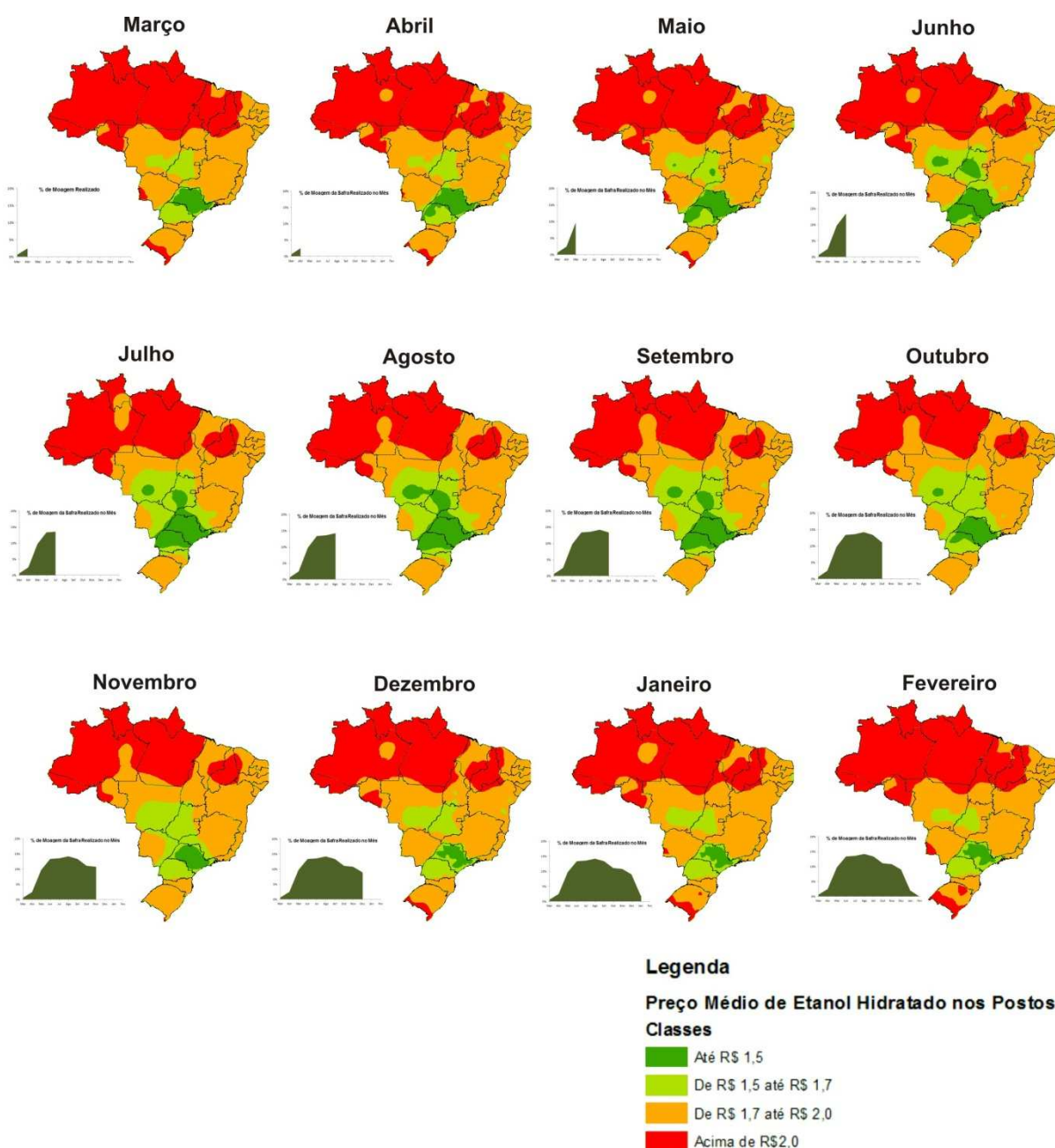


Figura 18 – Resultados da quarta modelagem: comportamento sazonal dos preços de etanol no varejo

Fonte: Elaboração própria

5 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE PREÇOS NO MERCADO DE ETANOL

A econometria consiste na aplicação de estatística aos problemas de economia, tendo como objetivo a produção quantitativa de informações econômicas, e explicações ou previsões sobre o comportamento das variáveis analisadas. Neste capítulo, buscou-se analisar se os preços ao consumidor de algumas grandes regiões selecionadas demonstram relação com os preços ao produtor do estado de São Paulo, pois conforme resultados apresentados no capítulo anterior, este estado visualmente se caracterizou como principal vetor de transferência de etanol e, consequentemente, dos preços no Brasil. Visualizando o comportamento sazonal dos preços no decorrer de um ano safra, notou-se uma conotação similar a de um coração que pulsa e transfere os preços em menor ou maior escala conforme o período em questão.

Conforme já explicado no segundo capítulo, apesar de existirem indicadores de preços ao produtor para outras regiões, a análise setorial indica que os preços de São Paulo influenciam as demais regiões do País. Esta influência, por sua vez, deve ser distinta conforme a relação entre as regiões. Em áreas integradas à maior região produtora e que contem com adequadas condições logísticas, espera-se grande integração entre as séries de preços ao consumidor e a série de preços ao produtor. Em áreas sob a influência de outras regiões produtoras, como o Nordeste, espera-se um menor nível de integração. Finalmente, há áreas que absorvem o etanol produzido na Região Centro-Sul, mas que, por conta de condições logísticas desfavoráveis, podem apresentar maiores custos de arbitragem e, portanto, um menor nível de integração das séries de preços. Estas hipóteses são testadas neste capítulo por meio da análise de séries de tempo, em particular por meio de modelos de cointegração, de causalidade e de decomposição de variância.

5.1 Metodologia

Para os testes econométricos foi utilizado o software Eviews 5, as explicações a respeito de cada um dos testes será dada nos próximos tópicos, cabendo aqui uma breve descrição da linha metodológica utilizada.

Buscou-se inicialmente observar graficamente cada série temporal em duas formas distintas: a primeira onde as séries são colocadas em formato logaritmo e a segunda onde é feita a primeira diferença dos logaritmos das séries. Conforme Margarido (2007), esse procedimento objetiva verificar a possível ocorrência de alguma quebra estrutural, pois isso tornaria os testes viesados, prejudicando a determinação da ordem de integração das variáveis.

Em seguida foi utilizado o teste de Dickey Fuller Aumentado visando analisar a ordem de integração das variáveis, ou seja, quantas vezes a série precisa ser diferenciada para se tornar estacionária. Após a constatação de que as séries são de ordem 1, realizou-se o teste de Causalidade de Granger visando confirmar o relacionamento e precedência entre as variáveis.

Dando continuidade, foi realizado o teste de cointegração de Engle Granger, no qual buscou-se analisar se os resíduos das séries são cointegrados, assim pôde-se estimar o modelo de correção de erros e consequentemente, obter os relacionamentos de curto e longo prazo quando possível. Outro teste de cointegração realizado foi o Johansen, que além dos relacionamentos de curto e longo prazo entre as variáveis, serviram de ponto de partida para a aplicação do modelo autoregressivo vetorial (VAR) e a obtenção das decomposições da variância das séries e também da função impulso de resposta visando analisar o comportamento dinâmico das séries, ou seja, o tempo de reação e a intensidade das respostas a choques.

5.2 Dados

Foram utilizadas 17 séries temporais de dados, 16 séries se referem à média semanal dos preços de etanol praticados pelos postos de combustíveis nas regiões selecionadas e tem como fonte a mesma utilizada no capítulo anterior, ou seja, os dados do Levantamento de Preços e Margens de Comercialização de Combustíveis divulgados pela ANP, compreendendo 207 semanas: entre 7 de janeiro de 2007 e 26 de dezembro de 2010.

A outra série de dados corresponde aos preços ao produtor, ou seja, se refere à média dos preços praticados pelas unidades produtoras (usinas/destilarias) nas vendas para as distribuidoras de combustíveis no estado de São Paulo. Os preços são coletados diariamente em todo o estado – o que corresponde a mais 55% da produção de etanol hidratado do Brasil – e divulgados toda sexta-feira pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) conforme já explicado no primeiro capítulo.

As regiões selecionadas correspondem aos municípios destacados na Tabela 6. É importante reforçar que na grande maioria dos casos, o nome da série não corresponde necessariamente ao nome de um município; o nome é dado para representar uma mesorregião com os respectivos municípios disponíveis na pesquisa da ANP.

Nome da Série	Mesoregião	UF	Abrangência de Municípios
BeloHorizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	MG	Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibirite, Nova Lima, Ribeirão das Neves, Sabara, Santa Luzia, Vespasiano
Campinas	Metropolitana de Campinas	SP	Americana, Campinas, Cosmópolis, Hortolândia, Indaiatuba, Paulínia, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré, Valinhos, Vinhedo
CampoGrande	Centro Norte de Mato Grosso do Sul	MS	Campo Grande
Curitiba	Metropolitana de Curitiba	PR	Almirante Tamandare, Araucária, Campo Largo, Colombo, Curitiba, Pinhais, São José dos Pinhais,
Florianópolis	Grande Florianópolis	SC	Biguaçu, Florianópolis, Palhoça, São José
Manaus	Centro Amazonense	AM	Manacapuru, Manaus
PortoAlegre	Metropolitana de Porto Alegre	RS	Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Esteio, Gravataí, Guaíba, Novo Hamburgo, Porto Alegre, São Leopoldo, Sapiranga, Sapucaia do Sul, Viçosa
Recife	Metropolitana de Recife	PE	Abreu e Lima, Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Recife, São Lourenço da Mata
RibeirãoPreto	Ribeirão Preto	SP	Sertãozinho, Ribeirão Preto
RioDeJaneiro	Metropolitana do Rio de Janeiro	RJ	Belford Roxo, Duque de Caxias, Itaboraí, Mage, Maricá, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Queimados, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti
Salvador	Metropolitana de Salvador	BA	Camaçari, Candeias, Lauro de Freitas, Salvador, Simões Filho
SãoPaulo	Metropolitana de São Paulo	SP	Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Paulo
Vitória	Central Espírito-santense	ES	Cariacica, Serra, Vila Velha, Vitória
Goiás	Centro Goiano	GO	Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia, Trindade
Cuiabá	Centro-Sul Mato-grossense	MT	Cuiabá
SãoLuis	Norte Maranhense	MA	Pinheiro, São José de Ribamar, São Luís

Tabela 6 – Relação das séries de dados correspondentes a média dos preços de etanol no varejo

Fonte: Elaboração própria.

A localização das regiões selecionadas e os respectivos pontos onde foram coletados os dados ao varejo podem ser mais facilmente observados na Figura 19.

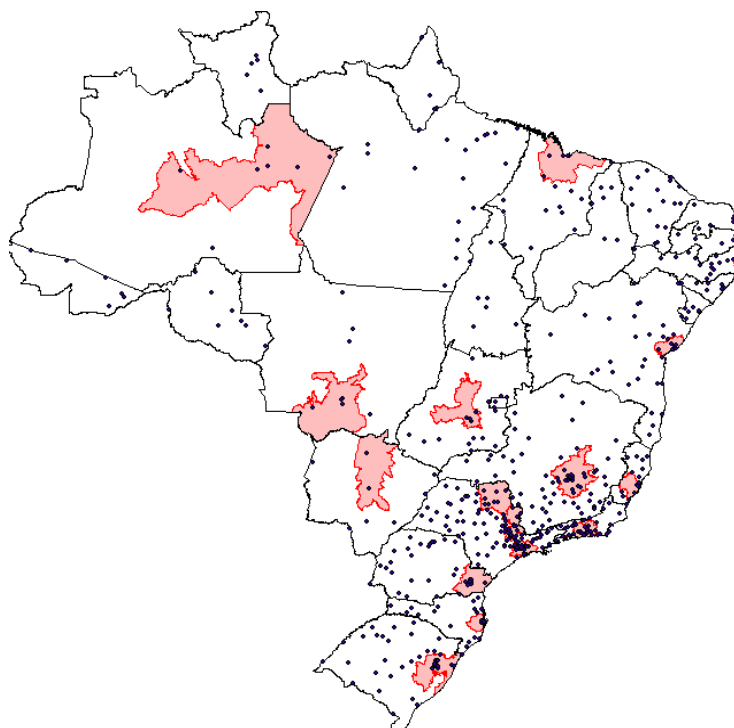


Figura 19 – Localização das regiões selecionadas para análise dos dados

Fonte: Elaboração própria.

