

PANORAMA, OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O MERCADO MUNDIAL
DE ÁLCOOL AUTOMOTIVO

Raquel Rodrigues de Souza

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.

Prof. Giovani Vitória Machado, D.Sc.

Dr. Márcio Macedo Costa, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

FEVEREIRO DE 2006

SOUZA, RAQUEL RODRIGUES DE

Panorama, Oportunidades e Desafios para
o Mercado Mundial de Álcool Automotivo [Rio
de Janeiro] 2006

IX, 129 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Planejamento Energético, 2006)

Dissertação – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE

1. Produção Mundial de Álcool
2. Demanda Mundial de Álcool
3. Infra-Estrutura de Transporte

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PANORAMA, OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O MERCADO MUNDIAL DE ÁLCOOL AUTOMOTIVO

Raquel Rodrigues de Souza

Fevereiro / 2006

Orientador: Roberto Schaeffer

Programa: Planejamento Energético

O trabalho tem por objetivo analisar a expansão da produção e da utilização do álcool automotivo em diversos países, em especial, no Brasil. O aumento das demandas interna e da externa têm contribuído para a expansão da produção nacional e para o aumento do número de países produtores de álcool automotivo. O Brasil é o maior produtor mundial de álcool e também o maior exportador, e este aumento da demanda pelo produto tem provocado investimentos no setor e na infra-estrutura de logística do país. A indústria sucroalcooleira vem investindo na área agrícola com a expansão da produção de cana-de-açúcar, e na área industrial com o objetivo de elevar a produção de álcool através da expansão das unidades produtivas existentes e da implantação de novas unidades. A infra-estrutura de transporte é apontada como o grande entrave ao desenvolvimento de qualquer tipo de mercado, inclusive o do álcool combustível. E apesar da logística da indústria sucroalcooleira ser considerada suficiente e de boa eficiência para atender a capacidade produtiva hoje instalada, investimentos vêm sendo realizados na infra-estrutura de logística, visando expandir a capacidade de exportação do produto e de abastecimento do mercado interno. O estudo revela que o mercado internacional de álcool automotivo é promissor. A produção mundial deverá registrar um grande crescimento nos próximos anos e a indústria sucroalcooleira se beneficiará muito deste crescimento visto que o Brasil é o maior produtor mundial. Os Investimentos que vêm sendo realizados visam atender de forma satisfatória a demanda interna e a externa, e a infra-estrutura de transportes do combustível também vem sendo expandida o que garantirá um escoamento eficiente da produção ao nível nacional e ao internacional.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

PROSPECT, OPORTUNITY AND CHALLENGES FOR THE WORLD MARKET OF
AUTOMOTIVE ETHANOL

Raquel Rodrigues de Souza

February / 2006

Advisor: Roberto Schaeffer

Department: Energy Planning Program

This work is aimed at analysing the expansion of production and use of ethanol in many countries, especially in Brazil. The increase of internal demand, and also, the increase of external demand have contributed to the expansion of national production and the increase of the number of countries that produce ethanol. Brazil is the biggest worldwide producer of ethanol and the greatest exporting country. The demand for the product has been experiencing an upturn, and it has attracted investments in this sector and in the infrastructure of the country's logistics. The sugar and ethanol sector has been investing in agricultural area with the expansion of production of sugar cane, and in the industrial area with the objective of increasing the production of ethanol through the expansion of the existing productive units and the implantation of new units. The transport infrastructure is pointed out as the great fetter to the development of any market type, including the one of the fuel ethanol. Although the logistics of the sugar and ethanol sector is considered to be enough and of good efficiency to assist the current productive capacity, investments have been accomplished in the logistics infrastructure, seeking to expand the export capacity of the product and the supplying of internal market. The study reveals that the international market for automotive ethanol is promising. The world-wide production is expected to see a large increase in the coming years, and the national sugar and ethanol industry will benefit a lot from this, since Brazil is the largest producer in the world. Investments are being made with the target of satisfying the internal and external demands, and the infrastructure for transportation of the combustible is also being developed, which will guarantee an efficient exportation of the production to the national, as well as the international markets.

INDICE

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 PRODUÇÃO NACIONAL	6
1.1 CONTEXTO HISTÓRICO	6
1.2 FASE AGRÍCOLA.....	11
1.2.1 Capacidade de Produção	11
1.2.2 Expansão da Produção de Cana	16
1.2.3 Inovações	20
1.3 FASE INDUSTRIAL	24
1.3.1 Capacidade Produtiva.....	24
1.3.2 Expansão da Produção de Álcool	26
1.3.3 Inovação Tecnológica.....	28
1.3.3.1 Celulose: Produção de Álcool Combustível.....	29
1.3.3.2 Resíduos: Produção de Energia Elétrica.....	31
CAPÍTULO 2 MERCADO MUNDIAL DE ÁLCOOL AUTOMOTIVO.....	33
2.1 MERCADO DO ÁLCOOL NACIONAL	33
2.1.1 Demanda Interna.....	34
2.1.2 Demanda Externa do Álcool Nacional.....	43
2.2 MERCADO INTERNACIONAL DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL	45
2.2.1 Países Importadores do Álcool Anidro	45
2.2.2 Inserção de Novos Atores no Mercado de Álcool Combustível	47
2.2.2.1 Barreiras à Entrada no Mercado de Etanol.....	49
2.3 O TRATADO DE QUIOTO	53
2.3.1. Poluição: Externalidade Negativa	56
2.4 PÓS-QUIOTO (2013 - ?)	58
CAPÍTULO 3 PROGRAMA DE ETANOL NO MUNDO	61
3.1 PAÍSES PRODUTORES E NOVOS ENTRANTES	63
Estados Unidos	63
Canadá	69
União Européia	72
Índia.....	76
China	78
Japão	79
Austrália	80
Países Africanos	80
3.2 ÁLCOOL HIDRATADO: SUA UTILIZAÇÃO É VIÁVEL EM TODO O MUNDO?	83
CAPÍTULO 4: INFRA-ESTRUTURA PARA ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO.....	89
4.1 O TRANSPORTE DE DERIVADOS E DE ÁLCOOL	89
4.1.1 A Participação da Petrobras no Processo	90
4.1.2 Gargalos de Infra-estrutura	95
4.1.2.1 O Caso Americano	99
4.2 O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁLCOOL	102
4.2.1 escoamento da Produção para o Mercado Interno	102
4.2.2 Importância do Desenvolvimento da Infra-Estrutura	106
4.2.3 escoamento da Produção para o Mercado Externo	108
CONCLUSÃO.....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição Espacial das Usinas no Estado de São Paulo	27
Figura 2: Taxa de Variação dos Indicadores Semanais de Preços do Álcool para o Estado de São Paulo.	37
Figura 3: Diferenciais de Preço do Álcool Hidratado Carburante e o Anidro “Molhado”	38
Figura 4: Estimativa da Frota de Veículos Leves.....	42
Figura 5: Mapa de Dutos, Refinarias e Terminais.....	92
Figura 6: Sistema de Distribuição Nacional do Álcool Automotivo.....	103
Figura 7: Infra-estrutura de Distribuição Nacional dos Combustíveis	104
Figura 8: Principais Regiões Produtoras e o Escoamento da Produção	106
Figura 9: Distribuição da produção no mercado interno	108
Figura 10: Investimentos no Centro - Sudeste	109
Figura 11: Investimentos ao longo da Hidrovia Tietê-Paraná.....	110

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Produção e Exportação de Açúcar entre as décadas de 40 e 70.....	7
Gráfico 2: Variação dos Preços dos Combustíveis.....	35
Gráfico 3: Relação entre os Preços Álcool Anidro e Gasolina em 2005.....	36
Gráfico 4: Consumo de Álcool Anidro x Álcool Hidratado.....	39
Gráfico 5: Vendas de Veículos Leves – 1979/2005	40
Gráfico 6: Consumo de Combustíveis – 2000/2005.....	41
Gráfico 7: Tarifas de Importação Aplicadas ao Etanol por Diferentes Países	46
Gráfico 8: Produção Mundial de Álcool – 1998/2003	62
Gráfico 9: Produção Mundial de Álcool - 2004	62
Gráfico 10: Evolução da Produção Americana de Etanol – 1980/2005	64
Gráfico 11: Evolução da Produção, Demanda e Capacidade de Produção Americana..	68
Gráfico 12: Produção de Etanol – Brasil x EUA.....	68
Gráfico 13: Produção de Etanol Canadense 1998-2003.....	72
Gráfico 14: Produção de Álcool da Índia	77
Gráfico 15: Importações do Etanol Brasileiro.....	78
Gráfico 16: Produção de Etanol da China	79
Gráfico 17: Importações do Etanol Brasileiro.....	80
Gráfico 18: Produção Africana de Etanol: 1998-2003	81
Gráfico 19: Transporte Dutoviário do Álcool	94
Gráfico 20: Vendas de Álcool Hidratado pelas Distribuidoras, 1995-2004.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Programa de Etanol no Mundo.....	63
Quadro 2: Proibição da Utilização do MTBE	66
Quadro 3: Bateladas Mínimas e Ciclos Operacionais	93
Quadro 4: Batelada Mínima por Destino e Tempo de Viagem	93
Quadro 5: Perdas Admissíveis no Processo	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Brasil: Venda de Veículos • 1979/2005	10
Tabela 2 - Área, produção e rendimento médio – 2004/2005*	12
Tabela 3 - Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar – 1994/2004.....	13
Tabela 4 - Cana-de-Açúcar: áreas plantada e colhida, produção, rendimento médio - Brasil 2004.....	14
Tabela 5 - Cana-de-Açúcar: áreas plantada e colhida, produção, rendimento médio - Brasil 2002/2005	17
Tabela 6 - Evolução das áreas de Lavouras em São Paulo (Mha).....	18
Tabela 7 - Evolução da Produção de Álcool Nacional - 1965/66 a 2005/06.....	25
Tabela 8 - Exportações Brasileiras	44
Tabela 9: Utilização de Combustíveis Renováveis 2006-2012.....	67
Tabela 10 - Utilização de Etanol, 2004	67
Tabela 11 - Créditos Europeus ao Etanol	74
Tabela 12 - Impostos Anuais Veiculares no Reino Unido (libra/ano)	76

INTRODUÇÃO

A utilização do álcool combustível automotivo no Brasil ganhou importância na década de 70 com o lançamento do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, criado pelo Decreto 76.593/75. Este programa possuía uma finalidade estratégica: substituir parte da gasolina consumida no mercado interno, reduzindo, assim, as importações de petróleo. O Primeiro Choque do Petróleo, ocorrido em 1973, triplicou o preço do barril do produto, impactando negativamente no balanço de pagamentos dos países importadores. O setor sucroalcooleiro, por sua vez, registrava uma crise de superprodução devido aos elevados investimentos realizados na década de 60 e início da de 70 e à redução da demanda internacional pelo açúcar.

Esses investimentos expandiram a capacidade produtiva do setor tanto de cana como de açúcar. Os preços no mercado internacional, por outro lado, começavam a registrar uma trajetória descendente a partir do final de 1974, ocasionado pela retração do consumo. Mas, se o setor açucareiro se aproximava da grave crise tal não era a percepção dos tomadores de decisão e nem dos produtores (SANTOS, 1993). Quando o Proálcool fora lançado, novos investimentos foram realizados para expandir a produção da cana, ou seja, a política de mistura carburante não podia afetar a produção de açúcar que era destinada, em grande parte, ao mercado internacional. O álcool ainda possuía uma posição secundária na agroindústria açucareira. Desde a década de 30, quando iniciou-se a prática de mistura de álcool na gasolina, a produção do álcool era acionada apenas em períodos de crise de superprodução de açúcar.

A primeira fase do Proálcool, período entre 1975-1979, foi marcada pela utilização da mistura álcool anidro-gasolina, sendo o álcool produzido basicamente pelas destilarias anexas (destilarias acopladas às usinas de açúcar). O objetivo era substituir parte da gasolina consumida no país de forma a reduzir as importações do petróleo.

O excesso de produção de cana e açúcar, assim como a existência de capacidade ociosa das usinas paulistas ocasionaram um aumento substancial da produção de álcool anidro em 1977-78, ultrapassando a demanda pelo produto. O setor começou a pressionar o governo para criar uma demanda para o volume de álcool produzido.

Na segunda fase do Programa, período entre 1979-1985, foi lançado os carros a álcool. A ocorrência do Segundo Choque do Petróleo, em 1979, e a existência dos estoques elevados de álcool anidro levou o governo a assinar um acordo com a indústria automobilística para que esta passasse a produzir carros a álcool puro. Durante toda a década de 80, os carros a álcool lideraram as vendas de veículos leves e só reverteu essa trajetória ascendente após a crise de desabastecimento do álcool combustível enfrentada pelo setor no final da década de 80.

Esta crise foi resultado das mudanças da política e da economia brasileira. O país enfrentava uma grave crise econômica e o governo começou a cortar gastos e subsídios com diversos programas, inclusive o do álcool. Este combustível possuía elevados custos de produção e para poder competir com a gasolina era necessária a presença de suporte governamental para garantir um preço competitivo para o álcool e assim estimular o seu consumo. A retirada dos subsídios do Proálcool e a existência de elevados custos de produção inviabilizaram sua produção, pois o preço do produto estipulado pelo governo não era suficiente para cobrir os custos. O setor sucroalcooleiro começou a desviar cana da produção de álcool para a de açúcar, produto que voltava a registrar elevadas cotações no mercado internacional, resultando na falta do produto no mercado interno.