Todas as séries foram transformadas em base logarítmica, sendo assim, para representar o logaritmo de cada variável foi utilizada a notação “L” seguida do nome da série, conforme segue:

- Lbelohorizonte = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Belo Horizonte/MG.
- Lcampinas = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Campinas/SP.
- Lcampogrande = Log da série de preços médios ao varejo da região Centro Norte de Mato Grosso do Sul/MS.
- Lcepea = Log da série de preços médios ao produtor no estado de São Paulo.
- Lcuritiba = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Curitiba/PR.
- Lflorianopolis = Log da série de preços médios ao varejo da região Grande Florianópolis/PR.
- Lgoias = Log da série de preços médios ao varejo da região centro Goiano/GO.
- Lmanaus = Log da série de preços médios ao varejo da região Centro Amazonense/AM.
- Lportoalegre = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Porto Alegre/RS.
- Lrecife = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Recife/PE.
- Lribeiraopreto = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Ribeirão Preto/SP.
- Lriodejaneiro = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana do Rio de Janeiro/RJ.
- Lsalvador = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de Salvador/BA.
- Lsaopaulo = Log da série de preços médios ao varejo da região metropolitana de São Paulo/SP.
- Lvitoria = Log da série de preços médios ao varejo da região Central Espírito Santense/ES.
- Lgoias = Log da série de preços médios ao varejo da região Centro Goiano/GO.

- Lcuiaba = Log da série de preços médios ao varejo da região Centro Sul Mato Grossense/MT.
- Lsaoluis = Log da série de preços médios ao varejo da região Norte Maranhense/MA.

5.3 Análise das séries temporais

Séries temporais são conjuntos de observações de uma variável ao longo do tempo, podendo ser classificadas como estacionárias ou não estacionárias. Quando a média e a variância de uma série temporal são constantes ao longo do tempo, as séries são ditas estacionárias e, portanto, é possível proceder com análises econométricas e inferências estatísticas sobre os parâmetros.

Quando se utiliza séries não estacionárias em análises de séries temporais é comum se deparar com relações econométricas significantes entre duas ou mais variáveis sem qualquer relação econômica entre elas, resultados classificados como espúrios. Portanto, antes de analisar séries temporais e, visando não obter regressões espúrias entre as variáveis, é necessário verificar se as séries são não estacionárias. Para isso, além do teste de Dickey Fuller Aumentado a ser apresentado no próximo tópico, buscou-se inicialmente analisar as séries em formato gráfico.

Análises gráficas são necessárias para verificar presença de *outliers*¹⁵, quebras estruturais, variações sazonais e possíveis tendências, para tanto, foi elaborado uma primeira versão contendo os logaritmos das séries e uma segunda versão contendo a diferença do logaritmo das variáveis, conforme pode ser notado respectivamente no Gráfico 13 e Gráfico 14.

No Gráfico 13 é possível notar visualmente, uma correlação entre as séries das regiões, uma vez que ambas oscilam acompanhando em maior ou menor

¹⁵ São classificados como *outliers* valores atípicos, observações anormais e extremas a séries temporais.

intensidade os movimentos do indicador de preços CEPEA/ESALQ (LCepea). As séries que representam regiões mais distantes do estado de São Paulo como Lrecife, Lsaoluis e Lmanaus tendem a ter uma oscilação mais independente, no entanto, a grosso modo os movimentos convergem.

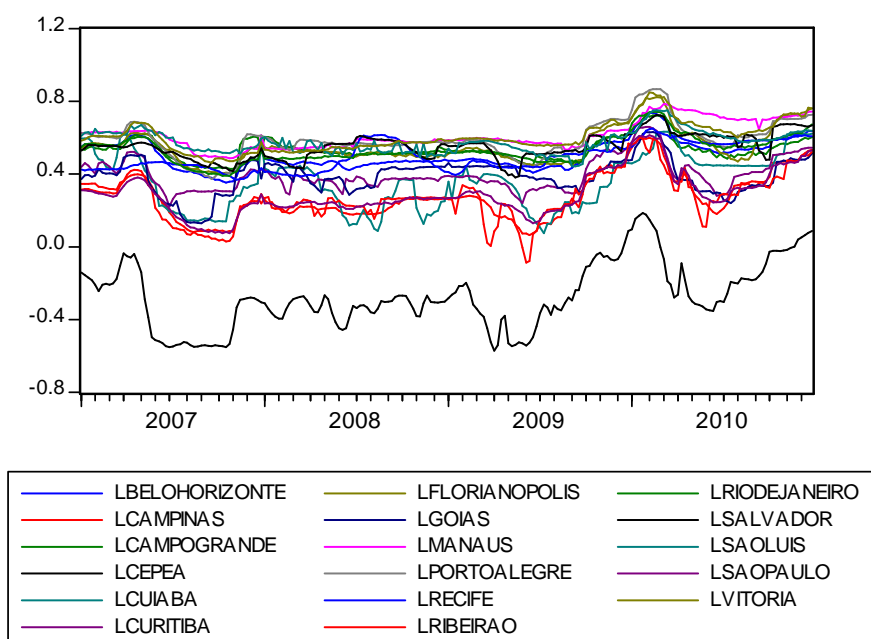


Gráfico 13 – Análise gráfica das séries temporais

Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 14, onde se utiliza a primeira diferença dos logaritmos, já é possível inferir, mas não comprovar, que as séries são de ordem 1, ou seja, após uma diferença, as séries se tornariam estacionárias, conforme explica-se adiante. No entanto, não é possível concluir a estacionariedade das séries em diferença, sem antes a aplicação do teste de raiz unitária.

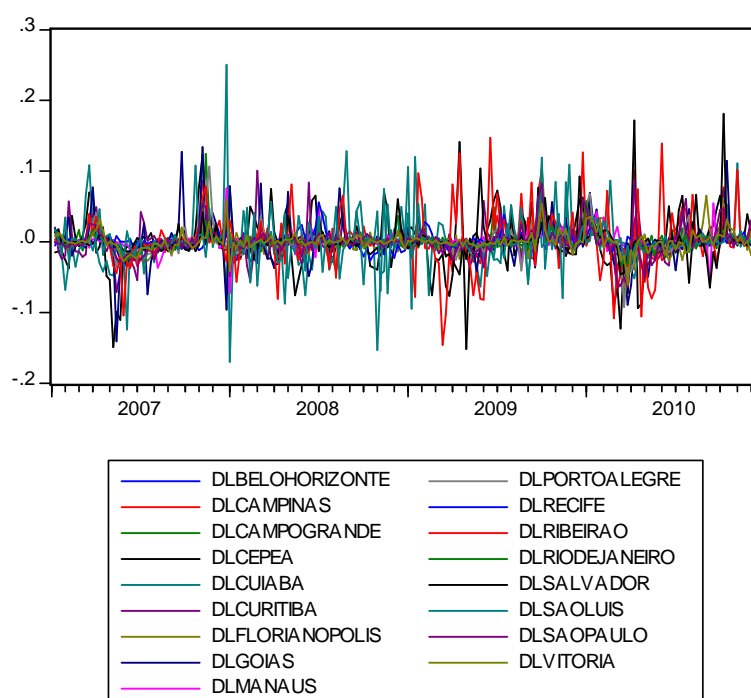


Gráfico 14 – Análise gráfica da primeira diferença dos logaritmos das series

Fonte: Elaboração própria.

A utilização de uma diferença no gráfico das séries é útil para analisar a ordem de integração das variáveis, pois a maioria das séries precisa de apenas uma diferença¹⁶ para se tornar estacionária. Segundo Margarido (1999), a ordem de integração de uma variável representa o número de vezes que uma série necessita ser diferenciada para se tornar estacionária, ou seja, se ela é integrada de ordem 1, ela precisa ser diferenciada uma vez para atingir a estacionariedade. Ainda segundo Margarido (1994, p. 53),

a utilidade da aplicação dos operadores de diferença reside no fato de que eles são capazes de deixar as séries estacionárias, o que significa que esses operadores não somente estabilizam a variância, como também removem a tendência que está por trás das séries originais, tornando-as estáveis.

¹⁶ O processo de diferenciação para alcançar a estacionariedade está intrinsicamente relacionado ao conceito econométrico de integração, que pode ser assim entendido: uma variável de tendência estocástica $x(t)$ é dita integrada de ordem n , com notação $I(n)$, caso sejam necessárias n diferenciações para que $x(t)$ atinja a estacionariedade. Assim, uma variável $I(1)$ é não estacionária, mas alcança estacionariedade após uma diferenciação. Já uma variável $I(0)$, é dita estacionária em nível, sem que seja necessária qualquer diferenciação (Enders, 2004).

5.4 Resultados

Os tópicos a seguir apresentam as metodologias utilizadas, os testes realizados e os resultados obtidos.

5.4.1 Teste de Raiz Unitária

Para testar a estacionariedade das séries foi utilizado o teste de Dickey Fuller Aumentado que considera a hipótese de não estacionariedade a partir da presença de uma raiz unitária. Conforme Gujarati (2006), o teste de Dickey Fuller Aumentado consiste em estimar a seguinte regressão:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Onde ε_t é um termo de ruído branco.

Assim, as hipóteses a serem testadas são:

$H_0: \delta = 0 \rightarrow$ a série possui raiz unitária, ou seja, é não estacionária.

$H_1: \delta \neq 0 \rightarrow$ a série não possui raiz unitária e, portanto, é estacionária.

Rejeitar a hipótese nula corresponde a não rejeitar que a série é estacionária, caso contrário, se constatado a não estacionariedade, a série deve ser diferenciada até alcançar a estacionariedade.

O teste de Dickey Fuller Aumentado é estimado de três maneiras distintas e considera as seguintes equações sob a hipótese nula de que existe raiz unitária, $\delta = 0$.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \mu_t$$

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

O procedimento visa estimar sequencialmente as três equações que representam respectivamente uma série sem tendência e sem constante, uma série com constante e uma série com tendência e constante. O teste de Dickey Fuller Aumentado considera estatísticas diferentes para cada equação, sendo elas: τ_τ , τ_μ e τ que avaliam a significância da variável δ e da constante β .

Por questão de simplicidade, para o presente estudo, o número de defasagens utilizado foi escolhido empiricamente e, ao se realizar o teste com as variáveis em nível e também com as variáveis em uma diferença, pôde-se constatar conforme a Tabela 7, que as séries precisaram de uma única diferença para se tornarem estacionárias, ou seja, as séries são integradas de ordem 1.

Variável	Com tendência e Constante		Sem tendência e Sem Constante		Com Constante	
	Estatística t	P-Valor	Estatística t	P-Valor	Estatística t	P-Valor
LBELOHORIZONTE	-3,2136	0,0847	-0,1574	0,6282	-2,1952	0,2088
D(LBELOHORIZONTE)	-6,1165	0,0000	-6,0544	0,0000	-6,0425	0,0000
LCAMPINAS	-2,5297	0,3136	-0,4336	0,5255	-1,8079	0,3760
D(LCAMPINAS)	-8,4256	0,0000	-8,3861	0,0000	-8,3768	0,0000
LCAMPOGRANDE	-2,9156	0,1598	0,062471	0,7016	-2,7675	0,0648
D(LCAMPOGRANDE)	-12,1880	0,0000	-12,2321	0,0000	-12,2064	0,0000
LCEPEA	-3,0989	0,1093	-1,4723	0,1316	-2,2908	0,1759
D(LCEPEA)	-9,0916	0,0000	-9,0719	0,0000	-9,0556	0,0000
LCUIABA	-2,4950	0,3304	-0,7104	0,4080	-1,9558	0,3064
D(LCUIABA)	-8,5940	0,0000	-8,5149	0,0000	-8,4940	0,0000
LCURITIBA	-3,1922	0,0889	-0,4513	0,5185	-2,7855	0,0621
D(LCURITIBA)	-9,5419	0,0000	-9,5442	0,0000	-9,5222	0,0000
LFLORIANOPOLIS	-3,1211	0,1042	0,098240	0,7128	-2,4179	0,1381
D(LFLORIANOPOLIS)	-6,3329	0,0000	-6,2744	0,0000	-6,2766	0,0000
LGOIAS	-2,6298	0,2676	-0,3452	0,5597	-2,4544	0,1283
D(LGOIAS)	-12,0532	0,0000	-12,0932	0,0000	-12,0678	0,0000
LMAUAS	-1,7844	0,7090	0,726960	0,8711	-0,3014	0,9212
D(LMAUAS)	-17,8826	0,0000	-17,7459	0,0000	-17,7449	0,0000
LPORTOALEGRE	-2,9745	0,1420	-0,1933	0,6155	-2,4051	0,1416
D(LPORTOALEGRE)	-7,6441	0,0000	-7,6466	0,0000	-7,6312	0,0000
LRECIFE	-2,8291	0,1886	0,513733	0,8259	-1,4927	0,5355
D(LRECIFE)	-8,5277	0,0000	-8,5216	0,0000	-8,5457	0,0000
LRIBEIRAO	-2,9898	0,1376	-0,7651	0,3838	-2,3909	0,1456
D(LRIBEIRAO)	-11,7698	0,0000	-11,7752	0,0000	-11,7513	0,0000
LRIODEJANEIRO	-2,7293	0,2260	0,114068	0,7176	-1,7800	0,3897
D(LRIODEJANEIRO)	-5,8992	0,0000	-5,8034	0,0000	-5,8013	0,0000
LSALVADOR	-3,4143	0,0522	0,156258	0,7305	-2,5830	0,0981
D(LSALVADOR)	-12,0912	0,0000	-12,1258	0,0000	-12,1034	0,0000
LSAOLUIS	-2,0985	0,5432	-0,1239	0,6399	-1,8784	0,3421
D(LSAOLUIS)	-21,3430	0,0000	-21,3964	0,0000	-21,3444	0,0000
LSAOPAULO	-2,4713	0,3421	-0,1569	0,6284	-1,5707	0,4958
D(LSAOPAULO)	-8,5186	0,0000	-8,4728	0,0000	-8,4689	0,0000
LVITORIA	-2,5883	0,2862	0,311105	0,7747	-1,4209	0,5715
D(LVITORIA)	-6,7967	0,0000	-6,7228	0,0000	-6,7288	0,0000

Tabela 7 – Resultados do teste de Dickey Fuller Aumentado

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez constatada a estacionariedade das séries após uma diferenciação, seguiu-se com a investigação do teste de causalidade de Granger visando confirmar o relacionamento entre as variáveis analisadas, como se explica adiante.