A década de 90 foi marcada pelo processo de desregulamentação ocorrido no setor sucroalcooleiro, provocando mudanças institucional e organizacional (MORAES, 1999). Este processo iniciou-se em 1990 com a extinção do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) e durou toda a década, sendo um processo lento e gradual devido à dificuldade do setor em equilibrar a oferta à demanda. No final da década, os preços dos produtos do setor deixaram de ser fixados pelo governo. O fim da intervenção estatal na indústria sucroalcooleira estimulou a busca por técnicas produtivas mais eficientes que contribuíssem para a redução dos custos e, conseqüentemente, aumento da competitividade dos produtos no ambiente de livre mercado.

Atualmente, o álcool hidratado é competitivo com a gasolina devido às reduções dos custos no setor, ao aumento do preço do barril de petróleo e às diferenças de tributação da gasolina e do álcool. As inovações ocorridas na indústria automobilística com o lançamento dos carros *flex-fuel* renovaram o interesse dos consumidores pelo álcool hidratado. Lançados em 2003, esses novos veículos rodam com álcool hidratado e gasolina C em qualquer proporção e já são líderes das vendas de veículos leves. O

aumento do poder de barganha do consumidor devido à flexibilidade de utilização dos dois combustíveis, não ficando assim, vulnerável às variações dos preços e da oferta, é o principal atrativo do produto.

O álcool automotivo volta a ter uma importância estratégica no cenário nacional, e também no internacional. As elevações do preço do barril do petróleo e o aumento da preocupação mundial com as questões ambientais vêm estimulando a busca por energias renováveis alternativas. As energias renováveis vêm ganhando grande importância, pois possuem a capacidade de substituir, pelo menos em parte, os combustíveis fósseis e são menos poluentes. Diversos países estão interessados na mistura álcool-gasolina com o objetivo de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa no setor de transportes, e alguns já estão iniciando suas produções internas do produto.

No entanto, essas energias renováveis possuem dificuldades em competir com os combustíveis fósseis, os quais além de possuírem baixos custos de produção, já possuem um mercado consolidado. Sendo assim, o desenvolvimento satisfatório dessas energias requer suporte governamental devido aos elevados custos iniciais de produção que reduzem sua competitividade frente aos combustíveis fósseis. O Proálcool foi a experiência mais bem sucedida de utilização de energia renovável no mundo e atualmente diversos países estão buscando aprender com a experiência brasileira e adotar a mistura de álcool na gasolina.

O Brasil é o maior produtor e também o maior exportador mundial de álcool automotivo. O aumento da demanda pelo combustível e as previsões de crescimento continuado estão levando o setor a realizar novos investimentos na área agrícola e industrial com o objetivo de expandir a capacidade de produção e atender a demanda futura pelo combustível. O mercado interno revela-se promissor ao setor sucroalcooleiro, assim como o mercado internacional.

O país abastece, em parte, o mercado internacional, mas para que este novo mercado se consolide é necessário o aumento da oferta mundial, o que transformaria o produto em uma *commodity* reduzindo, assim, os riscos de desabastecimento. Os países interessados na mistura estão investindo na produção do álcool automotivo com o objetivo de atender a demanda interna. Esses novos países entrantes possuem custos de produção mais elevados do que o Brasil e Estados Unidos, por exemplo, que já possuem um acúmulo de experiência no processo – importante para a redução dos custos, e um mercado interno desenvolvido. Com intuito de proteger a indústria nascente a maioria dos países produtores aplica tarifas de importação sobre o etanol importado.

A análise de dados disponíveis sobre a evolução do mercado interno e do internacional revela que a indústria alcooleira se desenvolverá muito nos próximos anos. O avanço de novas tecnologias favorecerá o aumento da produtividade agrícola e industrial, aumentando a oferta do produto e a garantia de seu abastecimento.

O objetivo do trabalho é analisar a evolução do mercado nacional e internacional do álcool automotivo e as mudanças que vêm ocorrendo na indústria sucroalcooleira nacional. Os produtores nacionais estão investindo na expansão da capacidade agrícola e industrial com o objetivo de aproveitar as novas oportunidades e investimentos vêm sendo realizados também na infra-estrutura de transporte do álcool. Nos próximos anos o mercado mundial de álcool deverá se desenvolver consideravelmente com a entrada de novos atores e o desenvolvimento de novas tecnologias que favorecerão o aumento da produção mundial do combustível.

Na tentativa de melhor abordar essas questões relacionadas acima, o trabalho foi dividido em quatro capítulos. O capítulo 1 trata das questões relacionadas à produção nacional de cana-de-açúcar e álcool. As novas oportunidades do mercado nacional e internacional têm estimulado a busca por novas técnicas produtivas e novas tecnologias. O desenvolvimento de novas variedades que se adaptem melhor a cada tipo de região tem contribuído para elevar a produtividade agrícola além da utilização de novas técnicas de fertilirrigação e a mecanização da colheita.

Na fase industrial também vem sendo desenvolvidas e incorporadas novas tecnologias ao processo que contribuirão para o melhor aproveitamento dos subprodutos da cana. Isto favorece o aumento da produtividade e redução dos custos. A utilização dos resíduos – bagaço e palha, para a geração de energia elétrica e calor de processo, favorece reduções no custo com energia; tecnologias vem sendo desenvolvidas também para produzir álcool a partir desses resíduos: a hidrólise, que permitirá o aumento da produção industrial com a mesma área plantada. As perspectivas promissoras dos mercados nacional e internacional têm estimulado a expansão das unidades existentes e a construção de novas unidades. Em 2010, estima-se que o país produzirá 27 bilhões de litros de álcool.

No capítulo 2, as questões sobre o mercado mundial do álcool são analisadas. O Brasil é o único país que produz quantidades suficientes para abastecer o mercado interno e ainda suprir parcialmente a demanda de outros países como a Índia, Japão, Holanda e Estados Unidos, os maiores importadores em 2005. O maior interesse pelo álcool combustível tem estimulado vários países a investirem no desenvolvimento de

sua produção interna. Esses novos países entrantes deparam-se com barreiras à entrada que dificultam o desenvolvimento da produção de etanol, por isso é muito importante a participação do governo neste processo.

A busca por uma maior utilização do álcool faz parte da estratégia desses países de aumentar a utilização das energias renováveis e atender, dessa forma, as exigências do Protocolo de Quioto que objetiva controlar as emissões de gases causadores do efeito estufa e foi ratificado em fevereiro de 2005.

O capítulo 3 enfoca a produção e utilização do álcool automotivo em alguns países interessados em reduzir a dependência do petróleo importado e as emissões de gases causadores do efeito estufa, especialmente no setor de transportes. O desenvolvimento, por exemplo, da tecnologia de hidrólise permitirá um aumento substancial da produção de álcool visto que novos países poderão entrar no processo de produção, principalmente os situados no hemisfério norte. Isto porque esta tecnologia aumentará as variedades de biomassa que poderão ser utilizadas na produção do álcool.

O maior desenvolvimento da produção e consumo interno, assim como o maior interesse pelo álcool nacional gera a necessidade de existência de uma boa infraestrutura de escoamento da produção do álcool. O desenvolvimento da infra-estrutura de transportes contribui para o aumento da eficiência na logística dos combustíveis, favorecendo a redução dos custos de distribuição e transporte. Por outro lado, suas deficiências e gargalos impactam negativamente na logística dos combustíveis afetando a economia e os preços para os consumidores. Essas questões são tratadas no capítulo 4.

O escoamento da produção do álcool é feito através do sistema de infra-estrutura dos derivados de petróleo. Atualmente, não existem gargalos na logística do álcool automotivo, mas o aumento da produção demandará a expansão dos sistemas existentes. Esses investimentos para expansão da capacidade de escoamento da produção já estão sendo realizados visando, principalmente, as novas oportunidades do mercado de etanol.

Conclui-se que nos próximos anos o mercado internacional de álcool automotivo se desenvolverá muito e a indústria sucroalcooleira está se preparando para se beneficiar deste crescimento visto que o Brasil é o maior produtor mundial. Investimentos vêm sendo realizados com o objetivo expandir a produção e a capacidade de transporte e distribuição do álcool para atender a demanda crescente do álcool no mercado interno e no externo.

CAPÍTULO 1 PRODUÇÃO NACIONAL

Este capítulo tem por objetivo analisar a capacidade instalada de produção do país, tanto a agrícola como a industrial; as possibilidades de expansão; e as inovações introduzidas com o objetivo de reduzir custos e elevar a produtividade. Como grande parte da capacidade instalada de produção existente foi definida no passado, antes de serem analisadas questões atuais da produção agrícola e industrial, será abordado um pouco da história do setor.

1.1 CONTEXTO HISTÓRICO

A análise histórica da agroindústria sucroalcooleira revela que o setor, desde o início do século XX, enfrentou crises de superprodução e queda de preços, e períodos de expansão da capacidade produtiva estimulada pela elevação das cotações internacionais. A importância do setor açucareiro para a economia nacional fez com que o governo, desde a década de 30, interviesse no seu processo produtivo com o objetivo de equilibrar a oferta à demanda, retirando o setor da crise ou, ao menos, reduzindo suas perdas.

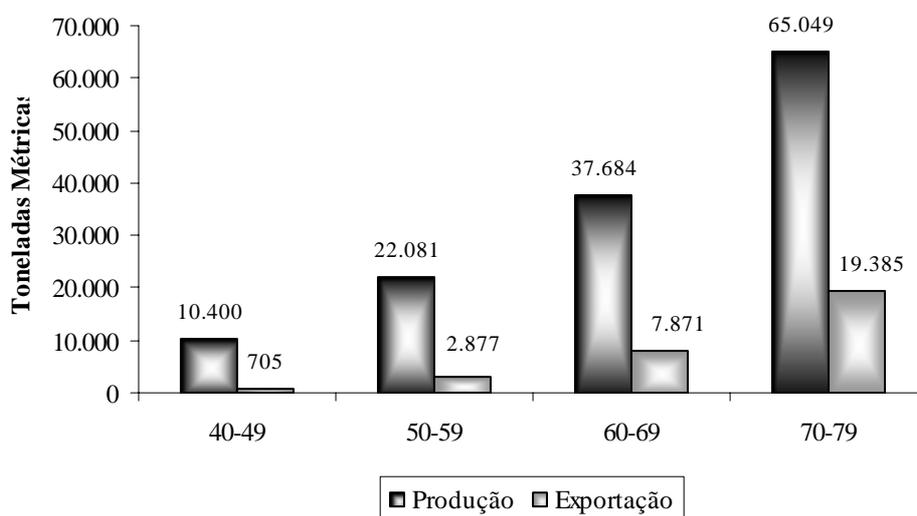
Gomensoro (1985) relata que o início da intervenção estatal na agroindústria açucareira foi em 1931 quando o governo determinou a mistura de 5% de álcool à gasolina importada e, obrigou as usinas a depositarem 10% do açúcar produzido para a formação de estoques reguladores. O setor enfrentava uma crise de superprodução e queda de preços, mas essas medidas não foram suficientes. O governo resolveu então, em 1933, criar o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) cuja meta era equilibrar o mercado de açúcar através do controle de sua produção e estímulo à produção de álcool.

O mercado externo, até o início da década de 60, não era considerado uma boa solução para o excesso de produção devido à existência de acordos internacionais sobre o volume a ser transacionado e, também devido às grandes oscilações dos preços internacionais. No entanto, a saída de Cuba como maior fornecedor de açúcar ao mercado americano estimulou o aumento da produção por parte dos demais países

produtores, inclusive o Brasil. Os elevados preços do produto no mercado internacional levaram o governo, em 1961, a criar instrumentos que viabilizassem a expansão das exportações.

No início da década de 70, os preços internacionais continuavam elevados, estimulando a realização de novos investimentos com o objetivo de elevar a produção e destinar parte desta ao mercado externo. No entanto, Santos (1993) ressalta que em 1973 a demanda por açúcar começou a se retrair e a partir do final de 1974 os preços começaram a cair, mas os agentes do setor não percebiam que uma possível crise se aproximava e continuavam estimulados a expandir a produção. A gráfico 1 abaixo mostra a evolução da produção e da exportação de açúcar no período de 1940 a 1979.

Gráfico 1: Produção e Exportação de Açúcar entre as décadas de 40 e 70



Fonte: Gomensoro, 1985.

O Primeiro Choque do Petróleo, em 1973, elevou consideravelmente o preço do barril do petróleo, afetando negativamente a economia dos países importadores. O governo brasileiro começou a discursar em favor da mistura de álcool anidro a gasolina, substituindo, assim, parte da gasolina consumida com o objetivo de reduzir as importações de petróleo. Para elevar a produção de álcool sem prejudicar a do açúcar – que ainda possuía preços compensadores no mercado internacional – era necessária uma nova expansão da produção de cana-de-açúcar. Neste período, o álcool ainda era visto como válvula de segurança para possíveis crises do mercado de açúcar, considerado, assim, um subproduto desta produção.

Em 14 de novembro de 1975, foi promulgado o Decreto nº 75.593 que criou o Programa Nacional do Álcool cuja meta era atingir a mistura de 20% de álcool na gasolina em todo o território nacional. O período de 1975-1979 é conhecido como a primeira fase do Proálcool caracterizada pela produção de álcool anidro basicamente pelas destilarias anexas. O fim desta fase e início da segunda (1979-1985) foi marcado pela entrada dos carros a álcool no mercado, e pela maior participação das destilarias autônomas¹ no processo de produção de álcool².

Na primeira fase do Programa, segundo Santos (1993), a existência de capacidade ociosa das destilarias paulistas combinada com o excesso de produção de açúcar (em 1978 os estoques representavam 58% do total produzido) resultou em um excesso de produção de álcool anidro. Contudo, a demanda por esse álcool era problemática (GOMENSORO, 1985), a produção de álcool anidro já ultrapassava o necessário para a mistura de 20% à gasolina, sendo necessária um aumento de demanda para escoar toda a produção deste combustível.