5.4.2 Teste de causalidade de Granger

Testes de causalidade visam responder se: X causa Y ($X \rightarrow Y$), se Y causa X ($Y \rightarrow X$), se existe simultaneidade entre duas variáveis ($X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow X$) ou se inexistente qualquer tipo de relação causal.

Conforme Gujarati (2006 apud DIEBOLD, 2001):

[...] a afirmação “Yi causa Yj” é apenas uma forma abreviada para a declaração mais precisa, mas mais longa “Yi contém informações úteis para prever Yj além das histórias passadas de outras variáveis do sistema”. Para poupar espaço, dizemos simplesmente que Yi causa Yj.

O teste de causalidade mais conhecido é o teste de causalidade de Granger, o qual assume que a informação relevante de duas variáveis está contida apenas nas séries de tempo entre essas variáveis, assim, uma série estacionária X causa, no sentido Granger, uma outra série estacionária Y se melhores previsões estatisticamente significantes de Y podem ser obtidas ao incluirmos valores defasados de X aos valores defasados de Y. Como explica Margarido et al. (2007, p. 8):

[...] quando se diz que a variável A causa a variável B no sentido de Granger, isso quer dizer que valores passados de A ajudam a prever de forma mais precisa o comportamento futuro de B.

O teste estima as seguintes regressões:

$$X_t = \sum a_i Y_{t-i} + \sum b_i X_{t-i} + \mu_{1t}$$

$$Y_t = \sum ci Y_{t-i} + \sum di X_{t-i} + \mu_{2t}$$

Onde μ_{it} são resíduos não correlacionados.

A primeira regressão demonstra se valores correntes de X estão relacionados a valores passados do próprio X assim como a valores defasados de Y, já a segunda regressão, demonstra comportamento similar para a variável Y.

Os resultados podem apresentar quatro casos:

1. Causalidade unidirecional de X para Y ($X \rightarrow Y$);
2. Causalidade unidirecional de Y para X ($Y \rightarrow X$);
3. Causalidade bilateral ou simultaneidade ($X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow X$);
4. Independência.

Em linhas gerais, se a variável X Granger causa a variável Y, então mudanças em X devem preceder temporalmente mudanças em Y.

Dois importantes requisitos do teste de Granger são, conforme já mencionado, a estacionariedade das séries, e a ausência de correlação serial nos termos de erros, o que é feito através da inclusão de um número de defasagens no teste. Desta forma, após o teste de Dickey Fuller Aumentado demonstrar que as séries são de ordem 1, o teste de Granger foi realizado com uma diferença. O número de defasagens utilizado foi dado pelo software Eviews utilizando-se o Critério de Informação de Akaike¹⁷, que resultou em duas defasagens.

Conforme pode-se notar na Tabela 8, variações percentuais nos preços do indicador CEPEA (LCepea) causam no sentido Granger variações percentuais nas demais regiões, ou seja, existe uma relação unidirecional de causalidade dos preços.

¹⁷ O Critério de Informação de Akaike é uma estatística utilizada para escolha do tamanho de uma distribuição de defasagens.

Hipótese Nula	D= 2, OBS = 205
	Probabilidade
DLBELOHORIZONTE não Granger causa DLCEPEA	0.23339
DLCEPEA não Granger causa DLBELOHORIZONTE	4.2E-14
DLCAMPINAS não Granger causa DLCEPEA	0.25352
DLCEPEA não Granger causa DLCAMPINAS	6.4E-07
DLCAMPOGRANDE não Granger causa DLCEPEA	0.91456
DLCEPEA não Granger causa DLCAMPOGRANDE	5.7E-09
DLCUIABA não Granger causa DLCEPEA	0.91559
DLCEPEA não Granger causa DLCUIABA	0.01517
DLCURITIBA não Granger causa DLCEPEA	0.18213
DLCEPEA não Granger causa DLCURITIBA	6.2E-12
DLFLORIANOPOLIS não Granger causa DLCEPEA	0.28479
DLCEPEA não Granger causa DLFLORIANOPOLIS	2.8E-07
DLGOIAS não Granger causa DLCEPEA	0.53610
DLCEPEA não Granger causa DLGOIAS	1.6E-05
DLMANAUS não Granger causa DLCEPEA	0.76469
DLCEPEA não Granger causa DLMANAUS	0.00446
DLPORTOALEGRE não Granger causa DLCEPEA	0.66345
DLCEPEA não Granger causa DLPORTOALEGRE	2.7E-12
DLRECIFE não Granger causa DLCEPEA	0.83569
DLCEPEA não Granger causa DLRECIFE	0.05871
DLRIBEIRAO não Granger causa DLCEPEA	0.15731
DLCEPEA não Granger causa DLRIBEIRAO	8.2E-06
DLRIODEJANEIRO não Granger causa DLCEPEA	0.70909
DLCEPEA não Granger causa DLRIODEJANEIRO	3.7E-08
DLSALVADOR não Granger causa DLCEPEA	0.72549
DLCEPEA não Granger causa DLSALVADOR	0.00329
DLSAOLUIS não Granger causa DLCEPEA	0.99215
DLCEPEA não Granger causa DLSAOLUIS	0.26451
DLSAOPAULO não Granger causa DLCEPEA	0.47374
DLCEPEA não Granger causa DLSAOPAULO	1.4E-07
DLVITORIA não Granger causa DLCEPEA	0.27883
DLCEPEA não Granger causa DLVITORIA	2.7E-07

Tabela 8 – Resultados do teste de Causalidade de Granger

Fonte: Elaboração própria.

Vale notar os resultados para as séries de São Luis e de Recife, que apresentaram respectivamente, cerca de 26% e 5,8% de probabilidade de rejeição da hipótese nula (o indicador Cepea não causa no sentido de Granger os preços das regiões representadas por estas séries), ou seja, esses percentuais demonstram a

probabilidade de rejeitar a hipótese de Cepea não causar no sentido de Granger os preços dessas regiões e a hipótese ser verdadeira. Esse resultado é um indicador esperado de que não há relação de precedência temporal em qualquer direção entre as praças do Nordeste e o preço ao produtor em São Paulo. Decorrente de uma separação entre esses mercados, devido principalmente aos fatores distintos de produção apresentados no capítulo inicial desta pesquisa. As regiões de Cuiabá, Salvador e Manaus também indicam, apesar de ser em menor proporção, a probabilidade de não existência de relação de precedência temporal.

Apesar destas constatações, verifica-se que existe um sentido unidirecional de causalidade nas séries, buscou-se, em seguida, identificar o possível relacionamento de longo prazo entre as variáveis através do teste de cointegração de Johansen.

5.4.3 Testes de Cointegração

Após provado que as séries temporais possuem a mesma ordem de integração, isto é, que todas as séries precisam de apenas uma diferença para se tornarem estacionárias, e também que existe um sentido unidirecional de causalidade, buscou-se analisar se as mesmas possuem uma tendência estocástica igual ou comum, ou seja, se são cointegradas. Quando duas ou mais variáveis são cointegradas confirma-se então um relacionamento de longo prazo. A definição de cointegração segundo Stock e Watson (2004) é apresentada da seguinte maneira:

suponha que X_t e Y_t sejam integradas de ordem um. Se, para algum coeficiente θ , $Y_t - \theta X_t$ é integrada de ordem zero, diz-se que X_t e Y_t são co-integradas. O coeficiente θ é chamado coeficiente de co-integração. Se X_t e Y_t são co-integradas, elas possuem uma tendência estocástica igual, ou comum. O cálculo da diferença $Y_t - \theta X_t$ elimina essa tendência.

Nappo (2007, p. 48), descreve cointegração da seguinte forma:

qualquer relação de equilíbrio entre um conjunto de variáveis não-estacionárias implica que suas tendências estocásticas estejam relacionadas de alguma maneira, de modo que essas variáveis não podem mover-se independentemente umas das outras. Na medida em que esta relação entre as tendências estocásticas de variáveis não-estacionárias ocorre de forma consistente ao longo do tempo, dizemos que estas variáveis são cointegradas e que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas.

Os testes de cointegração podem ser feitos tomando como base três metodologias principais: a metodologia de Engle Granger, a metodologia de Durbin Watson de regressão co-integrante e a metodologia de Johansen. Para o estudo em questão, foram utilizados os testes de Engle Granger e Johansen.

Conforme explica Bueno (2011):

Engle e Granger propõem uma metodologia a três passos para determinar se as variáveis são CI¹⁸ (1,1). A metodologia consiste em estimar a relação de longo prazo e armazenar os resíduos. Se as variáveis forem cointegradas, os resíduos serão estacionários. Portanto, o objetivo é fazer o teste de raiz unitária nos resíduos. Se a hipótese nula de raiz unitária dos resíduos não for rejeitada, as variáveis não serão cointegradas. Em contraste, a rejeição da hipótese nula implica que as variáveis são cointegradas, pois os resíduos serão estacionários.

Desta forma, utilizando-se da metodologia de Engle Granger, para estimar a hipótese de cointegração entre as séries, inicialmente estimou-se uma regressão entre as séries de cada região e a série do indicador Cepea, visando obter os resíduos. Em seguida, aplicou-se aos resíduos de cada regressão, o teste de raiz unitária considerando o modelo sem constante e sem tendência.

¹⁸ CI: Cointegradas de ordem XX.

Conforme pode-se notar na Tabela 9, os resultados do teste de raiz unitária sugerem que existe cointegração entre os resíduos, de tal modo que as séries são cointegradas. Desta forma, dando sequência ao modelo de Engle Granger, foi estimado o modelo de correção de erros com as séries diferenciadas e os resíduos defasados em um período, objetivando obter os relacionamentos de curto prazo e longo prazo entre as variáveis.

Variável	Estatística t	P-valor
RESIDLBELOHORIZONTE	-3,4676	0,0006
RESIDLCAMPINAS	-4,5240	0,0000
RESIDLCAMPOGRANDE	-3,3446	0,0009
RESIDLCUIABA	-3,0540	0,0024
RESIDLCURITIBA	-5,1906	0,0000
RESIDLFLORIANOPOLIS	-3,7693	0,0002
RESIDLGOIAS	-2,8770	0,0041
RESIDLMANAUS	-2,0905	0,0354
RESIDLPORTOALEGRE	-4,7726	0,0000
RESIDLRECIFE	-2,6199	0,0088
RESIDLRIBEIRAO	-6,6343	0,0000
RESIDLRIODEJANEIRO	-3,0741	0,0022
RESIDLSALVADOR	-4,3335	0,0000
RESIDLSAOLUIS	-2,5250	0,0115
RESIDLSAOPAULO	-3,9828	0,0001
RESIDLVITORIA	-3,5249	0,0005

Tabela 9 – Resultados do teste de raiz unitária sobre os resíduos da regressão

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 10 apresenta os resultados dos modelos de correção de erros e as conclusões obtidas são apresentadas a seguir.

Desequilíbrios transitórios são corrigidos mais rapidamente na região de Ribeirão Preto (Lrbeirao), essa taxa de correção é cerca de 35% por período, ou seja, os preços no varejo da região de Ribeirão Preto são corrigidos 35% por semana após uma variação no indicador de preços Cepea e em aproximadamente três semanas estabilizam-se. O resultado decorre do fato de a região ser a maior produtora

dentre as demais analisadas, conseqüentemente, o mercado se ajusta mais rapidamente.

As regiões de Curitiba (Lcuritiba), Porto Alegre (Lportoalegre) e Campinas (Lcampinas) também apresentaram altas taxas de desequilíbrios transitórios, respectivamente, 25%, 22% e 20%. O alto percentual obtido para região de Campinas demonstra que o principal fluxo de escoamento de etanol, ligando a região de Ribeirão Preto a Campinas, tem impacto relevante nas correções dos desequilíbrios de preços, que se ajustam após cinco semanas. O resultado obtido para região de Curitiba infere que os preços no varejo dessa região também são corrigidos rapidamente após variações nos preços ao produtor em São Paulo (dados pelo indicador Cepea), os preços se estabilizam em cerca de quatro semanas, mais rápido do que o observado na região de Campinas. Muito provavelmente, a logística dessa região é favorável ao fluxo do produto e os incentivos econômicos reforçam oportunidades e ganhos ao se transferir o produto para a região.

A região de Porto Alegre apesar de estar distante do centro produtor, apresentou um alto percentual de correção de erros, demonstrando que essa região corrige mais rapidamente do que a região metropolitana de São Paulo, representada por uma taxa de cerca de 16%. Esse tipo de resultado não era esperado porque, além da região de São Paulo estar dentro do estado que representa os preços aos produtores, trata-se de um grande centro de escoamento de produto e aparentemente deveria responder com taxas maiores de correção do que a região de Porto Alegre. Assim, buscou-se analisar os dados de consumo¹⁹ do estado do Rio Grande do Sul junto a ANP e constatou-se que o estado consumiu aproximadamente 240.000 M³ em 2010, sendo que 23% desse volume teve origem em São Paulo, 13% no Paraná e 10% no Mato Grosso do Sul, podendo ser um indício de que a transferência de preços de São Paulo para Porto Alegre realmente pode ocorrer como constatado. Outra inferência que pode caracterizar o comportamento distinto desta região pode estar ligado a própria competição entre os postos desta região.

¹⁹ Para consumo, se considerou os dados de vendas de etanol hidratado carburante por estado pelas distribuidoras de combustíveis divulgado pela ANP.

Outro interessante resultado demonstrado pelo modelo e que pode ser notado na Tabela 10, diz respeito às elasticidades de curto prazo. Verifica-se que a região de Ribeirão Preto (Lribeirao) apresenta a maior elasticidade dentre as demais, ou seja, uma variação de 1% no indicador de preços ao produtor Cepea (Lcepea), provoca uma variação de 0,26% na região de Ribeirão Preto no curto prazo (a maior variação das regiões analisadas). Mais uma vez, isso reforça que existe uma estreita relação entre os preços no varejo da maior região produtora e os preços ao produtor do estado de São Paulo.

Cabe destacar também, os resultados obtidos para as regiões de Campinas (lcampinas) e São Paulo (lsaopaulo) que, respectivamente, apresentaram uma elasticidade de curto prazo de 0,23% e 0,19%, dada uma variação de 1% no indicador de preços ao produtor de São Paulo.

Modelo		Coefficiente	Desv.Padrão	Estatística t	Probabilidade
DLBELOHORIZONTE=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDBELOHORIZONTE1	C(1)	0.000391	0.000729	0.535729	0.5927
	C(2)	0.024697	0.018497	1.335.216	0.1833
	C(3)	-0.178664	0.017491	-1.021.449	0.0000
DLCAMPINAS=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLCAMPINAS1	C(1)	0.000779	0.001207	0.645411	0.5194
	C(2)	0.232137	0.030346	7.649.696	0.0000
	C(3)	-0.200964	0.023404	-8.586.648	0.0000
DLCAMPOGRANDE=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLCAMPOGRANDE1	C(1)	0.000352	0.001095	0.321318	0.7483
	C(2)	3.77E-06	0.028000	0.000135	0.9999
	C(3)	-0.180921	0.027797	-6.508.661	0.0000
DLCUIABA=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLCUIABA1	C(1)	-5.70E-06	0.002784	-0.002048	0.9984
	C(2)	0.084357	0.068206	1.236.811	0.2176
	C(3)	-0.110570	0.024766	-4.464.598	0.0000
DLCURITIBA=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLCURITIBA1	C(1)	0.000386	0.001396	0.276374	0.7825
	C(2)	0.121666	0.034833	3.492.873	0.0006
	C(3)	-0.258908	0.034997	-7.398.098	0.0000
DLFLORIANOPOLIS=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDFLORIANOPOLIS1	C(1)	0.001005	0.001042	0.964957	0.3357
	C(2)	0.005560	0.025801	0.215503	0.8296
	C(3)	-0.150309	0.018713	-8.032.149	0.0000
DLGOIAS=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLGOIAS1	C(1)	0.000502	0.001913	0.262615	0.7931
	C(2)	0.156282	0.047317	3.302.881	0.0011
	C(3)	-0.097683	0.026145	-3.736.271	0.0002
DLMANAUS=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLMANAUS1	C(1)	0.000567	0.000894	0.633838	0.5269
	C(2)	-0.006271	0.021726	-0.288639	0.7732
	C(3)	-0.063398	0.015479	-4.095.798	0.0001
DLPORTOALEGRE=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLPORTOALEGRE1	C(1)	0.000504	0.001019	0.494361	0.6216
	C(2)	0.020815	0.025861	0.804871	0.4218
	C(3)	-0.226704	0.021564	-10.513	0.0000
DLRECIFE=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLRECIFE1	C(1)	0.000869	0.000728	1.194.101	0.2338
	C(2)	0.007184	0.017569	0.408924	0.6830
	C(3)	-0.026558	0.011115	-2.389.354	0.0178
DLRIBEIRAO=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLRIBEIRAO1	C(1)	0.000552	0.002270	0.243369	0.8080
	C(2)	0.259637	0.055779	4.654.758	0.0000
	C(3)	-0.351820	0.044880	-7.839.197	0.0000
DLRIODEJANEIRO=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLRIODEJANEIRO1	C(1)	0.000557	0.000691	0.806015	0.4212
	C(2)	0.027684	0.017298	1.600.435	0.1110
	C(3)	-0.135508	0.016177	-8.376.397	0.0000
DLSALVADOR=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLSALVADOR1	C(1)	0.000645	0.001511	0.427255	0.6696
	C(2)	0.008736	0.036946	0.236452	0.8133
	C(3)	-0.152158	0.029816	-5.103.310	0.0000
DLSAOPAULO=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLSAOPAULO1	C(1)	0.000818	0.001039	0.787266	0.4320
	C(2)	0.199293	0.026022	7.658.491	0.0000
	C(3)	-0.165084	0.020253	-8.150.868	0.0000
DLSAOLUIS=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLSAOLUIS1	C(1)	0.000189	0.001588	0.118789	0.9056
	C(2)	-0.045134	0.039835	-1.133.010	0.2585
	C(3)	-0.162301	0.031557	-5.143.049	0.0000
DLVITORIA=C(1)+C(2)*DLCEPEA+C(3)*RESIDLVITORIA1	C(1)	0.000816	0.000803	1.016.454	0.3106
	C(2)	0.018229	0.019805	0.920417	0.3584
	C(3)	-0.116999	0.016124	-7.256.094	0.0000

Tabela 10 – Resultados do modelo de correção de erros

Fonte: Elaboração própria.

Nota: O modelo utiliza as variáveis diferenciadas e resíduos defasados de um período, portanto, nas equações as séries que se iniciam com “D” representam que estão diferenciadas e os resíduos finalizados com “1” representam que estão defasados em um período.

A utilização da metodologia uniequacional proposta por Engle e Granger não é indicada para testar cointegração quando se considera a possibilidade de existir mais de um vetor de cointegração ou quando existe endogeneidade do regressor (relação causal no sentido da variável dependente para a variável explicativa). Assim, outro método utilizado para testar a cointegração é conhecido como Johansen, que tem como ponto de partida, o modelo Auto Regressivo Vetorial (VAR).

Um modelo VAR é um modelo linear com n variáveis, de n equações, em que cada variável é explicada por seus próprios valores defasados, além dos valores passados das outras $n-1$ variáveis restantes. Este modelo fornece uma forma sistemática de capturar a dinâmica em mais de uma série de tempo (Stock e Watson, 2001).

Uma extensão do modelo VAR é o modelo Vetor de Correção de Erros (VEC), que considera as relações de cointegração entre as variáveis, algo não considerado pelo modelo VAR, assim, modelos VEC captam eventuais relações de longo prazo entre as variáveis²⁰.

De acordo com Bueno (2011), o teste de cointegração de Johansen pode ser entendido intuitivamente, conforme segue:

Φ é uma matriz $n \times n$, cujo posto é $r < n$, se houver co-integração. Se o posto dessa matriz for n , então as variáveis endógenas são todas estacionárias. Se o posto da matriz for nulo, então não existe cointegração e as variáveis são não estacionárias. A idéia de posto nulo é análoga a idéia de raiz unitária no modelo univariado.

O teste para determinar o *rank* da matriz π que são significativamente diferentes de um, é feito conforme as estatísticas:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad \text{Equação 1}$$

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

λ_i = valor estimado das raízes características (também chamado eigenvalues) obtidos da matriz estimada

²⁰ Para maiores explicações sobre os modelos VAR e VEC, ver Bueno (2011).

T = numero de observações usadas

A equação 1 corresponde à estatística $\lambda_{\text{traço}}$ que assume como hipótese nula a existência de r vetores de cointegração contra a hipótese alternativa de $r > r^*$ vetores. Se não existe cointegração, então os valores obtidos serão próximos a zero, denotando não estacionariedade ou instabilidade da matriz Φ e se isso acontece, o resultado do teste são valores pequenos, de tal modo que não se pode rejeitar a hipótese nula. Rejeitando a hipótese nula, significa que há mais de um vetor de cointegração, assim, parte-se para a soma dos $n-1$ “logs” de 1 menos os autovalores correspondentes, até que não se rejeite mais a hipótese nula de que há r^* vetores de cointegração.

A equação 2 corresponde à estatística λ_{max} , um teste que verifica qual o máximo autovalor significativo que produz um vetor de cointegração. Esse autovalor máximo corresponde ao vetor de cointegração r . Assim, rejeitar a hipótese nula significa que há mais de um vetor de cointegração, não rejeitar a hipótese nula significa que há r^* vetores de cointegração. Se o valor estimado da raiz característica é próximo de zero, λ_{max} será pequeno.

Mais explicações sobre o teste de cointegração de Johansen podem ser obtidos em Bueno (2011).

Os resultados da estatística $\lambda_{\text{traço}}$ são apresentados na Tabela 11, onde, diferentemente do resultado obtido no teste de Engle Granger apresentado anteriormente, constata-se que as regiões de Recife e Goiás não possuem vetores de cointegração, ou melhor, os preços dessas regiões não apresentam relação de longo prazo com os preços ao produtor de São Paulo, representados pelo indicador Cepea.

Variáveis em teste de co-integração	Hipótese	Eigenvalue	λ traço	Valor Crítico a 5%	Probabilidade
Lbelohorizonte e Lcepea	0	0.092513	25.69448	15.49471	0.0011
	1				
	2	0.029067	5.988129	3.841466	0.0144
Lcampinas e Lcepea	0	0.160634	40.68435	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.024989	5.137267	3.841466	0.0234
Lcampogrande e Lcepea	0	0.089413	23.51021	15.49471	0.0025
	1				
	2	0.021904	4.496025	3.841466	0.0340
Lcuiaba e Lcepea	0	0.071230	20.94840	15.49471	0.0068
	1				
	2	0.028874	5.947812	3.841466	0.0147
Lcuritiba e Lcepea	0	0.104386	26.93544	15.49471	0.0006
	1				
	2	0.022191	4.555488	3.841466	0.0328
Lflorianopolis e Lcepea	0	0.107722	28.86529	15.49471	0.0003
	1				
	2	0.027822	5.727929	3.841466	0.0167
Lgoias e Lcepea	0	0.047849	14.10826	15.49471	0.0800
	1				
	2	0.020259	4.154769	3.841466	0.0415
Lmanuel e Lcepea	0	0.126012	28.64204	15.49471	0.0003
	1				
	2	0.006385	1.300244	3.841466	0.2542
Lportoalegre e Lcepea	0	0.131301	34.23469	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.027500	5.660779	3.841466	0.0173
Lrecife e Lcepea	0	0.047586	11.48180	15.49471	0.1835
	1				
	2	0.007775	1.584446	3.841466	0.2081
Lribeirao e Lcepea	0	0.209188	51.18182	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.017281	3.538715	3.841466	0.0599
Lriodejaneiro e Lcepea	0	0.132625	33.99197	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.024850	5.108291	3.841466	0.0238
Lsalvador e Lcepea	0	0.089507	22.42900	15.49471	0.0038
	1				
	2	0.016580	3.393921	3.841466	0.0654
Lsaoluis e Lcepea	0	0.155064	42.60256	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.040526	8.398152	3.841466	0.0038
Lsaopaulo e Lcepea	0	0.136708	34.05115	15.49471	0.0000
	1				
	2	0.020524	4.209658	3.841466	0.0402
Lvitoria e Lcepea	0	0.119729	28.68328	15.49471	0.0003
	1				
	2	0.013677	2.795589	3.841466	0.0945

Tabela 11 – Resultados do teste de Co-integração de Johansen

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Os números apresentados na coluna “Hipótese” correspondem as hipóteses testadas, ou seja, $H_0 = 0$ e $H_1 = 1$; $H_0=1$ e $H_1 = 2$.