Em 1979, o excesso de álcool anidro produzido e a ocorrência do Segundo Choque do Petróleo obrigaram o governo a adotar uma política energética mais agressiva com o objetivo de reduzir o consumo de petróleo e aumentar a demanda por álcool combustível. De acordo com Borges *et al.* (1988) o governo, buscando resolver o problema do setor sucroalcooleiro³ e das importações de petróleo, fez um acordo com a indústria automobilística para que esta produzisse carros movidos a álcool puro (álcool hidratado). E, em troca o governo daria incentivos fiscais ao consumo deste tipo de automóvel e garantiria o abastecimento do combustível em todo o território nacional.

¹ Gomensoro (1985) explica que as destilarias autônomas não estão acopladas às usinas de açúcar como as destilarias anexas, e só produzem álcool direto. As destilarias anexas podem produzir açúcar, álcool residual (sendo resultado da fermentação do que sobra do caldo de cana depois que se extraem os cristais de açúcar – um subproduto da produção açucareira) e álcool direto (álcool produzido direto do caldo extraído da cana). De acordo com a autora, 1 tonelada de cana produzia 90 quilos de açúcar e 10,5 litros de álcool residual ou 70 litros de álcool direto.

² Santos (1993) ressalta que os estoques de açúcar, por volta de 1977, atingiram níveis alarmantes. Essa crise de superprodução era resultado dos investimentos realizados durante os anos de preços elevados. A produção de açúcar aumentou significativamente nos anos subseqüentes aos investimentos realizados ao mesmo tempo em que a demanda mundial se contraía substancialmente e os preços do açúcar caíam a níveis muito baixos no mercado internacional. Na tentativa de tirar o setor da crise, o governo determinou a transformação de parte da produção de açúcar em álcool direto e concedeu subsídio ao preço do álcool, de tal forma a torná-lo uniforme em todo o território nacional, e assim viabilizando a produção de álcool em destilarias autônomas que possuíam um custo de produção mais elevado que as destilarias anexas.

³ Gomensoro (1985) explica que a forma como o álcool é produzido determina a caracterização de um setor sucroalcooleiro. A cana ao ser esmagada pode dar origem a dois tipos de álcool: o residual e o direto. A dependência do álcool da produção açucareira determina a utilização da expressão “sucroalcooleiro” e não apenas “alcooleiro”.

Os carros a álcool foram amplamente aceitos pelo consumidor, sendo líder das vendas durante quase toda a década de 80. No entanto, em meados da década, o país atravessava uma recessão econômica levando o governo a cortar gastos e subsídios de diversos programas, inclusive o do álcool. Os altos custos de produção do produto tornavam-no anticompetitivo com a gasolina, que neste período, estava com preços mais baixos devido ao contra-choque do petróleo ocorrido em 1986 e aos avanços nacionais na produção de petróleo. Por outro lado, o açúcar possuía elevados preços no mercado internacional. Desta forma, a retirada dos subsídios governamentais do Proálcool levou o setor sucroalcooleiro a desviar cana da produção de álcool para a de açúcar, ocasionando escassez do produto no mercado interno no final de 1989. Esta crise de desabastecimento derrubou, significativamente, as vendas de carros a álcool nos anos seguintes, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Brasil: Venda de Veículos • 1979/2005

<i>Anos</i>	<i>Álcool + Flex</i>	<i>Total</i>	<i>%(Álco. + Flex)/ Tot.</i>
1979	3.114	924.690	0,34%
1980	240.643	886.796	27,14%
1981	136.242	515.608	26,42%
1982	232.575	641.992	36,23%
1983	579.328	686.584	84,38%
1984	565.536	628.201	90,02%
1985	645.551	700.375	92,17%
1986	697.049	786.386	88,64%
1987	458.683	513.632	89,30%
1988	566.482	679.836	83,33%
1989	399.529	703.962	56,75%
1990	81.996	661.337	12,40%
1991	150.982	732.444	20,61%
1992	195.503	724.651	26,98%
1993	264.235	1.081.386	24,43%
1994	141.834	1.330.459	10,66%
1995	40.706	1.652.278	2,46%
1996	7.647	1.673.136	0,46%
1997	1.120	1.873.665	0,06%
1998	1.224	1.466.423	0,08%
1999	10.947	1.195.609	0,92%
2000	10.292	1.403.833	0,73%
2001	18.335	1.511.187	1,21%
2002	55.961	1.404.265	3,99%
2003	84.558	1.291.749	6,55%
2004	379.329	1.523.521	24,90%
2005	895.002	1.536.977	58,23%

Anfavea, 2005.

Nota: De acordo com a Anfavea (2005) em 2003 foram vendidos 48.178 veículos flex, e em 2004, 328.379. Os dados disponíveis para o ano de 2005 contém os valores das vendas de carros a álcool juntamente com os carros flex.

Nos anos 90 a economia brasileira passou por um grande processo de mudanças que acabaram redefinindo o papel do Estado na economia, “passando de um Estado-empresário para um Estado regulador e fiscal da economia” (PINHEIRO; GIAMBIAGI; GOSTKORZEWICZ, 1999). O processo de abertura comercial e o de privatizações aumentaram a competição e a busca pela eficiência produtiva em diversos setores, inclusive no canavieiro. Para Moraes (1999) o processo de liberação no setor sucroalcooleiro modificou o ambiente institucional e organizacional; os sistemas de fixação dos preços dos insumos e produtos da cadeia, assim como, as formas de comercialização (incluindo as exportações); os controles de produção e Planos de Safra (emitidos pelo governo); as políticas de sustentação do álcool combustível e da cana-de-

açúcar e, o modo de atuação dos diversos agentes envolvidos (incluindo Governos Federal e Estaduais).

O início do processo de desregulamentação⁴ do setor sucroalcooleiro iniciou-se em 1990 com a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool e durou toda a década, sendo um processo gradual devido, principalmente, às dificuldades do setor em equilibrar a oferta à demanda, e de operar num ambiente de livre mercado. Em maio de 1997 ocorreu a liberação dos preços do álcool anidro e, a partir de fevereiro de 1999 os preços do açúcar, da cana-de-açúcar e dos demais tipos de álcool tornaram-se livres (MORAES, 1999).

O setor vem se organizando na tentativa de operar de forma mais eficiente no novo ambiente de livre mercado. A introdução de inovações no processo produtivo e administrativo vem colaborando para a redução de custos e aumento da competitividade, permitindo que as empresas continuem operando neste novo ambiente.

Macedo (2005a) explica que atualmente, os produtores de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil não têm qualquer mecanismo de suporte de preços por políticas públicas. O custos de produção do etanol nas usinas mais eficientes, em condições estáveis⁵, já era equivalente ao custo internacional da gasolina sem aditivos com petróleo a US\$ 25/barril. Há boas possibilidades de aumento desta competitividade nos próximos anos, e claramente o setor é sustentável neste sentido.

1.2 FASE AGRÍCOLA

1.2.1 Capacidade de Produção

Os investimentos realizados, principalmente, nas décadas de 60 e 70 na agroindústria sucroalcooleira expandiram a capacidade produtiva agrícola e industrial transformando o país em um dos maiores produtores mundiais de açúcar e álcool. Apesar dos problemas enfrentados pelo setor sucroalcooleiro a partir do final da década de 80, o Brasil continua ocupando esta posição de grande produtor. A cultura da cana-de-açúcar possui uma importante posição na pauta de produção agrícola do país,

⁴ Para maiores detalhes ver Moraes (1999).

⁵ Segundo o autor, esses custos não refletem flutuações temporárias que podem ocorrer como o aumento nos custos da terra em épocas de crescimento rápido da produção ou, aumentos pontuais em insumos como o aço.

possuindo a maior produção e a terceira maior área colhida, como pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2 - Área, produção e rendimento médio – 2004/2005*

Produtos Agrícolas	Área (ha)		Var (%)	Produção (t)			Rendimento Médio (t/ha)		
	Colhida	A ser		Obtida	A ser	Var	Obtida	A ser	Var
		Colhida			Obtida			Obtida	
Safra 2004	Safra 2005	(%)	Safra 2004	Safra 2005	(%)	Safra 2004	Safra 2005	(%)	
Algodão									
Herbáceo (em caroço)	1.146.320	1.254.808	9,46%	3.790.336	3.660.856	-3,42%	3,307	2,917	11,77%
Arroz (em casca)	3.733.164	3.920.965	5,03%	13.276.861	13.232.776	-0,33%	3,556	3,375	-5,11%
Batata- inglesa	142.593	142.088	-0,35%	3.045.834	3.137.823	3,02%	21,360	22,084	3,39%
Cacau (em amêndoas)	637.135	666.730	4,65%	194.566	214.853	10,43%	0,305	0,322	5,53%
Café (beneficiado)	2.365.998	2.318.017	-2,03%	2.466.863	2.143.852	13,09%	1,043	0,925	11,30%
Cana-de- açúcar	5.634.550	5.874.504	4,26%	416.256.260	421.760.331	1,32%	73,876	71,795	-2,82%
Cebola	57.790	56.435	-2,34%	1.132.920	1.061.004	-6,35%	19,604	18,800	-4,10%
Feijão (em grão)	3.975.862	3.781.348	-4,89%	2.965.085	3.012.009	1,58%	0,746	0,797	6,81%
Laranja	819.701	803.559	-1,97%	18.270.545	17.876.796	-2,16%	22,289	22,247	-0,19%
Mamona	165.529	224.944	35,89%	128.575	166.406	29,42%	0,777	0,740	-4,76%
Mandioca	1.750.531	1.923.912	9,90%	23.781.480	26.328.536	10,71%	13,585	13,685	0,73%
Milho (em grão)	12.343.978	11.525.093	-6,63%	41.805.958	34.895.590	16,53%	3,387	3,028	10,60%
Soja (em grão)	21.519.741	22.917.006	6,49%	49.521.531	51.138.299	3,26%	2,301	2,231	-3,03%
Sorgo	916.970	790.732	13,77%	2.130.724	1.534.206	28,00%	2,324	1,940	16,50%
Trigo	2.793.197	2.359.801	15,52%	5.726.195	4.938.327	13,76%	2,050	2,093	2,08%

Fonte: IBGE, 2005a.

* Estimativa

Segundo Anciães *et al.* (1979) o processo de expansão da produção de cana entre 1947-1975 ocorreu de forma extensiva, ou seja, através da incorporação de novas terras, onde a área colhida com a cultura da cana em 1947 ocupava uma extensão de, aproximadamente, 1,6 milhão de hectares e ao final de 1975, a área ocupada passou a ser de 4 milhões de hectares do total ocupado com a agricultura, um aumento de 154%. Entre 1994-2004, a área colhida sofreu um aumento de cerca de 30%, a produtividade 10%, e a produção 42%, como pode ser visto na tabela 3.

Tabela 3 - Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar – 1994/2004

	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Produção Obtida (t)	Rendimento Médio (Kg/ha)
1994	4.359.200	4.345.260	292.101.835	67.223
1995	4.638.281 (6,40%)	4.559.062 (4,92%)	303.699.497 (3,97%)	66.614 (-0,91%)
1996	4.830.538 (4,15%)	4.750.296 (4,19%)	317.105.981 (4,41%)	66.755 (0,21%)
1997	4.881.648 (1,06%)	4.814.084 (1,34%)	331.612.687 (4,57%)	68.884 (3,19%)
1998	5.049.953 (3,45%)	4.985.819 (3,57%)	345.254.972 (4,11%)	69.247 (0,53%)
1999	4.975.189 (-1,48%)	4.898.844 (-1,74%)	333.847.720 (-3,30%)	68.148 (-1,59%)
2000	4.879.841 (-1,92%)	4.804.511 (-1,93%)	326.121.011 (-2,31%)	67.878 (-0,40%)
2001	5.022.187 (2,92%)	4.957.594 (3,19%)	344.281.802 (5,57%)	69.445 (2,31%)
2002	5.206.736 (3,67%)	5.100.485 (2,88%)	364.391.016 (5,84%)	71.442 (2,88%)
2003	5.377.216 (3,27%)	5.371.020 (5,30%)	396.012.158 (8,68%)	73.731 (3,20%)
2004	6.252.023 (16,27%)	5.634.550 (4,91%)	416.256.260 (5,11%)	73.876 (0,197%)

Fonte: Ano 1994: IBGE, 2004;

Anos 1995-2004: IBGE, 2005b.

ROSA *et al.* (1998) destacam que o investimento em novas técnicas (como a incorporação de novas variedades de cana, o uso de fertilizantes além da preservação e enriquecimento do solo, do uso apropriado de herbicidas e pesticidas e do melhor planejamento da produção) permite o aumento da produtividade. Para estes autores, a existência de grandes diferenças de produção entre os produtores de uma mesma região ou de regiões diferentes é um indicador do potencial de ganho de produtividade.

De acordo IBGE (2005e) a produção de cana-de-açúcar ocorre em todas as regiões do país, sendo muito concentrada na região Centro-Sul (84% em 2004), enquanto a região Norte-Nordeste corresponde a apenas 16% do total produzido no país em 2004, como mostra a tabela 4⁶. A tabela mostra também a grande variação de

⁶ Em agosto de 1966 foi emitido o Decreto-Lei nº 1.974/66, que dividia o país em duas regiões açucareiras: a Norte-Nordeste e a Centro-Sul. (MORAES, 1999). De acordo com a Lei 9.362/96:

Art. 2º Para efeitos do artigo anterior consideram-se compreendidos nas Regiões:

produtividade entre os diferentes estados produtores, revelando que há espaços para a incorporação de inovações que possam contribuir para o aumento da produtividade e redução dos custos.

Tabela 4 - Cana-de-Açúcar: áreas plantada e colhida, produção, rendimento médio - Brasil 2004

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Área plantada (ha)	% em relação ao total nacional	Área colhida (ha)	% em relação ao total nacional	Quantidade produzida (t)	% em relação ao total nacional	Rendimento médio (t/ha)
Brasil	5 633 700	100%	5 631 741	100%	415 205 835	100%	73,726
Norte	16 083	0,29%	15 339		955 837	0,23%	62,314
Rondônia	415	0,01%	415	0,01%	29 651	0,01%	71,448
Acre	648	0,01%	648	0,01%	22 977	0,01%	35,458
Amazonas	4 029	0,07%	3 827	0,07%	235 431	0,06%	61,518
Roraima	548	0,01%	369	0,01%	1 256	0,0003%	3,404
Pará	7 266	0,13%	7 265	0,13%	504 225	0,12%	69,405
Amapá	96	0,00%	93	0,002%	2 201	0,00%	23,667
Tocantins	3 081	0,05%	2 722	0,05%	160 096	0,04%	58,816
Nordeste	1 137 706	20,19%	1 136 511	20,18%	65 499 357	15,78%	57,632
Maranhão	26 791	0,48%	26 791	0,48%	1 652 422	0,40%	61,678
Piauí	9 012	0,16%	9 012	0,16%	524 080	0,13%	58,154
Ceará	33 972	0,60%	33 972	0,60%	1 762 197	0,42%	51,872
Rio Grande do Norte	52 333	0,93%	52 333	0,93%	3 257 293	0,78%	62,242
Paraíba	116 671	2,07%	116 671	2,07%	6 364 312	1,53%	54,549
Pernambuco	363 554	6,45%	363 554	6,46%	19 015 069	4,58%	52,303
Alagoas	423 225	7,51%	423 225	7,51%	26 283 941	6,33%	62,104
Sergipe	25 202	0,45%	25 202	0,45%	1 696 508	0,41%	67,316
Bahia	86 946	1,54%	85 751	1,52%	4 943 535	1,19%	57,650
Sudeste	3 517 384	62,43%	3 517 364	62,46%	276 593 030	66,62%	78,636
Minas Gerais	334 668	5,94%	334 658	5,94%	24 331 841	5,86%	72,707
Espírito Santo	60 128	1,07%	60 128	1,07%	4 079 805	0,98%	67,852
Rio de Janeiro	170 784	3,03%	170 774	3,03%	8 653 494	2,08%	50,672
São Paulo	2 951 804	52,40%	2 951 804	52,41%	239 527 890	57,69%	81,146
Sul	447 940	7,95%	447 940	7,95%	34 271 981	8,25%	76,510
Paraná	399 527	7,09%	399 527	7,09%	32 642 730	7,86%	81,703
Santa Catarina	16 480	0,29%	16 480	0,29%	603 495	0,15%	36,620
Rio Grande do Sul	31 933	0,57%	31 933	0,57%	1 025 756	0,25%	32,122
Centro-Oeste	514 587	9,13%	514 587	9,14%	37 885 630	9,12%	73,623
Mato Grosso do Sul	130 970	2,32%	130 970	2,33%	9 572 305	2,31%	73,088
Mato Grosso	206 829	3,67%	206 829	3,67%	14 290 810	3,44%	69,095
Goiás	176 328	3,13%	176 328	3,13%	14 001 079	3,37%	79,404
Distrito Federal	460	0,01%	460	0,01%	21 436	0,005%	46,600

IBGE, 2005e.

A possibilidade de se produzir cana em todo o território nacional representa uma vantagem para o país, pois o período de safra entre as regiões Centro-Sul e Norte-

-
- I - **Norte/Nordeste:** os Estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Amapá, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Tocantins.
- II - **Centro/Sul:** os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal.

Nordeste são complementares⁷, permitindo a produção de cana durante todo o ano. No entanto, este potencial ainda precisa ser desenvolvido, pois a produção é muito concentrada no Centro-Sul de forma que qualquer adversidade climática que atinja esta região impactará negativamente na produção de álcool e açúcar e afetará os mercados nacional e internacional visto que a produção do Norte-Nordeste está muito aquém do total necessário para atender toda a demanda.

De acordo com a UNICA (2006a) a produção de cana, açúcar e álcool da safra 04/05 na região Centro-Sul do país se comportou de forma a atender plenamente os mercados interno e externo de açúcar e álcool. Processou-se 328,9 milhões de toneladas de cana (9,48% maior que a safra anterior), produzindo-se 22,1 milhões de toneladas de açúcar (crescimento de 8,3%) e 13,6 bilhões de litros de álcool (3,8% superior à produção da safra anterior). Na safra 05/06, 336 milhões de toneladas foram processadas por esta região produzindo 22 milhões de toneladas de açúcar e 14,4 bilhões de litros de álcool.

De acordo com a Conab⁸ (2005), na safra 05/06 a área total de cana-de-açúcar foi de 436 milhões de toneladas das quais a indústria sucroalcooleira produziu, aproximadamente, 394 milhões de toneladas, sendo 55% destinada à produção de açúcar e 45% para a produção de álcool. Com relação à safra anterior, houve um aumento de 4,5% na área total (5,9% no Centro-Sul e 0,9% no Norte-Nordeste), de 5% na produção total de cana (7% na região Centro-Sul e 5,4% na Norte-Nordeste), e apesar do aumento na produtividade nacional ter sido inferior a 1%, é relevante ressaltar o aumento obtido na região Norte-Nordeste, 4,5%.

O crescimento da demanda interna e externa do álcool automotivo em estimulando a indústria sucroalcooleira a expandir a área plantada e a investir em novas técnicas produtivas com o objetivo de aumentar a produção e reduzir custos, aumentando, assim, a competitividade do produto. A seguir será analisada a expansão da produção de cana-de-açúcar e a incorporação de inovações na fase agrícola visando atender satisfatoriamente a demanda crescente pelo álcool automotivo.

⁷ A colheita da região Centro-Sul ocorre entre os meses de junho a novembro, e a do Norte-Nordeste, entre novembro e abril.

⁸ O documento ressalta que os números apresentados referem-se ao terceiro e último levantamento da cana-de-açúcar da safra de 2005/06, realizado em dezembro de 2005 quando faltavam cerca de 2% da produção do Centro-Sul a ser colhida.

1.2.2 Expansão da Produção de Cana

A demanda industrial vem crescendo impulsionada pelos mercados de açúcar e álcool, e para supri-la, novas terras deverão ser incorporadas no processo de produção de cana-de-açúcar. Isto porque, além do crescimento dos mercados de álcool, o mercado internacional de açúcar também tem grande potencial de crescimento devido ao fim das barreiras protecionistas no mercado europeu.

Os agentes do setor sucroalcooleiro estão preocupados em garantir o abastecimento do álcool combustível no mercado com o objetivo de conquistar a confiança do consumidor nacional e internacional. Grandes produtores vêm a expansão da produção como um negócio lucrativo e já começaram a incorporar novas áreas produtoras.

IBGE (2004) destaca que muitos estados estão expandindo suas produções de cana-de-açúcar estimulados pela maior demanda de açúcar e álcool tanto do mercado interno quanto do internacional. De acordo com dados de IBGE (2005c) Espírito Santo e Minas Gerais incorporaram novas áreas produtoras, assim como o Mato Grosso do Sul, possuindo um aumento da área colhida em 2004 de 3,60%, 10,45% e 8,66%, respectivamente, em relação a 2003. No nordeste, os maiores produtores, Pernambuco e Alagoas, obtiveram ganhos de produtividade. Pernambuco registrou uma elevação de 2,66% da produção ocasionada pelo aumento da área colhida (1,16%) e da produtividade (1,49%). Alagoas, por outro lado, obteve ganhos da ordem de 7,08% em produtividade e, apesar da redução de 2,79% da área colhida, a produção elevou-se em 4,09%. IBGE (2003b) revela que o estado do Mato Grosso do Sul tem atraído empresários do setor sucroalcooleiro, principalmente do nordeste, pelo fato de possuir terras relativamente baratas.

O estado de São Paulo também vem expandindo a área de produção de cana com a incorporação do oeste paulista. Esta região possui disponibilidade de terras férteis, topografia adequada e logística para escoamento da produção. De acordo com Anselmi (2005b) das 40 novas usinas anunciadas até 2010, 30 estão sendo implantadas no oeste de São Paulo. A produção de cana se expandirá para áreas antes ocupadas com a pecuária, atividade pouco rentável frente ao alto valor da terra. A tabela 5 mostra a evolução plantação, produção e rendimento da cana das safras 2002 a 2005 nas regiões brasileiras

Tabela 5 - Cana-de-Açúcar: áreas plantada e colhida, produção, rendimento médio - Brasil 2002/2005

	Variável	Safra/2002	Safra/2003	Safra/2004	Safra/2005
TOTAL	Área I (ha)	5 215 130	5 506 855	6 252 023	6 568 443
	Área II (ha)	5 095 753	5 336 985	5 634 550	5 874 464
	Produção (t)	363 721 019	389 849 400	416 256 260	421 761 019
	Rend. Médio (Kg/ha)	71 377	73 047	73 876	71796
NORTE	Área I (ha)	15 271	14 391	17 089	17 221
	Área II (ha)	12 342	11 632	13 789	13 890
	Produção (t)	766 423	748 149	898 948	902 568
	Rend. Médio (Kg/ha)	62 099	64 318	65 193	64 980
NORDESTE	Área I (ha)	1 147 571	1 200 466	1 187 024	1 178 733
	Área II (ha)	1 092 314	1 130 957	1 138 888	1 140 887
	Produção (t)	58 915 100	62 897 049	65 598 743	60 446 583
	Rend. Médio (Kg/ha)	53 936	55 614	57 599	52 982
SUDESTE	Área I (ha)	3 146 419	3 360 894	4 050 868	4 334 077
	Área II (ha)	3 146 339	3 299 092	3 517 364	3 724 683
	Produção	241 133 953	258 082 750	276 593 030	289 340 720
	Rend. Médio (Kg/ha)	76 640	78 228	78 636	77 682
SUL	Área I (ha)	406 959	419 518	447 382	456 273
	Área II (ha)	406 959	419 518	447 382	456 142
	Produção (t)	29 934 719	32 859 798	35 181 345	32 749 276
	Rend. Médio (Kg/ha)	73 557	78 328	78 638	71 796
CENTRO-OESTE	Área I (ha)	498 910	511 586	549 660	582 139
	Área II (ha)	437 799	475 786	517 127	538 862
	Produção (t)	32 970 824	35 261 654	37 984 194	38 321 872
	Rend. Médio (Kg/ha)	75 310	74 112	73 452	71 116

Fonte: Safra 2002: IBGE, 2003a

Safra 2003: IBGE, 2004

Safra 2004 e 2005: IBGE, 2005d

Notas:

Para as safras 2002 - 2004: Área I: Área Total Plantada; Área II: Área Colhida; Produção e Rendimento Médio Obtidos.

Para a Safra 2005: Área I: Área Total Plantada; Área II: Área a ser Colhida; Produção e Rendimento Médio Esperados.

Observa-se que o crescimento médio da produção de cana e da área colhida das regiões foi de 14%. A região sudeste apresenta o maior percentual de crescimento da produção de cana, 19%, enquanto o centro-oeste obteve o maior percentual em relação à expansão da área colhida, 23%. Como ressaltado na seção 1.2.1 a safra 05/06 registrou um aumento de 4,5% na área total, passando de 5,62 milhões de hectares para 5,87

milhões. A região Centro-Sul foi grande responsável por este aumento da área total com cana-de-açúcar, registrando um aumento de 5,9% na safra 05/06 em relação à de 04/05. A produção nacional de cana passou de 415 milhões de toneladas para 436 milhões, aumento de 5%; a região Centro-Sul teve um aumento de 7% e a Norte-Nordeste, 5,4%. A região Norte-Nordeste obteve uma elevação na produtividade de 4,5% enquanto a média nacional não ultrapassou 1%.

De acordo com Paes (2005) a região Centro-Sul produziu em 2004 85% da cana do Brasil, em 219 unidades, e em 2005 este percentual manteve-se constante (CONAB, 2005). O aumento da produção de cana na região entre 1992/93 e 2003/04 foi cerca de 60%, passando de 176,2 para 281,5 milhões de toneladas (PAES, 2005). É importante ressaltar que este aumento deu-se quase totalmente (94%) nas próprias unidades já existentes em 1992, com apenas 6% em novas unidades. Ou seja, a grande expansão não envolveu novas fronteiras agrícolas de modo significativo, as principais áreas de concentração da produção de cana estão distantes dos principais biomas do Brasil (Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Pantanal).

O autor analisou dados sobre a evolução das áreas de lavouras no Estado de São Paulo entre 1990-2004 e constatou que a área total tem se mantido praticamente constante durante um período de grande crescimento da cana, desde 1990, como pode ser visto na tabela 6 abaixo. O que tem ocorrido nos últimos anos é uma substituição de culturas, a cana tem substituído, principalmente, áreas ocupadas com laranja e outras culturas, além de ocupar áreas de pastagens.

Tabela 6 - Evolução das áreas de Lavouras em São Paulo (Mha)

	1990	2004
Cana	1,81	2,80
Café	0,57	0,22
Laranja	0,72	0,58
Outras	3,71	2,46
Área Total de Lavouras	6,27	6,05

Fonte: PAES, 2005.

De acordo com Stupiello (2005), a expansão da área de plantio vem ocorrendo devido ao aumento da capacidade das unidades produtivas (muitas praticamente dobraram esta capacidade), à reativação de unidades que foram criadas no Proálcool, ao surgimento de novas unidades – que estão crescendo de forma acelerada –, substituição de outras culturas pela cana, deslocamento de unidades para áreas que possuam

condições climáticas mais favoráveis, solos mais férteis, relevo mais plano e, mão-de-obra especializada.