5.4.4 Decomposição da variância e função de resposta ao impulso

Obtidos os resultados do teste de cointegração de Johansen, utilizou-se dos modelos VAR e VEC para analisar a dinâmica da inter-relação entre as séries após um choque estrutural. O objetivo é conhecer o tempo que um choque afeta uma série e se o choque muda de patamar ou não.

De acordo com Margarido et al. (2004, p. 88-89):

ao “utilizar os modelos VAR ou VEC, um dos principais objetivos é examinar os efeitos de choques individuais sobre a dinâmica do sistema, sendo assim, torna-se necessário efetuar alguns ajustes em relação a matriz de variância-covariância dos resíduos (Σ), pois geralmente essa não é uma matriz diagonal, o que implica que os choques u_{1t} , u_{2t} , ..., u_{nt} , podem ocorrer simultaneamente com probabilidade diferente de zero, ou seja, podem estar contemporaneamente correlacionados, sendo que, torna-se necessário diagonalizar a matriz de variância-covariância para evitar que choques sobre determinada variável contamine todo o sistema, impedindo dessa maneira que se possa analisar somente o efeito individual desse choque sobre o comportamento da variável de interesse. O procedimento mais utilizado para diagonalizar essa matriz consiste em efetuar a decomposição de Cholesky. A partir desse procedimento é possível verificar o efeito, período a período, que um choque unitário de um desvio padrão, em só uma das variáveis do modelo, têm sobre todas demais variáveis do mesmo. No entanto, é importante frisar que, apesar da ortogonalização dos erros pela decomposição de Cholesky resultar em uma matriz de variância-covariância de inovações diagonal, isto é, não apresentar correlação serial entre os termos de erro, ainda assim, é um método arbitrário pois atribui efeitos comuns, ou seja, mudando a ordem das equações tal procedimento pode levar a mudanças na função de resposta de impulso, fato esse que exige muito cuidado na interpretação de seus resultados”.

Com a realização destes modelos, obtém-se como resultado dois instrumentos de análise, a função de resposta ao impulso e a decomposição da variância. A função resposta ao impulso mede o efeito de um choque de um desvio padrão nas variáveis do sistema, já a decomposição da variância mede a proporção de movimentos de uma dada série temporal frente a um choque nas variáveis do sistema, ou conforme Margarido (2000, p. 132-133):

a decomposição dos erros de previsão mostra o comportamento dinâmico apresentado pelas variáveis econômicas. Mais especificamente, este instrumental permite separar a variância do erro de previsão para cada variável em componentes que podem ser atribuídos pelas demais variáveis endógenas isoladamente, ou seja, revela em termos percentuais qual o efeito que um choque não antecipado sobre determinada variável tem sobre as demais variáveis pertencentes ao sistema.

Para as séries que, após o teste Johansen apresentaram dois vetores de cointegração, os resultados foram obtidos através de um modelo VAR com as variáveis em nível, são elas: Lbelohorizonte, Lcampinas, Lcampogrande, Lcuiaba, Lcuritiba, Lflorianopolis, Lportoalegre, Lriodejaneiro, Lsaoluis e Lsaopaulo. Para as séries que apresentaram apenas um vetor de cointegração foi calculado um modelo VEC com as variáveis em nível, são elas: Lmanaus, Lribeirao, Lsalvador, Lvitoria. Já as séries Lgoias e Lrecife não apresentaram vetores de cointegração e, portanto, foi calculado um VAR com as variáveis em uma diferença.

Os resultados são apresentados no Gráfico 15 e Gráfico 16 e analisados no tópico a seguir, vale lembrar que o eixo horizontal demonstra os períodos, que no caso das séries utilizadas é representado por semanas.

5.4.5 Análise dos resultados da função de resposta ao impulso

Os resultados demonstram que um choque não antecipado no indicador de preços ao produtor do estado de São Paulo tem efeito mais rápido nas regiões de Ribeirão Preto e Curitiba, o choque alcança seu auge cerca de seis semanas logo após o primeiro reflexo. No entanto, enquanto na região de Ribeirão Preto o choque é mantido para além das vinte quatro semanas disponibilizadas no gráfico, na região de Curitiba o choque não perdura e decai gradativamente logo após o oitavo período.

Na região de Porto Alegre, o efeito é mais rápido que nas anteriores, ou seja, um choque no indicador Cepea é rapidamente transferido, e em cerca de duas semanas alcança seu auge; no entanto, decai rapidamente e logo após dez semanas deixa de existir.

As regiões de Campinas e São Paulo respondem de forma muito similar a choques no indicador Cepea, em ambas o choque tem um impacto positivo que resultam em um pico de resposta após cerca de oito a nove semanas, decaindo com comportamento análogo, mas levemente acentuado na região de Campinas.

As regiões de Campo Grande, Belo Horizonte e Florianópolis, também demonstram comportamentos similares no período analisado. Na região de Campo Grande, um choque alcança seu auge após nove semanas e nas regiões de Belo Horizonte e Florianópolis um choque alcança o auge após dez semanas, sendo que na região de Campo Grande se dissipa mais rapidamente que nas outras duas.

A região de Cuiabá responde ao choque de forma menos intensa, alcançado o auge após ter passado cerca de doze semanas.

Na região do Rio de Janeiro o choque é respondido de forma bastante intensa, alcançando o auge após treze semanas e decaindo lentamente após esse período, comportamento diferente do que acontece na região de Vitória, que responde de forma menos intensa, mas constante, sendo que o auge da resposta ao choque não pode ser notado no gráfico.

As regiões de Recife e Goiás praticamente não respondem a choques no indicador Cepea (o teste de Johansen demonstrou que as séries não são cointegradas), em ambos os gráficos pode-se notar que a intensidade do choque é notado após três semanas e se estabilizam logo após a sexta semana.

As regiões de Salvador e São Luis respondem com intensidade a choques por volta de quatorze semanas, sendo que em Salvador, o choque perdura por mais de vinte quatro semanas e em São Luis decai logo após a décima sexta semana.

A região de Manaus é a que responde mais lentamente a choques dentre as demais analisadas, o gráfico demonstra uma resposta gradativa e constante, impossibilitando observar o auge do impacto devido à disponibilidade de apenas vinte e quatro semanas no gráfico. Muito provavelmente se deva a distância e difícil ligação entre as demais regiões do país.

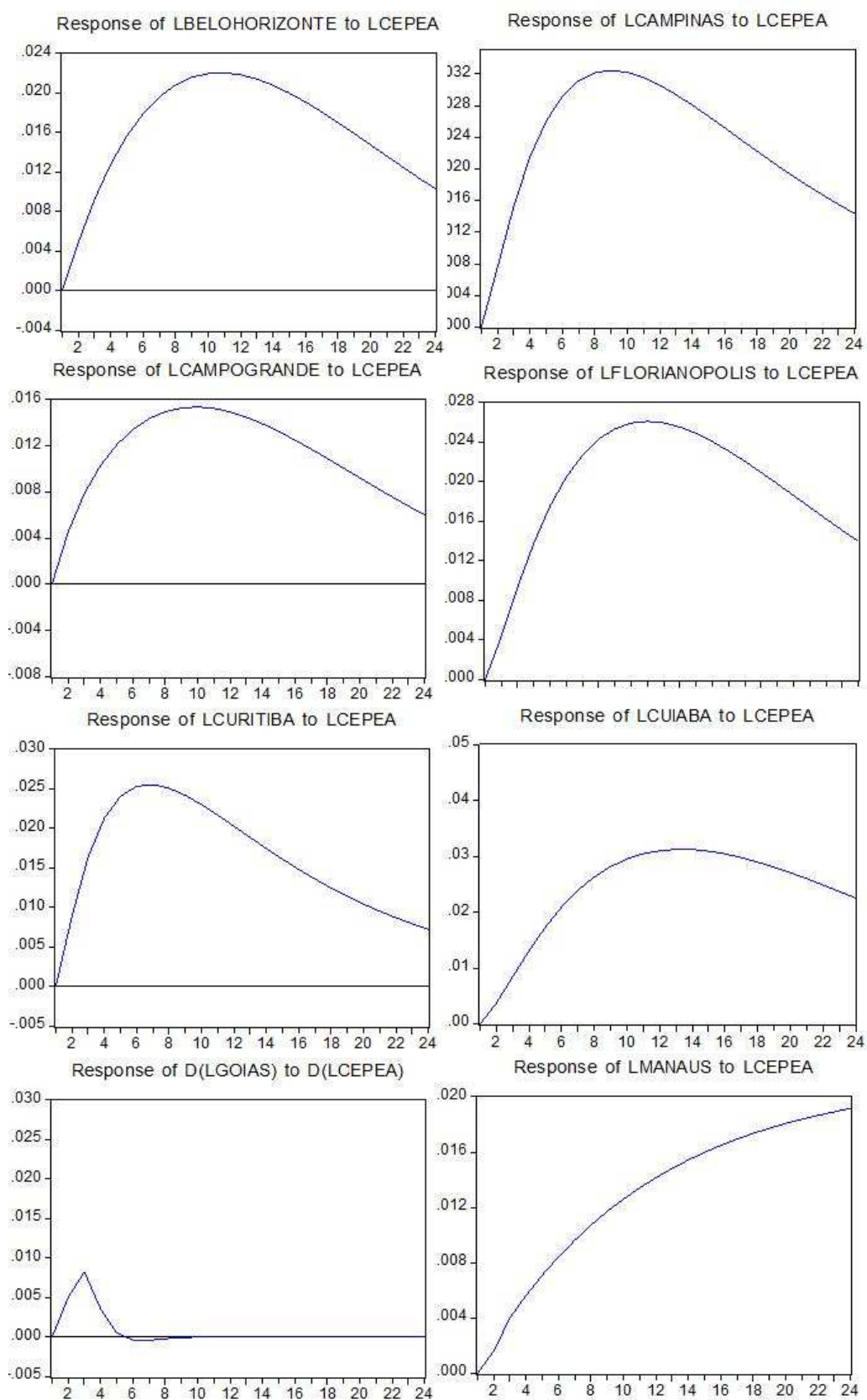


Gráfico 15 – Resultados da função de resposta ao impulso

Fonte: Elaboração própria

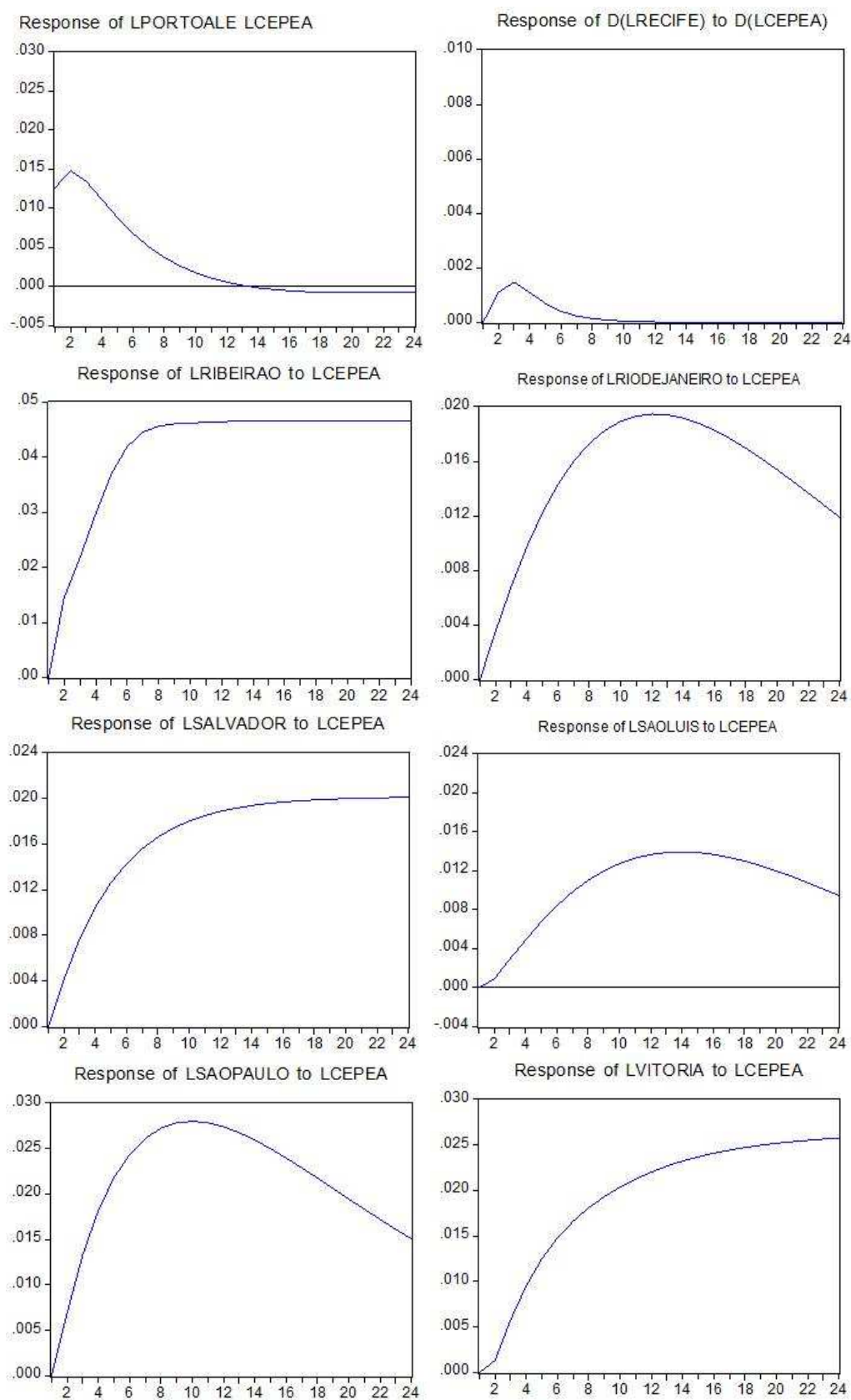


Gráfico 16 – Resultados da função de respostas ao impulso

Fonte: Elaboração própria

5.4.6 Análise dos resultados da decomposição da variância

Os resultados da decomposição da variância apresentados na Tabela 12, mostram de que forma um choque de um desvio padrão não antecipado sobre a variável de cada região se comporta no decorrer do tempo.

Verifica-se que, decorridas três semanas após um choque não antecipado sobre a região de Belo Horizonte, 68% dos preços no varejo são relativos à própria região e 32% relativos ao indicador de preços ao produtor do estado de São Paulo, o maior percentual dentre as demais regiões para esse período analisado. Em seguida, buscando verificar quais outras regiões demonstram comportamento similar para o mesmo período, verifica-se que a região de Curitiba apresenta ter 75% dos preços no varejo relativos a própria região e cerca de 24% relativos ao indicador Cepea. As regiões de Porto Alegre, Rio de Janeiro e Ribeirão Preto demonstraram comportamentos similares, dado um choque em cada uma das variáveis, ambas as regiões apresentam ter 77% dos preços relativos a própria região e cerca de 23% relativos ao Cepea, passado três semanas do choque. As regiões de Campinas e São Paulo também demonstram comportamentos similares, após três semanas dado um choque nessas variáveis, cerca de 82% dos preços decorrem das próprias regiões e 18% relativo ao indicador Cepea.

Mais uma vez, os resultados demonstram que as regiões de Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre apresentam grande parte dos seus preços ao consumidor, explicadas pelos preços ao produtor dados pelo indicador Cepea.

Regiões mais distantes, como Vitória, Manaus, Salvador, Recife e São Luis demonstraram que após três semanas, o indicador Cepea representa entre 2% e 10% dos preços destas regiões, o percentual restante corresponde intrinsecamente aos preços das próprias regiões, um indicativo de que a transferência é mais lenta e menos intensa nestes locais.

Analisando um período de seis semanas após um choque nos preços das regiões, nota-se que a Região de Belo Horizonte ainda apresenta o maior percentual de seus preços explicado pelo indicador Cepea dentre as demais, cerca de 70% dos

preços ao consumidor, mas não tão diferente das regiões de Porto Alegre e Ribeirão Preto que apresentaram respectivamente ter 67% e 63% dos preços explicados pelo indicador Cepea. Em seguida, Rio de Janeiro, Curitiba e Florianópolis, tendo respectivamente, 60%, 58% e 52% dos preços explicados pelo indicador Cepea após seis semanas de um choque nessas regiões.

Importante constatar que os preços das regiões de Goiás e Cuiabá pouco são explicados pelo indicador Cepea passado seis semanas de um choque nos preços de ambas.

Analisando um período de doze semanas dado um choque em ambas as regiões, nota-se que, cerca de 88% dos preços das regiões de Belo Horizonte e Porto Alegre são explicados pelo indicador Cepea, após esse mesmo período, as regiões de Goiás e Recife continuam demonstrando pouca relação explicativa pelos preços ao produtor de São Paulo, apenas 13% e 5% respectivamente, mesmo percentual identificado na análise após seis semanas.

Decomposição da Variância de LBELOHORIZONTE:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LBELOHORIZONTE	LCEPEA		LBELOHORIZONTE	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		0.658845	99.34116		
2	87.37870	12.62130		1.084587	98.91541		
3	68.26955	31.73045		1.181029	98.81897		
6	30.96469	69.03531		0.996378	99.00362		
9	17.43973	82.56027		0.781481	99.21852		
12	11.85310	88.14690		0.652860	99.34714		
16	8.618971	91.38103		0.583553	99.41645		
24	6.696994	93.30301		0.599894	99.40011		

Decomposição da Variância de LPORTOALEGRE:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LPORTOALEGRE	LCEPEA		LPORTOALEGRE	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		0.243955	99.75605		
2	93.13975	6.860253		0.381553	99.61845		
3	77.08182	22.91818		0.417228	99.58277		
6	33.14225	66.85775		0.300476	99.69952		
9	17.36992	82.63008		0.210792	99.78921		
12	11.85222	88.14778		0.186628	99.81337		
16	9.126042	90.87396		0.191971	99.80803		
24	7.737787	92.26221		0.212518	99.78748		

Decomposição da Variância de LCAMPINAS:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LCAMPINAS	LCEPEA		LCAMPINAS	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		22.94150	77.05850		
2	93.63260	6.367398		21.57420	78.42580		
3	82.70570	17.29430		20.59264	79.40736		
6	55.59242	44.40758		18.76526	81.23474		
9	42.42667	57.57333		17.75771	82.24229		
12	35.96054	64.03946		17.15632	82.84368		
16	31.72690	68.27310		16.70052	83.29948		
24	28.71680	71.28320		16.33866	83.66134		

Decomposição da Variância de D(LRECIFE):				Decomposição da Variância de D(LCEPEA):			
Período	D(LRECIFE)	LCEPEA		D(LRECIFE)	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		0.072939	99.92706		
2	98.74277	1.257231		0.065749	99.93425		
3	96.85681	3.143191		0.116055	99.88394		
6	95.38172	4.618279		0.187242	99.81276		
9	95.32039	4.679606		0.191090	99.80891		
12	95.31746	4.682543		0.191267	99.80873		
16	95.31730	4.682696		0.191276	99.80872		
24	95.31730	4.682698		0.191276	99.80872		

Decomposição da Variância de LRIIBEIRAO:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LRIIBEIRAO	LCEPEA		LRIIBEIRAO	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		5.795298	94.20470		
2	90.15340	9.846596		6.000126	93.99987		
3	77.92437	22.07563		7.027322	92.97268		
6	36.83553	63.16447		5.443440	94.55656		
9	20.64096	79.35904		3.784086	96.21591		
12	14.42967	85.57033		3.048943	96.95106		
16	10.44071	89.55929		2.543672	97.45633		
24	6.970900	93.02910		2.078518	97.92148		

Decomposição da Variância de LCUIABA:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LCUIABA	LCEPEA		LCUIABA	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		1.343648	98.65635		
2	99.51121	0.488792		1.782401	98.21760		
3	97.80582	2.194177		1.829745	98.17026		
6	85.45994	14.54006		1.545063	98.45494		
9	69.70452	30.29548		1.255462	98.74454		
12	56.84387	43.15613		1.066376	98.93362		
16	45.47636	54.52364		0.939006	99.06099		
24	35.02541	64.97459		0.904717	99.09528		

Decomposição da Variância de LRIODEJANEIRO:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LRIODEJANEIRO	LCEPEA		LRIODEJANEIRO	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		1.982193	98.01781		
2	91.89978	8.100221		2.455343	97.54466		
3	77.18682	22.81318		2.522079	97.47792		
6	40.03981	59.96019		2.297992	97.70201		
9	23.96137	76.03863		2.030919	97.96908		
12	16.81606	83.18394		1.831261	98.16874		
16	12.36958	87.63042		1.665511	98.33449		
24	9.241964	90.75804		1.555946	98.44405		

Decomposição da Variância de LCURITIBA:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LCURITIBA	LCEPEA		LCURITIBA	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		1.506664	98.49334		
2	90.53988	9.460119		2.147363	97.85264		
3	75.80445	24.19555		2.236778	97.76322		
6	42.74579	57.25421		1.591325	98.40868		
9	28.76462	71.23538		1.135684	98.86432		
12	22.89825	77.10175		0.958833	99.04117		
16	19.65231	80.34769		0.889222	99.11078		
24	17.77975	82.22025		0.869418	99.13058		

Decomposição da Variância de LSAOLUIS:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LSAOLUIS	LCEPEA		LSAOLUIS	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		0.057421	99.94258		
2	99.84210	0.157904		0.103016	99.89698		
3	98.60122	1.398781		0.250537	99.74946		
6	85.76511	14.23489		0.996592	99.00341		
9	66.15043	33.84957		2.045852	97.95415		
12	49.73131	50.26869		3.201883	96.79812		
16	36.32754	63.67246		4.680807	95.31919		
24	26.87339	73.12661		6.730262	93.26974		

Decomposição da Variância de LSAOPAULO:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LSAOPAULO	LCEPEA		LSAOPAULO	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		22.57506	77.42494		
2	92.67415	7.325846		20.29948	79.70052		
3	81.76836	18.23164		18.94881	81.05119		
6	56.71472	43.28528		16.91054	83.08946		
9	43.96835	56.03165		15.92459	84.07541		
12	37.15543	62.84457		15.33308	84.66692		
16	32.29904	67.70096		14.86131	85.13869		
24	28.42483	71.57517		14.45171	85.54829		

Decomposição da Variância de LMANAUS:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LMANAUS	LCEPEA		LMANAUS	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		0.044473	99.95553		
2	98.55928	1.440721		0.418871	99.58113		
3	92.42991	7.570094		0.629191	99.37081		
6	68.64190	31.35810		0.951647	99.04835		
9	49.81684	50.18316		1.213922	98.78608		
12	37.78801	62.21199		1.465147	98.53485		
16	28.24962	71.75038		1.789384	98.21062		
24	19.16275	80.83725		2.389707	97.61029		

Decomposição da Variância de LVITORIA:				Decomposição da Variância de LCEPEA:			
Período	LVITORIA	LCEPEA		LVITORIA	LCEPEA		
1	100.0000	0.000000		2.652241	97.34776		
2	99.17601	0.823992		2.814086	97.18591		
3	90.11004	9.889961		2.127594	97.87241		
6	53.58332	46.41668		1.330391	98.66961		
9	33.24519	66.75481		1.214103	98.78590		
12	22.99640	77.00360		1.262637	98.73736		
16	15.95857	84.04143		1.382395	98.61761		
24	9.989656	90.01034		1.609818	98.39018		

Tabela 12 – Resultados da decomposição da variância das regiões.

Fonte: Elaboração própria.

5.5 Discussão sobre os resultados

A grande quantidade de regiões analisadas e suas respectivas peculiaridades permitem uma ampla gama de discussões sobre os resultados constatados, os quais serão abordados a seguir.