Especialistas ressaltam que é preciso desenvolver a produção do Norte-Nordeste passando de 12% para 25% da produção nacional de álcool, reduzindo a concentração no Centro-Sul de 88% para 75%. O litoral do Nordeste, entre Sergipe e Rio Grande do Norte, tem capacidade para crescer mais de 20% em produtividade e há a necessidade de expandir a produção para a região do Rio São Francisco e para os estados do Piauí e Maranhão (CASTELO BRANCO, 2005). Esta expansão garantiria aos consumidores a capacidade de oferta do país durante todo o ano devido aos diferentes períodos de colheita das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste. A expansão da produção para a região Norte-Nordeste depende também de outros fatores como fertilidade do solo, custo da produção, produtividade, capacidade de investimento, declividade da terra que interfere na capacidade de mecanização do plantio e colheita, a existência de infraestrutura para o escoamento interno e externo da produção, entre outros.

O comportamento do mercado nos próximos anos vai determinar as estratégias do produtor. Se os mercados interno e externo de álcool garantirem uma boa remuneração do produto, talvez seja viável a expansão da produção para regiões menos atrativas e que necessitem de maiores investimentos. O incentivo governamental também é fundamental para estimular a expansão da produção para regiões não tradicionais, hoje muito concentrada no Centro-Sul, principalmente no estado de São Paulo (o estado responde por cerca de 60% da produção de cana e de álcool), mas esta interferência na produção ocorrerá de forma completamente distinta da ocorrida no passado, devido às mudanças enfrentadas pelo setor e pela economia brasileira desde o início dos anos 90.

O Presidente da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Alcool, Luiz Carlos Corrêa Carvalho destacou, em reunião da Câmara⁹ em agosto de 2005, que o crescimento médio da produção de cana no período de 95/96 a 04/05 foi de 4,8%, e a partir deste ponto projetou um crescimento médio da produção de cana para o período 05/06 a 10/11 em 5,12%. Para atender a demanda crescente, principalmente, pelo álcool, o Brasil deverá produzir, em 2010, 570 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, gerando uma produção de 32 milhões de toneladas de açúcar e 27 bilhões de litros de álcool. Essa produção seria atingida por meio de um milhão e duzentos mil novos

⁹ 10ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Alcool.

hectares de cana-de-açúcar, contando com os ganhos de produtividade agrícola e eficiência industrial.

De acordo com os cenários desenvolvidos por Schaeffer *et al.* (2004), a estimativa de produção total de cana, em 2023, é de 967 milhões a 1,1 bilhão de toneladas de cana, numa área total de 8,8 a 10,2 milhões de hectares. A produção de álcool seria de 32,5 a 37,7 bilhões de litros. Na próxima seção serão analisadas a fase industrial da indústria sucroalcooleira e sua capacidade de expansão da produção.

1.2.3 Inovações

As inovações tecnológicas vêm ocorrendo em todas as áreas da indústria sucroalcooleira, envolvendo questões administrativas, técnicas e biológicas. O objetivo da adoção das inovações é elevar a produtividade, reduzir custos de produção e a poluição ambiental.

No início do Programa Nacional do Álcool houve a necessidade de se expandir a plantação de cana-de-açúcar e esta se deu de forma extensiva, através da incorporação de novas terras. O aumento da produtividade ficou em segundo plano, devido, principalmente, à garantia de que o preço do álcool seria estipulado em um patamar que cobrisse os custos de produção. O setor não possuía um processo de concorrência em preços, pois o Governo Federal controlava os preços do álcool e do açúcar, além de garantir a compra, efetuar a armazenagem e comercializar o álcool carburante e o anidro (BELIK; VIAN, 2003). Assim, os produtores não se preocupavam em buscar melhorias substanciais no processo de produção.

No entanto, no final da década de 80 o Estado deixou de subsidiar a produção tanto de álcool como de açúcar, permitindo que as forças do mercado passassem a regular essas produções. Nos anos 90, a liberação dos preços da cana, do açúcar e do álcool também trouxe mudanças ao setor. O aumento da competição e a não garantia de venda da produção por um preço que pudesse cobrir os custos fizeram com que os agentes do setor buscassem aumentar a eficiência e a produtividade.

A cadeia produtiva canavieira do Brasil sempre foi objeto de regulamentação do Estado. . . . Desse modo, com expedientes como a garantia de margens de lucro, reserva de mercado, concessão de subsídios, entre outros, a intervenção do Estado contribuiu para arrefecer o surgimento de um ambiente competitivo na agroindústria canavieira.

Isso, em parte, explica a relativa falta de importância do progresso técnico e administrativo na agroindústria canavieira. Não obstante isso, as crises financeira e fiscal do Estado nas décadas de 80 e 90, *pari passu* às variações dos mercados de açúcar e álcool, e o início da desregulamentação do setor revelaram a existência de produtores que optaram pelo maior desenvolvimento tecnológico de suas estruturas produtivas, seja no âmbito agrícola, industrial e/ou administrativo, demarcando outra dinâmica nesse processo de evolução da agroindústria canavieira no Brasil (Shikida; Neves; Rezende. 2002).

Muitos produtores passaram a investir em novas técnicas de produção, em gerenciamento agrícola e na incorporação de novas variedades de cana mais resistentes a determinados tipos de pragas e mais produtivas. Nesta nova fase, a expansão da produção de cana se deu, prioritariamente, de forma intensiva.

Muitas empresas têm atentado para novas estratégias tecnológicas em nome da sobrevivência setorial e de maior competitividade. O uso de avançadas tecnologias agrícolas, industriais e novas formas de gestão evidencia a preocupação em reduzir custos, ... (Ibid).

Os autores ressaltam também que pesquisas como o melhoramento genético das variedades da cana; o desenvolvimento do gerenciamento da produção agrícola via instrumentos como mapas do solo e imagens de satélite, declividades, adubação, distância, etc.; avanços no nível de extração, no tratamento do caldo e fermentação, na destilação e na área energética – com o aproveitamento do bagaço da cana; além da introdução de novos modelos de gestão administrativa vêm sendo desenvolvidos por diversos grupos do setor.

Os produtores de cana-de-açúcar vêm reconhecendo que a incorporação de novas variedades de cana é uma estratégia importante no aumento da produtividade e da lucratividade. Os centros de pesquisa estão desenvolvendo variedades que se adaptem melhor aos diversos tipos de clima, aos solos menos férteis, ao processo de mecanização, que sejam mais resistentes a doenças e pragas, e mais produtivas. Os produtores de cana têm buscado, nos últimos anos, utilizar variedades mais produtivas que possuam alto teor de Açúcares Redutores Totais¹⁰ (ART), isto porque o preço pago

¹⁰ Fernandes (2003) explica que os ART representam todos os açúcares da cana na forma de açúcares redutores ou invertidos, e os ATR representam a quantidade de ART recuperados da cana até o xarope, ou seja, é o resultado da diferença entre o ART da cana e as perdas na lavagem de cana, bagaço final, torta

pela cana-de-açúcar varia de acordo com a quantidade de Açúcares Totais Recuperáveis² (ATR).

Matsuoka (2005) explica que a descoberta de uma nova variedade comercializável demora de 10 a 12 anos, ou seja, é um planejamento de longo prazo. Os pontos decisivos para a escolha da melhor variedade são a identificação do solo, clima e manejo; análise das características de cada variedade, assim como, seu comportamento, perfil e desempenho em cada safra. O próximo passo seria a definição da opção da variedade, associando-as ao ambiente de produção (solo, clima e manejo).

Outra inovação que vem sendo crescentemente utilizada na cultura de cana-de-açúcar é a mecanização da colheita. Este processo vem sendo implementado, principalmente, no estado de São Paulo por determinação da Lei 11.241/02¹¹ que estabelece o prazo até 2031 para a eliminação total das queimadas. De acordo com a lei, em 2006, as áreas mecanizáveis¹² terão que eliminar a queima da cana em 30% da área cultivada, e, em 2021, em 100%. As áreas não mecanizáveis só serão obrigadas a modificar a técnica de colheita a partir de 2011, sendo 2031 o prazo para a eliminação total.

A introdução do maquinário demanda elevados investimentos e muitos produtores têm enfrentado dificuldades para adquiri-lo, principalmente, os pequenos e médios. Contudo, esta medida contribui para a redução dos custos de produção. ROSA *et al.* (1998) afirmam que as mudanças na colheita e no transporte podem provocar uma redução de 30% nos custos de produção. Rosillo-Calle e Cortez (1998) destacam que o custo da colheita manual é de US\$ 4 por tonelada enquanto a colheita mecanizada custa US\$ 2. As usinas também evitam os custos com trabalhos temporários, alojamento,

de filtros ou prensas e “indeterminadas”, considerando eficiências média padrão. E constituem um dos parâmetros do sistema de pagamento de cana implantado em São Paulo a partir da safra de 1998/99.

¹¹ Gonçalves (2002) explicita que em 1997 o governo de São Paulo editou o Decreto nº 42.056 que trata de questões sobre o uso, conservação e preservação do solo, proibindo a queima total da cana-de-açúcar num prazo de 15 anos. No entanto, em 2000, foi aprovada a Lei 10.547 que prorrogou a prática das queimadas, sendo 20 anos o prazo para sua eliminação total, e flexibilizou as especificações técnicas quanto a sua proibição. Em 2002, foi publicada a Lei 11.241 que estendeu o prazo até 2031 para a supressão da prática das queimadas nas plantações de cana-de-açúcar.

¹² De acordo com o § 1º do artigo 2º da Lei 11.241:

1 - **áreas mecanizáveis**: são as plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinquenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana;

2 - **áreas não mecanizáveis**: são as plantações em terrenos com declividade superior a 12% (doze por cento), em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana.

transporte, alimentação, equipamentos de proteção e eventuais despesas jurídicas trabalhistas.

Gonçalves (2002) ressalta que em algumas regiões do estado de São Paulo os pequenos e médios produtores de cana tem sido orientados a se associar para comprar maquinário, reduzindo o custo do investimento individual, e, assim, permanecer no mercado de forma competitiva. Outros estão terceirizando as operações (colheita e plantio), tornando desnecessário o gasto com a compra de maquinário. As terras que não são passíveis de mecanização estão fazendo a colheita manual da cana crua, porém esta alternativa possui custos mais elevados e menores rendimentos quando comparada com a colheita mecanizada ou com colheita manual da cana queimada.

Macedo (2005c) ressalta que, em 2002, o uso das queimadas no processo de colheita da cana-de-açúcar era utilizada em 80% dos casos; 65% do total era colhido manualmente e, apenas 35% utilizava máquinas para a colheita da cultura. De acordo com Procana (2005), no estado de São Paulo o índice de mecanização saltou de 25% para 35% nos últimos cinco anos. As usinas estão adotando também a mecanização do plantio, pois, a oferta de trabalhadores temporários tem diminuído devido à entrada de máquinas na etapa de colheita. Com isso, está ocorrendo um deslocamento da mão-de-obra para outros setores e outras regiões.

A mecanização da colheita¹³ além de reduzir custos, disponibilizará grande quantidade de palha de cana que poderá ser utilizada ou para a produção de etanol, através da hidrólise¹⁴, ou no processo de cogeração¹⁵ que já utiliza o bagaço como combustível.

Outra evolução no processo agrícola é o que se refere ao transporte da cana para a indústria (operação integrada de corte, carregamento e transporte) cujo objetivo é evitar a compactação do solo agrícola e também contribuir na redução dos custos, com

¹³ Para Gonçalves (2002) a colheita da cana crua provocará uma mudança em todo o processo de produção da cana, pois, afeta a qualidade do solo (mantém sua umidade e temperatura); aumenta o teor de fibra e de palha; reduz perdas com exsudação e com a lavagem, visto que esta passa a ser desnecessária; contribui para a proliferação de algumas pragas, como a cigarrinha, mas reduz a incidência de ervas daninhas; facilita o processo de clarificação do caldo devido à redução de impurezas minerais; e nas regiões mais frias pode dificultar o desenvolvimento das soqueiras, prejudicando a produção.

¹⁴ Ver seção 1.3.3.1.

¹⁵ Coelho (1999 *apud* SOUZA, 2002) a cogeração é a geração simultânea de energia térmica e mecânica, com base em uma mesma fonte primária de energia. A energia mecânica pode ser utilizada na forma de trabalho (por exemplo, acionamento de moendas, numa usina de açúcar e álcool) ou transformada em energia elétrica por meio de gerador de eletricidade; a energia térmica é utilizada como fonte de calor para um processo (no caso industrial: fabricação de açúcar e/ou álcool). Ver seção 1.3.3.2.

sistemas de grandes capacidade, dentro dos limites legais das estradas (MACEDO, 2005c).

Com relação às técnicas de fertilização, o vinhoto¹⁶ vem sendo empregado por diversos agentes do setor. De acordo com a Copersucar (apud LUZ, 2005) a adição de vinhaça, além de devolver ao solo os nutrientes retirados pela planta, aumenta a produtividade agrícola, eleva o Ph do solo, aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes, entre outros. Souza (2005) ressalta que atualmente o vinhoto é integralmente utilizado na fertirrigação. O percentual da área atingida pela fertirrigação é muito variável, algumas usinas aplicam o vinhoto em até 70% da área de cultivo e outras apresentam valores bem menores. Mas, de maneira geral, a cada safra esse valor tem aumentado, pois as usinas têm buscado a utilização mais racional do vinhoto visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos.

O grande aumento de produtividade decorrente de desenvolvimento tecnológicos na produção de cana foi responsável não somente pelo aumento da competitividade do setor, mas também pela redução da necessidade de ocupação de áreas agrícolas para incremento da produção (PAES, 2005).

1.3 FASE INDUSTRIAL

1.3.1 Capacidade Produtiva

A grande expansão da produção de álcool no país ocorreu após a implementação do Programa Nacional do Álcool, no final de 1975, onde o álcool carburante passou a ter destaque na política energética nacional, sendo visto como uma importante estratégia para tirar a agroindústria canavieira da crise e melhorar o balanço de pagamentos nacional.