Os resultados do teste de causalidade de Granger mostraram que as séries de todas as regiões têm como precedência os valores do indicador Cepea, constituídos pelos preços ao produtor em São Paulo. Vale lembrar as probabilidades obtidas para as regiões de Recife e São Luis, que apresentaram respectivamente, 5,8% e 26% de probabilidade de rejeição da hipótese nula (o indicador Cepea não causar no sentido de Granger os preços das regiões representadas por estas séries). Esse indicador demonstra que os preços ao varejo nestas regiões podem apresentar características distintas, seja pela distância de São Paulo, seja pela proximidade com a produção no nordeste do país, pois conforme demonstrado no capítulo 1, historicamente, devido à diferença entre as safras, entre os meses de maio e julho os indicadores de preços de Alagoas e Pernambuco demonstram comportamento inverso aos do indicador de São Paulo. Assim, fica comprovado que os preços da região de Recife e São Luis demonstram serem pouco explicados pelos preços do estado de São Paulo.

Os resultados do teste de cointegração de Engle Granger demonstraram que equilíbrios de longo prazo são corrigidos mais rapidamente na região de Ribeirão Preto, o que provavelmente se deve ao grande número de usinas e a proximidade com a base de distribuição que permitem uma arbitragem mais rápida e intensa entre os preços ao produtor e ao consumidor. As regiões de Curitiba, Porto Alegre e Campinas também apresentaram altas taxas de desequilíbrio transitório, assim, nesta parte do estudo inicia-se o indício de que a distância entre a principal região produtora do País não necessariamente interfere no comportamento dos preços ao

varejo de regiões mais distantes, aparentemente, os mercados demonstram comportamentos singulares não diretamente relacionados à distância.

A região de Goiás demonstrou que desequilíbrios de curto prazo captam movimentos de longo prazo a uma taxa de cerca de 9%, e se comparado com a proximidade com São Paulo, esse percentual é baixo. Dado o resultado do teste de Johansen não ter apresentado vetores de cointegração para essa região quando analisada junto aos preços ao produtor de São Paulo, nota-se que os preços ao varejo tendem a se comportar de forma distinta uma vez que a região também é grande produtora de etanol. Muito provavelmente, deve ter sido o motivo pelo qual o Cepea criou um indicador de preços especificamente para essa região em 2010.

O teste de cointegração de Johansen também demonstrou que a região de Recife não possui vetores de cointegração se comparado com os preços ao produtor de São Paulo, ou seja, os preços ao varejo dessa região não demonstram possuir relação de longo prazo com os preços do indicador Cepea.

Os resultados da função de resposta ao impulso demonstraram que choques não esperados no indicador de preços ao produtor de São Paulo (Cepea) reproduzem o efeito após seis semanas nas regiões de Ribeirão Preto e Curitiba, de oito a nove semanas nas regiões de Campinas, São Paulo e Campo Grande, e cerca de dez semanas nas regiões de Belo Horizonte. Mais uma vez, Curitiba apresenta altas taxas de resposta.

Os resultados da decomposição da variância demonstraram que seis semanas após um choque não esperado em cada uma dessas regiões, nas regiões de Belo Horizonte, Porto Alegre e Ribeirão Preto demonstram entre de 70% e 65% dos preços ao varejo explicados pelo indicador Cepea, as regiões de Rio de Janeiro e Curitiba demonstram ter cerca de 60% dos preços explicados pelo indicador Cepea, já as regiões de Cuiabá, São Luis, Goiás e Recife pouco demonstram ter seus preços explicados pelo indicador, variando entre 15% e 5%, respectivamente. As regiões de Campinas e São Paulo demonstraram ter 45% dos preços explicados pelo indicador Cepea considerando seis semanas após o choque.

Ambos os resultados demonstraram que a distância do centro produtor de São Paulo não apresenta uma relação robusta de resposta às variações no indicador Cepea, observou-se que Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre e Rio de Janeiro demonstram possuírem em seus valores ao varejo forte parcela explicada pelo Cepea, maior até do que as regiões de Ribeirão Preto, São Paulo e Campinas.

Buscou-se agrupar alguns dados e resultados obtidos nesta pesquisa em um gráfico que demonstre o comportamento das regiões de forma mais simples, o resultado é apresentado no Gráfico 17 abaixo.

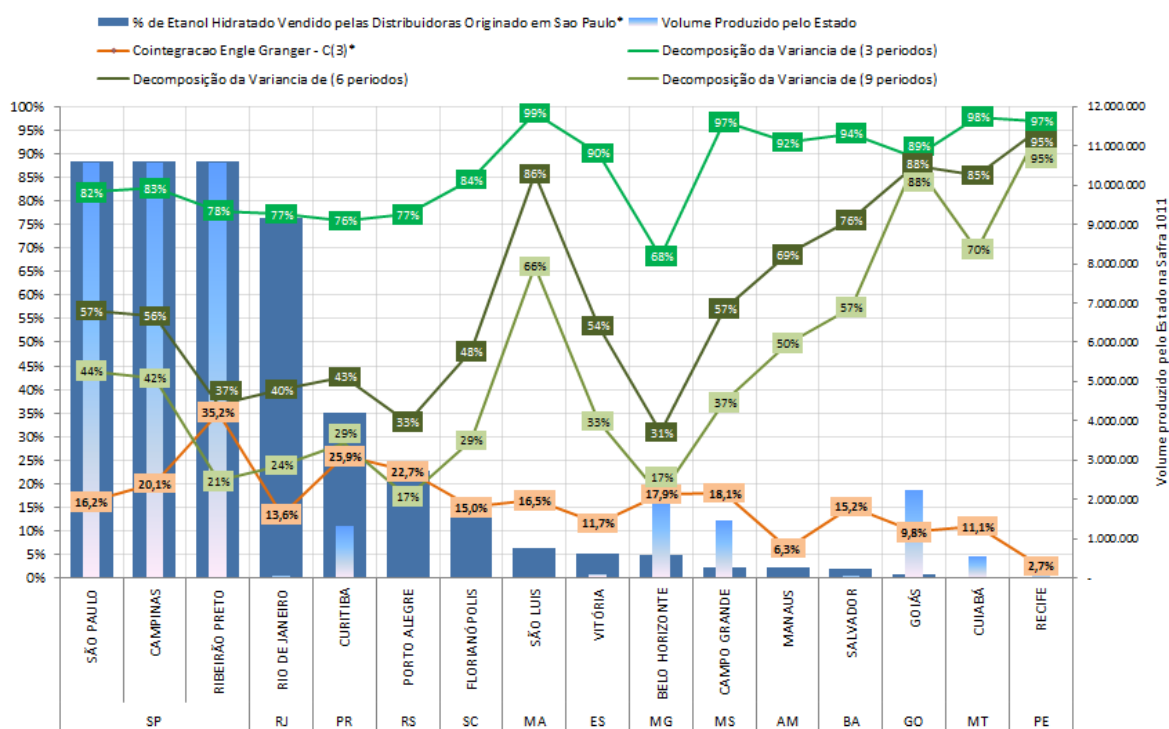


Gráfico 17 – Análise dos resultados

Fonte: Elaboração própria

Nota: (1) A porcentagem de etanol hidratado vendido pelas distribuidoras com origem em São Paulo foi obtido da seguinte forma: Volume destinado a determinado estado com origem em São Paulo dividido pelo total comercializado pelo estado referente as distribuidoras registradas na ANP. (2) O resultado da cointegração de Engle-Granger corresponde a taxa de correção de desequilíbrios transitórios resultantes da variável C(3) conforme pág. 101 desta pesquisa. (3) O volume produzido pelo estado corresponde a quantidade de etanol hidratado produzido pelo estado na Safra 2010/2011 conforme MAPA.

Os grandes destaques desta análise gráfica são:

- A região de Belo Horizonte, pertence ao estado de Minas Gerais que tem apenas cerca de 5% do etanol vendido pelas distribuidoras originado em São Paulo e mesmo sendo um estado produtor, os resultados de decomposição da variância demonstram que após choques nos preços dessa região, grande parcela é explicada pelo indicador Cepea. O resultado do teste de cointegração de Engle Granger também demonstra que desequilíbrios transitórios são corrigidos mais rápido do que na região de São Paulo.
- A região de Porto Alegre, pertence ao estado do Rio Grande do Sul que possui cerca de 25% do etanol vendido pelas distribuidoras originado em São Paulo e mesmo distante da principal região produtora, demonstrou que desequilíbrios de longo prazo são corrigidos mais rápidos do que em Campinas. Através da decomposição da variância nota-se que a região apresentou também grande parcela explicada pelo indicador Cepea, resultados similares ao da região de Ribeirão Preto. Resultados similares, mas em menor escala são notadas para a região de Florianópolis.
- As regiões de Goiás e Cuiabá têm pouca parcela explicada pelo indicador Cepea e baixa taxa de correção de desequilíbrios transitórios, muito provavelmente se deve ao fato de serem regiões produtoras.
- A região de Campo Grande mesmo estando dentro de um estado produtor e com baixo percentual de origem em São Paulo, apresenta taxas de correção de desequilíbrios transitórios e decomposições da variância, similares as obtidas para a região de São Paulo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou espacialmente como se comportam os preços de etanol e gasolina para o consumidor no Brasil, definindo assim, regiões com maior propensão ao consumo de etanol devido ao preço relativamente inferior a paridade técnica de 70% do preço da gasolina. Demonstrou também quais são as regiões onde predomina o consumo de gasolina, uma vez que a maior parte das usinas de etanol esta localizada no Centro Sul e o envio do mesmo absorve custos logísticos significativos, impactando a competição com a gasolina. Assim, observou-se que uma única zona no Brasil apresentou paridade de preços etanol gasolina de até 55% e que, como esperado, este raio circunda as bases de distribuição e usinas do estado de São Paulo.

Constatou-se também que a sazonalidade da safra de cana de açúcar, bem como da oferta de etanol, resulta em uma variação nos preços ao consumidor e cria um padrão sazonal de consumo entre etanol e gasolina nos postos de combustíveis. Esta variação de preços é distinta nas regiões Centro Sul e Nordeste, consequência das características de produção de ambas as regiões.

Também foi demonstrado que os preços de etanol ao consumidor no Nordeste não possuem relação de causalidade com os preços ao produtor de etanol do estado de São Paulo, indicando tratarem-se de mercados que se comportam com relativa independência em seus condicionantes de oferta e demanda.

Adicionalmente, constatou-se que a distância não está relacionada diretamente com a velocidade da transferência de preços do indicador de preços ao produtor do estado de São Paulo e os preços ao consumidor das regiões analisadas. Os resultados sugerem que o padrão de transmissão espacial de preços dependem fundamentalmente de características específicas dos mercados de cada região, como a disponibilidade e sazonalidade da oferta, bem como da malha logística disponível para o fluxo do etanol. Assim, questões logísticas são essenciais para

definir o grau de integração das regiões que consomem o etanol produzido no Centro Sul do país.

Recomenda-se que estudos futuros aprofundem a análise espacial da transferência dos preços entre produtor e consumidor, levando em consideração aspectos adicionais, não contemplados nesta dissertação, como a concentração de postos bandeira branca em cada mercado, pois os mercados provavelmente apresentam comportamentos distintos conforme o modelo concorrencial entre os postos. Outra recomendação para pesquisas futuras é analisar o efeito de investimentos anunciados em estruturas logísticas para o mercado de combustíveis, como dutos, bases de distribuição e malhas ferroviárias, os quais devem afetar fortemente o padrão geográfico de preços, particularmente no que se refere à transmissão de preços entre o Centro-Oeste e a região Sudeste.

REFERÊNCIAS

- ANP, Metodologia utilizada para realização da pesquisa de preços no âmbito do Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis da ANP.
- ANP, Junho/2010, Metodologia adotada pela Agencia Nacional do Petroleo, Gas Natural e Biocombustiveis para detecção de carteis.
- BEIRAL, P.R.S. O mercado brasileiro de etanol: concentração e poder de mercado sob a ótica da Nova Organização Industrial Empírica. 2011. 111 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- BUENO, R. L. S. Econometria de séries temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BURROUGH, P.A. Principles of geographic information systems for land resources assesment. Oxford, Oxford University Press, 1986.
- CARNEIRO, Flavio. A concorrência na distribuição de combustíveis petrolíferos no Brasil, 2, 2003, Rio de Janeiro. 2º Congresso brasileiro de P&D em petróleo & gás. Rio de Janeiro.
- CAZEIRO, P. C. A.; Processo de aperfeiçoamento da cadeia de produção e comercialização do etanol: um estudo sobre a regulamentação e a tributação do mercado de etanol combustível no Brasil. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Economia de São Paulo.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; DRUCK, S.; MONTEIRO, A.V.M. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- DOLNIKOFF, F. Contratos de etanol carburante e a racionalidade econômica da relação entre usinas e distribuidoras de combustíveis no Brasil. 2008. 162 p. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo, 2008.
- ENDERS, W. Applied Econometric Time Series; San Francisco: Wiley, 2004.
- FARINA, E. M. M. Q.; VIEGAS, C. A. S.; PEREDA, P.; Garcia, Carolina . Mercado e Concorrência do Etanol. In: Eduardo Leão de Sousa; Isaias de Carvalho Macedo. (Org.). Etanol e Bioeletricidade: A cana de açúcar no futuro da matriz energética. 1 ed. São Paulo: Editora LUC, 2010, v. , p. 226-311
- FIGUEIREDO, R. Gargalos logísticos na distribuição de combustíveis brasileira. Centro de Estudos em Logística–CEL/Coppead, Rio de Janeiro: 2006. Disponível em:http://www.forumlogistica.net/site/new/art_Gargalos_Logisticos_na_dist_de_combust.pdf. Acesso em: 02 Julho 2011.
- FRANCISCO, E.R. Indicadores de Renda baseados em Consumo de Energia Elétrica: Abordagens Domiciliar e Regional na Perspectiva da Estatística Espacial. 2010. 381 f. Tese (Doutorado). Escola de Administração de Empresas de São Paulo.
- GENÚ, A.M. Geoestatística Multivariada. In: Seminário de Análise Multivariada 2004. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em:< www.lce.esalq.usp.br/tadeu/aline.pdf> Acesso em 23 de Agosto de 2011.

GÓMEZ, J.L.P.; O Modal Rodoviário. Revista Ecoenergia. Ed.06. Disponível em: <<http://www.revistaecoenergia.com.br/ed04n03.php>>. Acesso em 21 out. 2011.

GUJARATI, D. Econometria Básica. São Paulo: Makron Books.Quarta Edição, 2006.

JOHNSTON K., HOEF J.M., KRIVORUCHKO K., LUCAS N. *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. ESRI, Redlands.2003.

JOURNEL, A.G.; HUIJBREGTS, Ch.J. Mining Geostatistics. London: Academic Press, 1978. 600 p.

LOPES, Maíra Bacha. Análise dos canais de distribuição do etanol carburante brasileiro: um estudo exploratório. 2009. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

MALIGO, C. Modelo para simulação da operação de carregamento de caminhões tanque em uma base de distribuição de combustíveis automotivos. 2005. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MARJOTTA-MAISTRO, M.C. Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação. 2002. 197p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARGARIDO, M. A.; BUENO, C. R.F.; MARTINS, V. A.; CARNEVALLI, L. B. Análise dos efeitos de preços e câmbio sobre o preço do óleo de soja na cidade de São Paulo: uma aplicação do modelo VAR. Pesquisa e Debate, v.15, n.1(25), p.69-106, 2004.

MARGARIDO, M. A. Teste de Cointegração de Johansen utilizando o SAS®. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 87-101, jun. 2004.

_____, M. A. Transmissão de preços internacionais de suco de laranja para preços ao nível de produtor de laranja no estado de São Paulo. 1994. 96 p. Dissertação (Mestrado) Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 1994.

_____, M. A. Transmissão de preços agrícolas internacionais sobre preços agrícolas domésticos: o caso do Brasil, 2000, 173 p. Tese (Doutorado) .Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.2000.

MARGARIDO, M. A., BUENO, C.R.F., MARTINS V.A., TOMAZ I.F., Análise dos efeitos preço e câmbio sobre os preços da farinha de trigo na cidade de São Paulo: uma aplicação de modelos de séries de tempo. PESQUISA & DEBATE, SP, volume 18, número 2 (32) pp. 251-281, 2007.

MARGARIDO, M. A.; ANEFALOS, L. C. Testes de raiz unitária e o software SAS. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.46, t.2, p.19-45, 1999.

MARGARIDO, M. A. et al. Transmissão de preços no mercado internacional do grão de soja: uma aplicação da metodologia de séries temporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., Foz do Iguaçu, 1-5 ago. 1999. Brasília: SOBER, 1999.

MARTINS, A. L. C. Logística e pricing na distribuição dos combustíveis no Brasil. Aduaneiras, 2008.

NUNES, Clemens; GOMES, Cleomar. Aspectos concorrenciais do varejo de combustíveis no Brasil. Natal-RN: Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia, ANPEC, 2005.

NAPPO, M. A demanda por gasolina no Brasil: uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros biocombustível, 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Economia de São Paulo.

NASR, M.A; SANTOS, Z.M.C. A influência da marca nos postos de abastecimento de combustíveis. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, Ano 2, nº5, Dez.2007. Disponível em: <http://www.unifoa.edu.br/pesquisa/caderno/edicao/05/34.pdf>

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M. A. Mapeamento e Quantificação do Setor Sucroenergético em 2008. Centro de Pesquisa e Projetos de Marketing e Estratégia - USP, 2009.

NOGUEIRA, L. A. H.; SEABRA, J. E. A.; Best, G.; Leal, M.R.L.V.; Poppe, M.K. Bioetanol de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável. 1 ed. 2008.

NOEL, Francisco Luiz. História da distribuição de combustíveis no Brasil. Rio de Janeiro, Sindicom. 2010.

PINTO, M. & SILVA, E. O Brilho da Bandeira Branca: Concorrência no Mercado de Combustíveis no Brasil. Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia, João Pessoa PB, 2004.

REGAZZINI, L.C.; A tributação no setor sucroenergético do estado de São Paulo. 2010. 119 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SANTOS, M.H.C. Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do PROÁLCOOL. Rio de Janeiro: Notrya, 1993. 352 p.

SOARES, A.C. Diagnóstico e modelagem da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil. 2003. 156 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

SOUZA, Raquel Rodrigues de. Panorama, Oportunidades e Desafios para o Mercado Mundial de Álcool Automotivo. 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Rio de Janeiro, 2006.

STOCK, J. & WATSON, M. Econometria, São Paulo: Addison Wesley, Pearson Education do Brasil.2004.

TOBLER, W. Philosophy in Geography. Boston. D. Reidel, 1979. p.379-386.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas. Agroindústria Canavieira: Estratégias Competitivas e Modernização. Campinas: Átomo, 2003

XAVIER, C.E.O. Localização de taques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização. 2008. 177 p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ZANÃO, A. G. Caracterização da infra-estrutura de armazenagem de álcool no Brasil e análise da sua concentração na região Centro-Sul. 2009. 72 p. Dissertação

(Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

ZARPELON, Florenal. As especificações do álcool focadas para o mercado mundial. 2003. Disponível em: <http://www.scutti.com.br/literaturalcool.doc>. Acesso em: 22 out. 2010.

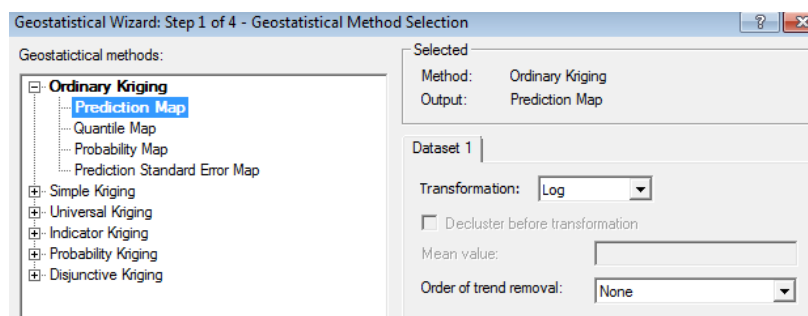
APÊNDICE

APÊNDICE A – Considerações sobre as modelagens utilizadas para interpolação dos dados

O apêndice A desta dissertação busca demonstrar as etapas utilizadas na interpolação dos dados apresentados no capítulo quatro. Vale ressaltar que as etapas não serão detalhadas tecnicamente, porém, usuários intermediários de sistemas de geoprocessamento poderão se aprofundar facilmente, reproduzir os resultados obtidos e até mesmo avançar em pesquisas sobre o tema.

Utilizando-se a extensão *Geostatistical Analyst* disponível no software ArcGIS, optou-se pelo método *kriging*, ao qual demonstra-se a seguir as quatro etapas de modelagem utilizadas para interpolação dos dados e obtenção dos mapas apresentados no capítulo quatro.

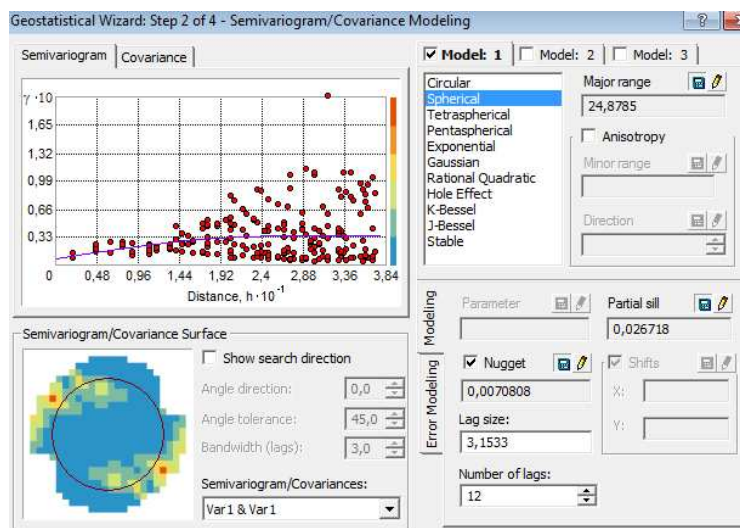
1. Optou-se pela técnica de krigagem ordinária para interpolação dos dados disponíveis conforme pode ser observado na figura A 1.



A 1 – Etapa 1: Krigagem utilizando a técnica de *Ordinary Kriging*

Fonte: Elaboração própria através do software ArcMap

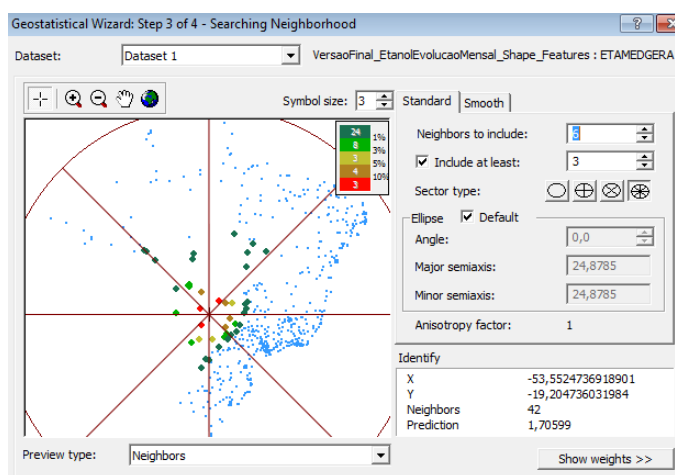
2. Considerou-se o modelo *spherical* de modelagem do semivariograma conforme pode ser observado na figura A 2.



A 2 – Etapa 2: Semivariograma

Fonte: Elaboração própria através do software ArcMap.

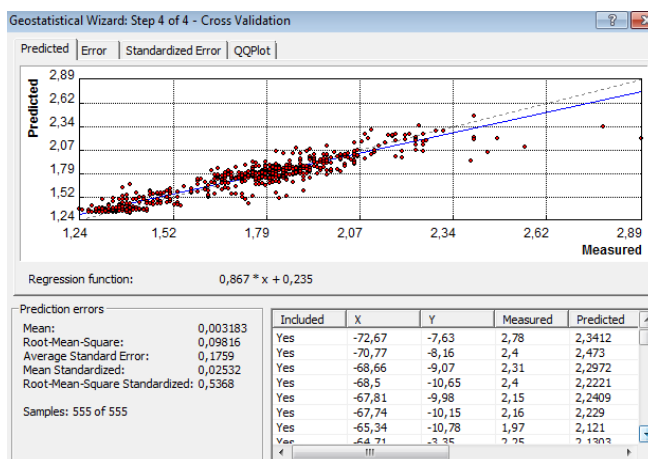
- Foi utilizado no modelo de vizinhança um raio de oito setores com ao menos três dados vizinhos para o cálculo de interpolação conforme figura A 3. Isso significa que a modelagem utilizou no mínimo três dados amostrados vizinhos para estipular dados não amostrados.



A 3 – Etapa 3: Escolha do modelo de vizinhança dos dados

Fonte: Elaboração própria através do software ArcMap.

- Observou-se se os erros de predição estavam satisfatórios para a modelagem conforme nota-se na figura A 4.



A 4 – Validação cruzada

Fonte: Elaboração própria através do software ArcMap.