Os investimentos feitos na década de 70 e 80 definiram a capacidade produtiva nacional de álcool, onde as crises de superprodução e a depressão dos preços vividos tantas vezes ao longo dessas décadas foram moldando a estrutura, hoje existente do

¹⁶ Vinhaça (ou vinhoto) é o resíduo da destilação do vinho obtido do processo de fermentação alcoólica do caldo da cana, melaço e méis. Produz-se de 10 a 15 litros de vinhaça por litro de álcool, dependendo de características da cana e do seu processamento. Em Geral, a vinhaça contém alto teor de matéria orgânica e potássio, sendo relativamente pobre em nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio (SOUZA, 2005)

setor. No cenário atual, novos atores entraram e alguns saíram, principalmente após o processo de desregulamentação.

A área plantada aumentou substancialmente, hoje são plantados mais de 5 milhões de hectares, com 308 unidades produtoras de cana no país, sendo 81 destilarias autônomas e 227 produtoras de álcool e açúcar (SHIKIDA; NEVES; REZENDE, 2002), processando cerca de 400 milhões de toneladas de cana. De acordo com dados da Unica (2006b), no Centro-Sul existem 228 unidades, das quais 56 produzem apenas álcool e 166 produzem álcool e açúcar. Estas unidades processaram, aproximadamente, 327,14 milhões de toneladas de cana na safra 04/05, produzindo-se 13,5 bilhões de litros de álcool (88,25% da produção nacional) – dos quais 7,31 bilhões são álcool anidro e 6,25 bilhões álcool hidratado – e mais de 22 milhões de toneladas de açúcar (83% do total nacional). Na safra de 05/06 foram processadas 336 milhões de toneladas de cana e produzidos 14,4 bilhões de litros de álcool e 22 milhões de toneladas de açúcar (UNICA, 2006a). A tabela 7 traz a evolução da produção de álcool desde a safra 65/66 até 05/06.

Tabela 7 - Evolução da Produção de Álcool Nacional - 1965/66 a 2005/06

SAFRA	ÁLCOOL (m3)	SAFRA	ÁLCOOL (m3)
65/66	602.707	86/87	10.506.712
66/67	727.478	87/88	11.458.396
67/68	676.262	88/89	11.644.882
68/69	473.645	89/90	11.920.475
69/70	461.609	90/91	11.515.151
70/71	637.238	91/92	12.716.180
71/72	613.068	92/93	11.694.758
72/73	680.972	93/94	11.284.726
73/74	665.817	94/95	12.685.111
74/75	624.985	95/96	12.589.765
75/76	555.627	96/97	14.372.351
76/77	662.598	97/98	15.399.449
77/78	1.470.404	98/99	13.868.578
78/79	2.490.603	99/00	13.021.804
79/80	3.396.455	00/01	10.593.035
80/81	3.706.375	01/02	11.536.034
81/82	4.240.123	02/03	12.623.225
82/83	5.823.339	03/04	14.808.705
83/84	7.864.208	04/05	14.647.250
84/85	9.129.329	05/06	16.997.433
85/86	11.830.504		

FONTE: Safras 65/66 a 75/76, Gomensoro (1985, p. 60)

Safra 76/77 a 89/90, Moraes (1999, p. 12)

Safra 90/91 a 03/04, Unica (2006b)

Safra 04/05, ANP (2006).

Safra 05/06, Conab (2005).

No cenário nacional, de acordo com Conab (2005), na safra 05/06, a indústria sucroalcooleira processou 394 milhões de toneladas de cana em todo o país. Deste total, 55% (216 milhões de toneladas de cana) foram destinados á produção de açúcar: 26 milhões de toneladas. Os outros 45% (178 milhões de toneladas de cana), destinaram-se à produção de álcool: 16,9 bilhões de litros de álcool, sendo, aproximadamente, 54% álcool anidro (9 bilhões de litros) e 46%, álcool hidratado (8 bilhões de litros).

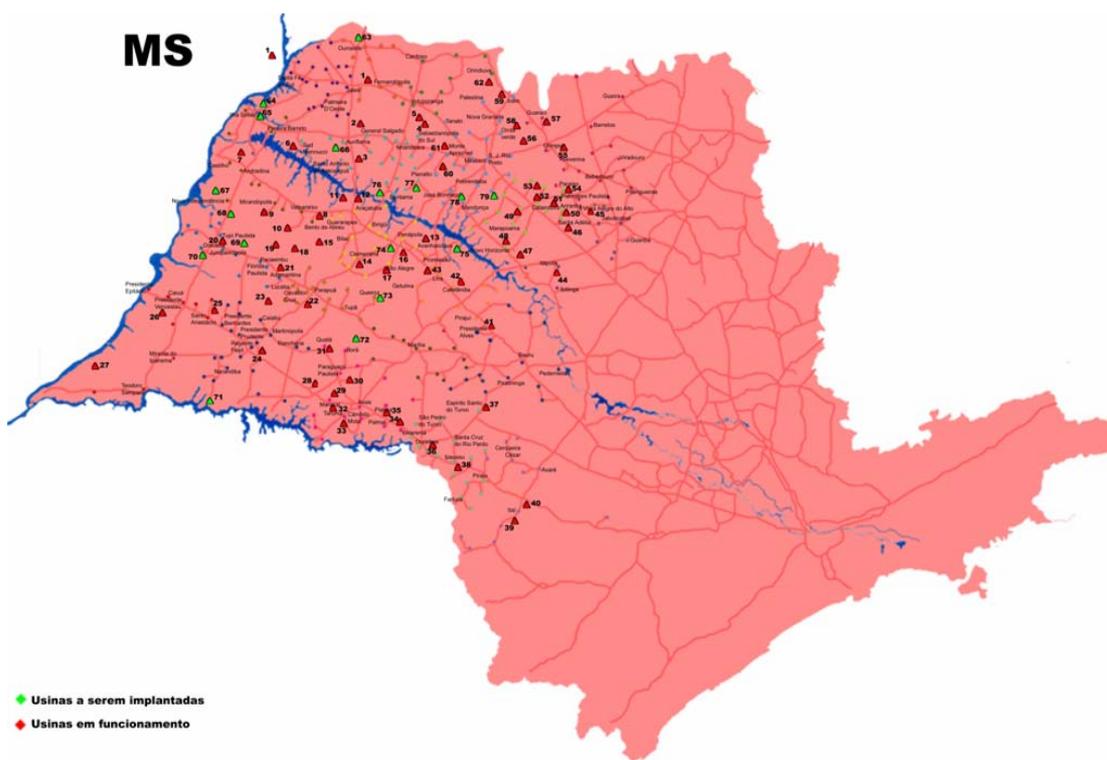
O crescimento da demanda pelo álcool combustível decorrente do lançamento e da boa aceitação dos carros *flex-fuel* e da maior demanda internacional por um combustível mais limpo tem estimulado o aumento da produção e expansão das unidades produtoras, além da instalação de novas unidades, levando a um aumento da produção de álcool. Analisando a tabela 7 verifica-se que desde a implantação do Proálcool (1975) a produção de álcool teve um aumento substancial passando de 555 milhões de litros na safra de 75/76 para mais de 16 bilhões, na safra 2005/06.

1.3.2 Expansão da Produção de Álcool

As novas oportunidades de negócios dos mercados nacional e internacional de álcool estão aquecendo o setor sucroalcooleiro que vêm realizando investimentos para expansão de usinas e para construção de novas unidades, além dos investimentos em novas técnicas de produção e em pesquisa e desenvolvimento de outras ainda mais produtivas como, por exemplo, a tecnologia de hidrólise (ver próxima seção). Esses novos investimentos visam ampliar a capacidade de produção nacional com o intuito de abastecer, de forma satisfatória, os mercados interno e externo.

De acordo Ancelmi (2005a), até 2010 deverá ocorrer um investimento no setor da ordem de US\$ 3 bilhões com a instalação de 30 novas usinas apenas no Centro-Sul do país que processarão cerca de 60 a 80 milhões de toneladas. A figura 1 ilustra a distribuição espacial das usinas existentes e as que serão construídas no estado de São Paulo. A Unica prevê que em 2010 o Centro-Sul deverá ser responsável pela moagem de mais de 500 milhões de toneladas de cana (ANSELMÍ, 2005b).

Figura 1: Distribuição Espacial das Usinas no Estado de São Paulo



Fonte: Traspetro, 2005c.

Olivério (2006) destaca que na safra de 2004/05 havia 343 usinas que processaram 388 milhões de toneladas de cana, produzindo, aproximadamente 16 bilhões de litros de álcool. Na safra 2005/06, o total de usinas foi de 347 devido à ativação de quatro unidades que estavam desativadas. Até 2010/11 estima-se que novas unidades entrarão em operação: cerca de 69 usinas, das quais 27 estão em fase de montagem, 29 em fase de projeto e 104 em fase de consulta. Nas safras 2006/07 e 2007/08 devem entrar em operação 11 e 16 novas unidades, respectivamente. Estima-se que, em 2010, 416 usinas estarão processando 570 milhões de toneladas de cana e produzindo 27 bilhões de litros de álcool. De acordo com Schaeffer *et al.* (2004), estima-se que a produção nacional de álcool em 2023 ficará em torno de 32,5-37,7 bilhões de litros.

Além da construção de novas unidades e reativação usinas desativadas, estima-se uma expansão da capacidade produtiva das usinas existentes que processarão 40% da diferença da produção de cana entre as safras de 2004/05 e 2010/11 (184 milhões de toneladas), ou seja, 74 milhões, e 60% (110 milhões) devem ser processadas pelas 73 novas unidades (as 4 usinas que foram reativadas e as 69 que serão construídas até a safra 2010/11).

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool e possui os menores custos de produção, aumentando a competitividade do etanol brasileiro. De acordo com Carvalho (apud MAGALHÃES, 2005) os custos nacionais são de US\$ 0,17 por litro, enquanto os Estados Unidos possuem custos estimados em US\$ 0,32, a Europa em US\$ 0,56 e a Ásia entre US\$ 0,29 a US\$ 0,31.

Macedo (2005a) destaca que o custo de produção economicamente sustentável para usinas mais eficientes na região Centro-Sul do Brasil era, em 2004, US\$ 0,20 / l (1 US\$ = 2,8 R\$)¹⁷, e os custos internacionais da gasolina (sem aditivos, Rotterdam), de US\$ 0,22-0,31 / l, com petróleo a US\$ 25-35 / barril. Nos últimos meses, o preço do barril do petróleo ultrapassou esses valores, ou seja, o custo da produção da gasolina elevou-se confirmando a posição muito competitiva do etanol brasileiro.

A competitividade brasileira no mercado internacional de álcool combustível abre novas oportunidades para o setor. O comportamento dos preços do álcool guiará a indústria a realizar novos investimentos ou não na expansão da capacidade produtiva. Mas como o mercado mostra-se promissor, novos investimentos deverão ser concretizados para garantir a oferta do produto. Na próxima seção serão analisadas questões relacionadas às inovações tecnológicas que vêm ocorrendo na área industrial do setor sucroalcooleiro com o objetivo de reduzir ainda mais os custos e aumentar a produção com a mesma área plantada.

1.3.3 Inovação Tecnológica

A agroindústria sucroalcooleira vem investimento cada vez mais em novas tecnologias com o objetivo de elevar sua produtividade, aumentando, assim, a produção e a rentabilidade. As mudanças que vêm ocorrendo no mercado de álcool, com o aumento de sua demanda, favorecem a incorporação de novas tecnologias por parte dos produtores que buscam aumentar a produção de cana por área plantada, e assim, produzir mais álcool ou mais açúcar.

O aumento da produtividade, na parte agrícola, pode ser obtido através da escolha de variedades mais produtivas, pelo uso adequado de fertilizantes e técnicas agrícolas, entre outros. Na área industrial, uma maior produtividade está relacionada ao

¹⁷ O autor ressalta que além de serem computados para as usinas mais eficientes, estes custos não refletem flutuações temporárias que podem ocorrer (por exemplo, o aumento nos custos da terra em épocas de crescimento rápido da produção, ou aumentos pontuais em insumos como o aço).

uso de determinadas técnicas de produção que permitem o aumento da eficiência na extração do caldo da cana e, conseqüentemente favorecem também o aumento da produção de açúcar e/ou álcool.

O melhor aproveitamento da própria planta favorece o aumento da produção de seus subprodutos. Por definição a cana é composta pelos sólidos insolúveis (fibra) e pelo caldo que contém água (umidade da cana) e os sólidos solúveis totais (açúcares e não açúcares) (FERNANDES, 2003). Da cana, através de um processo mecânico, extrai-se seu caldo restando o bagaço, que segundo o autor é “constituído de fibra mais caldo residual”. O caldo segue para a caldeira onde se transformará em açúcar ou álcool. O bagaço por sua vez pode servir de combustível para esta caldeira, produzindo calor para o processo, ou ser utilizado na produção de energia elétrica, ou ainda produzir álcool através da utilização da tecnologia de hidrólise. A utilização dos resíduos da cana, bagaço e palha, para a produção de álcool combustível e/ou como combustível para o processo de cogeração será analisada a seguir.

1.3.3.1 Celulose: Produção de Álcool Combustível

Uma nova tecnologia vem sendo desenvolvida por diversos países na busca pela redução dos custos de produção do álcool combustível. Os custos da matéria-prima correspondem à maior parcela dos custos de produção do etanol, seguido pelos custos de transporte.

O Brasil utiliza a cana-de-açúcar para a produção de álcool e de açúcar. Dentre todas as matérias-primas utilizadas para a produção do álcool, a cana é a que possui o menor custo de produção e também é a mais produtiva, conferindo o menor custo de produção ao país. Os demais países produtores deparam-se com custos mais elevados devido, principalmente, à utilização de matérias-primas mais caras que a cana e menos produtivas.

Diversos países estão interessados no desenvolvimento de seus mercados interno de etanol. Uns já são produtores e outros estão buscando desenvolver suas produções. Como os custos de produção são muito elevados, esses países vêm investindo em pesquisa e desenvolvimento na busca de novas técnicas produtivas que sejam mais eficientes.

Uma dessas técnicas que vem sendo desenvolvida, inclusive pelo Brasil, é a produção de álcool a partir da celulose, através do processo de hidrólise. As matérias-primas celulósicas são mais baratas que, por exemplo, o milho utilizado no processo americano. No entanto, o custo para converter a celulose em etanol é muito elevado. O grande desafio das pesquisas é reduzir este custo do processo e tornar esta tecnologia viável economicamente.

Esta tecnologia consiste em um processo de hidrólise, fermentação e destilação da palha e do bagaço de cana, e possui a capacidade potencial para aumentar em 40% a produção de etanol para a mesma produção de cana, segundo Macedo (2005c). De acordo com IEA (2004), a planta é composta por celulose, hemicelulose e lignina. A celulose e a hemicelulose podem ser convertidas em álcool, a lignina não. O processo ocorre da seguinte forma: primeiramente, converte-se a celulose e a hemicelulose em açúcares, processo conhecido como sacarificação; posteriormente, é feita a fermentação desses açúcares, transformando-os em etanol. A primeira parte do processo é o grande desafio dessa nova técnica inovadora. Uma grande variedade de processos térmicos, químicos e biológicos vem sendo desenvolvida para tornar esta etapa mais eficiente e mais barata.

DiPardo (2002) ressalta que a enzima celulase necessária para converter a celulose em açúcar a US\$ 0,45 por galão de etanol é ainda muito cara para a sua utilização comercial¹⁸. Porém, se o mercado se desenvolver substancialmente, é possível reduzir estes custos para menos de US\$ 0,10 por galão, com a tecnologia existente. Atualmente, o custo da produção de etanol a partir da celulose é estimado entre US\$ 1,15 e US\$ 1,43 por galão (em dólares de 1998).

A utilização da celulose para a produção de etanol ainda está em fases de pesquisas, não há ainda, produção em larga escala a nível comercial. Ou seja, há muito pouco acúmulo de experiência no processo o que, de acordo com a teoria da Curva de Aprendizado ou *Learning by Doing*, explica os elevados custos de produção para as pequenas quantidades produzidas. A tecnologia de hidrólise por estar ainda na fase inicial de seu desenvolvimento situa-se em pontos elevados na curva de aprendizado. Investimentos em pesquisas e desenvolvimento podem produzir grandes reduções nos

¹⁸ Os dois maiores desafios encontrados no desenvolvimento dos diferentes processos de utilização da tecnologia de hidrólise, de acordo com Macedo (2005c), são: para os processo enzimáticos, a grande redução necessária dos custos das enzimas (celulase), e para todos, a necessidade de ter custos de biomassa próximos de US\$ 1,0 / GJ, para viabilizar os processos contra custos da gasolina em 2002.

custos de produção de etanol derivado da celulose. Essas questões serão discutidas na seção 2.2.2.

Macedo (2005d) e IEA (2004) acreditam que a tecnologia de hidrólise se tornará competitiva e viável comercialmente entre 2010 e 2020, Macedo (2005d) ressalta ainda, que o desenvolvimento desta tecnologia favorecerá o aumento da produção de álcool combustível, principalmente, dos países do hemisfério norte, devido à abundância de matérias-primas disponíveis em praticamente todas as regiões do mundo. E esse aumento da produção será muito positivo para o Brasil porque isto criará de fato um mercado de *commodity* para o etanol, viabilizando sua utilização em larga escala no mundo.

O bagaço e a palha da cana podem ser utilizados também na produção de energia elétrica e calor para o processo. Diversas usinas no país já investem nesta oportunidade de redução de custos e novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para elevar a eficiência da produção de energia através da utilização dos resíduos da cana, como será visto na próxima seção.

1.3.3.2 Resíduos: Produção de Energia Elétrica

Além da utilização do bagaço e da palha da cana para a produção de álcool a partir da tecnologia de hidrólise, esses resíduos também podem ser utilizados para a produção de energia elétrica e calor de processo para a indústria de açúcar e álcool, ou seja, podem ser utilizados na cogeração. A energia elétrica pode ser consumida pela própria usina e seu excedente pode ser comercializado, gerando renda para o setor. De acordo com Macedo (2005c), atualmente, apenas o bagaço é utilizado neste processo, a palha ainda não foi incorporada¹⁹.

Souza (2002) ressalta que a energia gerada nas usinas sucroalcooleiras tem sido capaz de suprir não somente o consumo de eletricidade no processo industrial, como também seu excedente tem sido comercializado em distribuidoras locais de energia elétrica. Desde o final dos anos 80 as usinas de açúcar vem vendendo eletricidade à rede (MOREIRA, 2000). Macedo (2005c) destaca que a energia elétrica produzida hoje

¹⁹ O autor destaca que a recuperação da palha está ligada a programas de redução e controle da queima da palha no campo, motivados pela necessidade de controle da poluição atmosférica local. Apenas em 20% da colheita da cana no país e 24% no estado de São Paulo não há a utilização das queimadas.

pelas usinas é suficiente para o seu abastecimento, mas tecnologias convencionais (ciclos de vapor, pressões médias) começam a ser usadas produzindo grandes excedentes que são vendidos.

Souza (2002) destaca ainda que a entrada dessa energia cogenerada no sistema elétrico coincide com o momento de baixos índices pluviométricos (estação de seca), quando os reservatórios das usinas hidrelétricas apresentam baixos níveis de armazenamento d'água.

Macedo (2005c) destaca que nos anos 70 a abundância de energia hidroelétrica conduzia a uma legislação que praticamente impedia a venda de excedentes de energia para a rede, desestimulando a adoção, por parte das usinas, de plantas de cogeração mais eficientes. No entanto, este cenário vem se modificando e a evolução tecnológica dos sistemas de geração de energia das usinas tem sido um processo contínuo nos últimos vinte anos. Caldeiras com maior desempenho e capacidade de turbogeradores com potência nominal acima de 20MW e com eficiências acima de 75% estão sendo comercializados, os sistemas são de cogeração pura, vinculados à operação da usina. O autor destaca que o setor gera 9,7 TWh de energia elétrica e mecânica (correspondente a 3% da eletricidade gerada no país), e a utilização da palha e de processos de geração mais eficientes podem levar à produção de 30TWh adicionais de energia elétrica.

Neste capítulo foram analisadas questões relacionadas à agroindústria sucroalcooleira nacional: sua capacidade de produção de cana-de-açúcar e de álcool, as inovações tecnológicas que vêm sendo incorporadas ao processo com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. No próximo capítulo serão analisadas questões relacionadas ao mercado mundial do álcool automotivo: o mercado de álcool nacional (demandas interna e externa), o mercado internacional – os outros países produtores e os novos entrantes, e as questões relacionadas ao Protocolo de Quioto – que exige a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa, e o período Pós-Quito.

CAPÍTULO 2 MERCADO MUNDIAL DE ÁLCOOL AUTOMOTIVO

Este capítulo pretende analisar as questões relacionadas ao mercado mundial de álcool automotivo como o crescimento da produção e da demanda. Diversos países estão interessados na mistura álcool-gasolina o que vem estimulando a inserção de novos países na indústria mundial de álcool combustível. O desenvolvimento desta indústria nascente requer o apoio governamental devido, principalmente, aos maiores custos de produção que reduzem a competitividade com a gasolina. O Brasil sendo o maior produtor mundial vem registrando aumentos das suas exportações, ao mesmo tempo, em que o mercado nacional volta a registrar aumentos na demanda pelo álcool hidratado.

2.1 MERCADO DO ÁLCOOL NACIONAL

O mercado nacional de álcool automotivo é composto pelas vendas de álcool anidro e de álcool hidratado. O consumo de álcool anidro está relacionado ao consumo da gasolina, visto que é misturado na proporção de 25% neste combustível²⁰. O álcool hidratado, por sua vez, é consumido pelos carros movidos puramente a álcool ou pelos

²⁰ Gomensoro (1985) ressalta que o início da política de mistura de álcool anidro a gasolina foi em 1931, quando o governo determinou o percentual de 5% de mistura dos combustíveis. Entre 1931 e 1938 este percentual era determinado pelo Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e após 1938, passou a ser determinado pelo Conselho Nacional de Petróleo (CNP), órgão criado neste ano. Santos (1993), por sua vez, ressalta que a proporção de álcool na mistura não foi fixada oficialmente durante todo o Proálcool, sendo sempre determinada por Portarias do CNP anualmente e variava regionalmente de acordo com o volume da produção de anidro autorizado pelo IAA por região, a cada safra. Gomensoro (1985) mostra a variação do percentual de mistura dos combustíveis entre 1964 e 1971, onde, na média, a mistura foi de 2,85%, sendo 1966 e 1967 os anos com os maiores percentuais: 5,5 e 6,2, respectivamente; e 1969 com um dos menores, 0,3%. Em 1975, com o lançamento oficial do Proálcool o objetivo era elevar este percentual para 20% em todo o território nacional. Santos (1993) explicita que as proporções de mistura vão crescendo anualmente, durante a primeira fase do Proálcool, só atingindo 20% em 1977, em algumas regiões do país. E embora essa proporção chegasse a ser superada nos anos seguintes, somente em janeiro de 1983 se atingiria uma mistura uniformizada a 20% em todo o território nacional. Gomensoro (1985) ressalta que em 1985, a proporção chegou a 22%, e em 1989 com a crise de desabastecimento, reduziu-se para 13% (MORAES, 1999). Em 1993, foi emitida a Lei 8.723, cujo artigo nono determinava a mistura de 22% de álcool na gasolina em todo o território nacional, sendo admitida uma variação em um por cento para mais ou para menos, ou seja, a proporção admitida era entre 21-23%. Posteriormente, este artigo foi modificado pela Lei 10.203/01 que permitia a variação desse percentual entre 20-24%, podendo variar entre 19-25%. Atualmente, a Lei 8.723 permite a variação na mistura entre 20-25% (modificado pela Lei 10.636/03), sendo aceito percentuais entre 19-26%.

carros *flex-fuel* que rodam com álcool e/ou gasolina C (com a mistura de 25% de etanol) em qualquer proporção²¹. Este tipo de automóvel foi lançado no mercado brasileiro em 2003 e vem conquistando o consumidor, representando 90% das vendas de veículos leves em dezembro de 2005 (ANFAVEA, 2006).

O mercado internacional é representado pela produção dos demais países e pelo volume transacionado, no qual as exportações brasileiras de álcool anidro têm uma grande relevância, visto que o Brasil é o maior produtor mundial de álcool combustível. A demanda externa pelo álcool anidro nacional aumentou 259% entre 2003 e 2004, e em 2005 foram exportados mais de 2,5 bilhões de litros, um aumento de 17% em relação a 2004, onde foram destinados ao mercado internacional mais 2,03 bilhões de litros de etanol (SECEX, 2006).

Nas próximas seções serão analisadas a demanda pelo álcool anidro e hidratado no mercado doméstico e a demanda pelo álcool anidro no mercado internacional. Essas demandas vêm registrando um aumento crescente devido à boa aceitação dos consumidores dos carros *flex-fuel*, e pelos elevados preços do barril do petróleo no mercado internacional e pela maior preocupação com as questões ambientais.

2.1.1 Demanda Interna

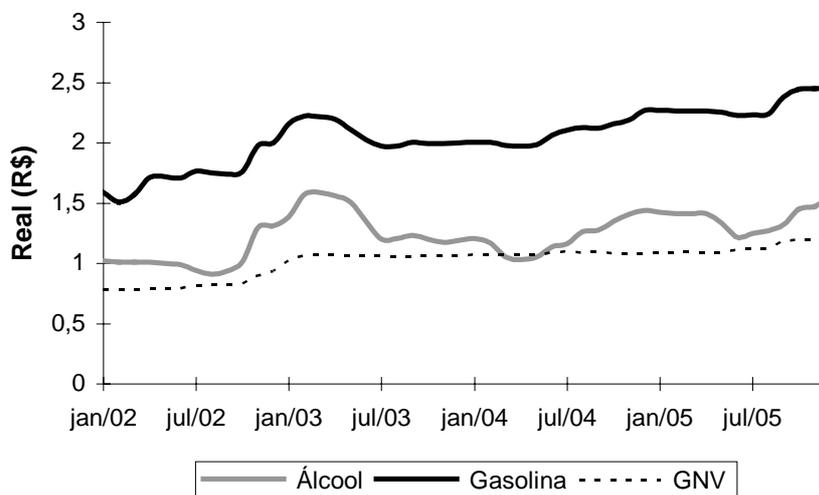
A demanda interna pelo álcool é composta pelas demandas do álcool anidro e do hidratado. O consumo de álcool anidro está diretamente relacionado à demanda da gasolina, visto que é misturado na proporção de 25% em volume neste combustível. Por sua vez, o álcool hidratado é consumido pelos carros a álcool e pelos carros flexíveis. Lançados no mercado em março de 2003, estes novos automóveis conferiram maior poder de barganha ao consumidor que passou a poder escolher entre álcool ou gasolina, tendo esta decisão baseada na relação entre os preços dos dois combustíveis.

Goldemberg *et al.* (2003) destacam que com relação aos carros a álcool puro (sem se considerar os carros *flex-fuel*) os consumidores são indiferentes entre consumir álcool ou gasolina desde que o preço do álcool hidratado represente no máximo 80% em relação ao preço da gasolina, isto por causa das diferenças do poder calorífico dos dois

²¹ Algumas montadoras, por exemplo, a Renault, já estão produzindo modelos capazes de utilizar também a gasolina sem álcool ou gasolina A (CALMON, 2005).

combustíveis^{22 23}. O gráfico 2 abaixo ilustra as variações de preços dos combustíveis: álcool, gasolina e gás natural veicular.

Gráfico 2: Variação dos Preços dos Combustíveis



Fonte: ANP, 2006.

Atualmente, não há mais nenhum tipo de subsídio à produção de álcool anidro ou hidratado. As inovações tecnológicas e a incorporação de novas técnicas produtivas e novas tecnologias mais eficientes têm contribuído para reduções significativas nos custos de produção do álcool etílico tornando-o competitivo com a gasolina, como visto na seção 1.3.2. De acordo com dados da ANP (2006), os preços do álcool hidratado corresponderam a cerca de 60% dos preços da gasolina no período de 2002-2005, comportamento que pode ser explicado pelas reduções nos custos de produção do álcool, pelo aumento no custo da gasolina devido aos aumentos do preço do barril de petróleo e também pelas diferenças de tributação dos dois combustíveis²⁴. O gráfico 3

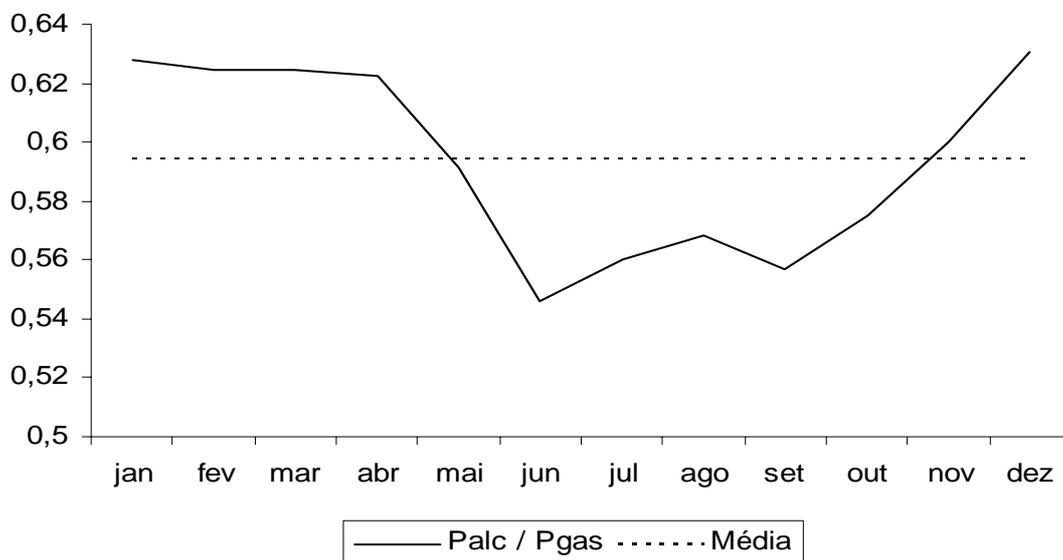
²² BEN (2005) ressalta que o álcool hidratado possui 6.300 kcal/kg e a gasolina, 10.400 kcal/kg sendo que nesta ainda acrescenta-se o álcool anidro que possui 6.750 kcal/kg (BEN 2005).

²³ Gomensoro (1985) destaca que os carros a álcool consomem cerca de 20% a mais que os carros movidos a gasolina. Com relação aos carros *flex-fuel*, Louro (2006) explicita que segundo as fábricas esses veículos, na média, consomem 30% a mais com álcool do que com gasolina.

²⁴ Os tributos incidentes nesses dois combustíveis são: a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público – PIS/PASEP e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS, e o Imposto de Mercadorias e Prestação de Serviços – ICMS. A CIDE recai apenas sobre a gasolina de acordo com o Decreto 5.060/04, no qual foram definidas as novas alíquotas específicas; PIS/PASEP e COFINS incidem sobre os dois carburantes e suas bases de cálculo estão definidas na Lei 9.718/98. A Lei 10.833/03 definiu alíquotas zero para estas contribuições incidentes sobre o álcool etílico hidratado, mas esta determinação ainda não foi regulamentada. O ICMS é uma tributação estadual, e variam entre 12% - 30%, dependendo do estado. Guimarães (2005) destaca que no ano de 2004 o total arrecadado com a tributação incidente sobre os combustíveis foi R\$ 46 bilhões, sendo R\$ 26 bilhões correspondentes

mostra a relação entre o preço do álcool hidratado e da gasolina C na bomba e a média Brasil no período de janeiro a dezembro de 2005.

Gráfico 3: Relação entre os Preços Álcool Anidro e Gasolina em 2005



Fonte: ANP, 2006.

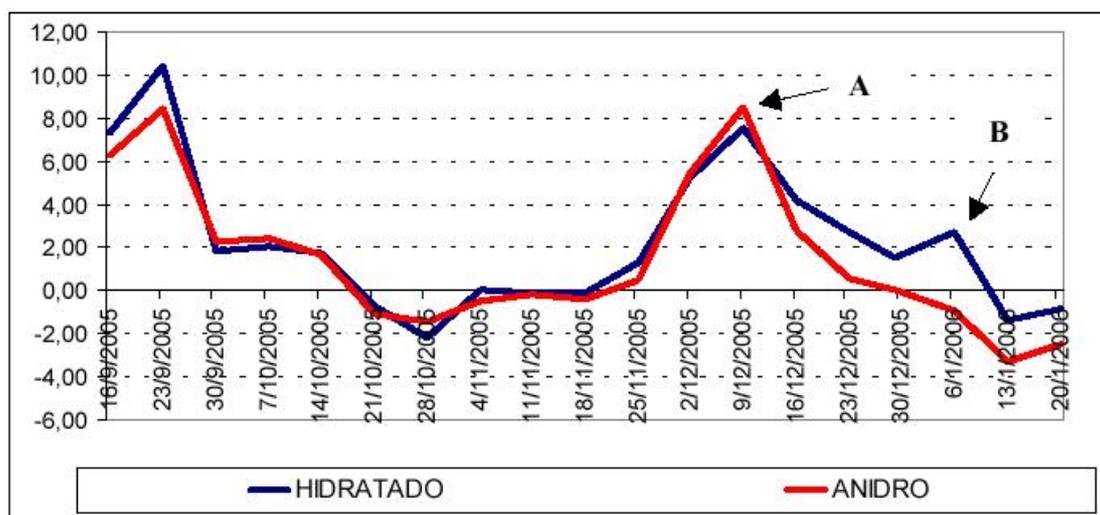
A competitividade do álcool hidratado aliada ao aumento das vendas dos veículos flex contribui para o aumento do consumo do combustível que, por sua vez, exerce pressões sobre o preço do álcool hidratado. Deve-se considerar também que uma maior demanda induz a adulteração do combustível: a adição de 7% de água ao álcool anidro, chamado de álcool “molhado”. De acordo com o Sindicom (2005) – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes, este tipo de fraude consiste na adição, pelas distribuidoras, de água ao álcool anidro, que não paga ICMS diretamente, e na comercialização do produto no mercado como álcool hidratado, utilizado como combustível²⁵.

às arrecadações com ICMS, R\$ 12 bilhões com PIS/PASEP e COFINS e R\$ 8 bilhões com a CIDE. O total arrecadado apenas com as vendas da gasolina foi de R\$ 23 bilhões, com o diesel R\$ 18 bilhões, e os demais, R\$ 5 bilhões. As maiores arrecadações da gasolina ocorrem tanto pelo maior volume consumido (cerca de 30% do total ou 23 bilhões de litros em 2004 contra 4 bilhões de álcool hidratado, representando apenas 5% do total vendido) e também pela incidência de uma maior quantidade de tributos com alíquotas superiores quando comparadas com as que recaem sobre o álcool hidratado.

²⁵ Em dezembro de 2005, a ANP publicou a Resolução nº 36 (06/12/2005) a qual determina a adição de um corante de cor laranja no álcool anidro pelo produtor, importador ou transportador dutoviário. Esta resolução tem por objetivo reduzir as adulterações no álcool anidro vendido como hidratado, e começou a ser aplicada em janeiro de 2006.

Burnquist (2006) explica que os preços do álcool anidro e hidratado começaram a apresentar variação positiva e crescente nas primeiras semanas de dezembro, mas não ultrapassaram os aumentos verificados em setembro de 2005 como mostra a figura 2. A autora explica que em dezembro, as compras se acentuaram, particularmente do álcool anidro, contribuindo para a elevação dos preços. Além disso, a notícia de que a prática do álcool “molhado” seria coibida a partir de janeiro de 2006 começou a agitar o mercado. As distribuidoras que estavam fornecendo o álcool anidro “molhado” tiveram que trabalhar rápido para garantir o abastecimento do planejado, e como o tempo era curto, a demanda pelo álcool hidratado acabou sendo pressionada, mesmo com imposto. Já no final do mês de dezembro, os preços do álcool anidro começaram a se desacelerar enquanto os do hidratado registraram um súbito aumento, possivelmente por conta das mudanças na legislação em vigor.

Figura 2: Taxa de Variação dos Indicadores Semanais de Preços do Álcool para o Estado de São Paulo.



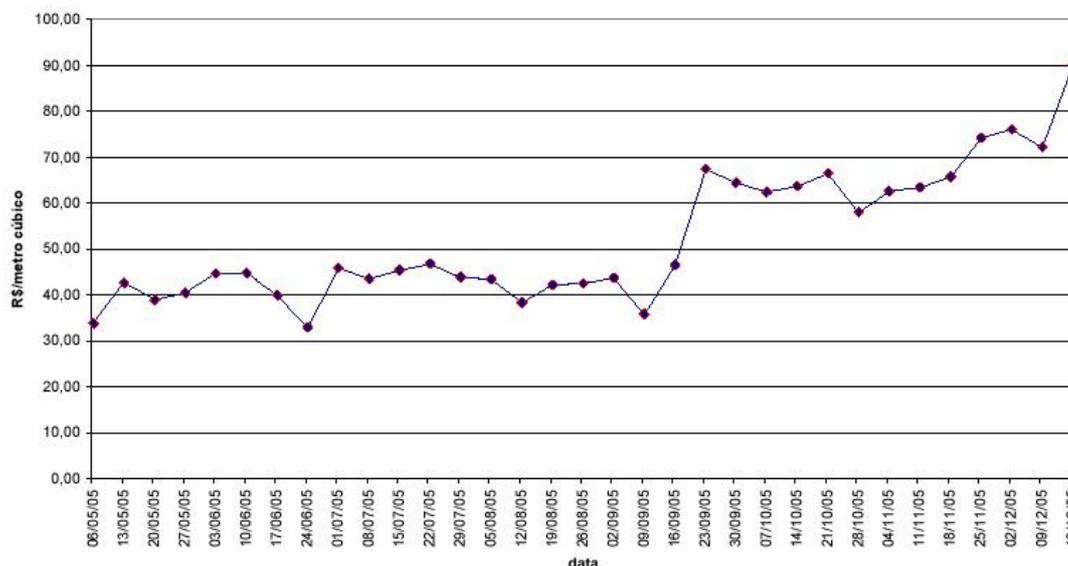
Fonte: Burnquist, 2006.

Nota: Período de levantamento dos preços: 16/09/2005 a 20/01/2006.

Bragato e Marjotta-Maistro (2006) ressaltam que apesar do custo de produção do álcool anidro carburante ser maior que o do hidratado, a diferença nos preços dos produtos provocada pela incidência diferenciada de impostos vinha motivando a fraude. As autoras fizeram uma comparação entre os preços dos álcoois anidro, anidro “molhado” e hidratado, tomando-se o valor do Indicador de Preços do Álcool Anidro Esalq/Cepea da semana 12 a 16/12/2005. O preço do álcool anidro era de R\$ 1.128,85/m³, e considerando a adição de 7% de água neste obtém-se um valor de R\$

1.055,00/m³ para o álcool anidro “molhado”. A diferença entre este e o preço do álcool hidratado de R\$ 1.145,13/m³ representa um ganho de R\$ 90,13/m³ para aqueles que adicionam água. A figura 3 ilustra os diferenciais de preço entre esses dois combustíveis entre os meses de maio/2005 a dez/2005 (posição até 16/12) no estado de São Paulo, observa-se que os diferenciais de preços dos dois álcoois têm aumentado.

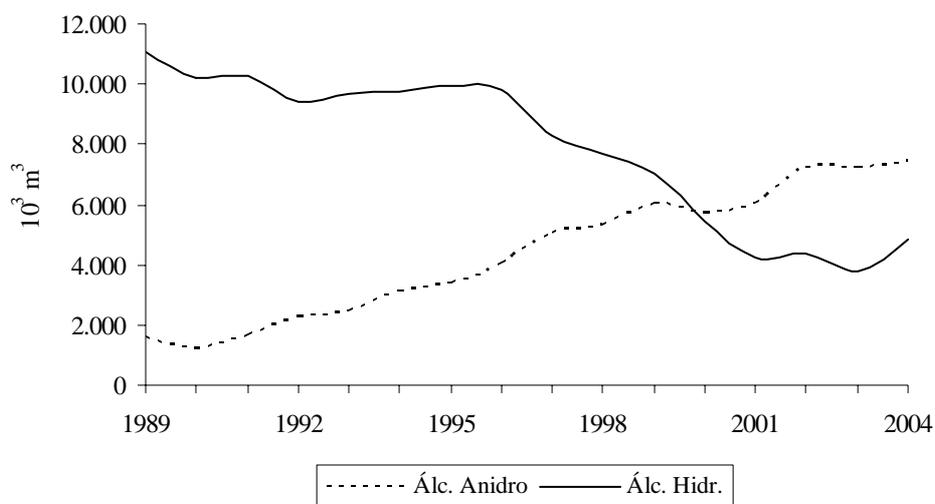
Figura 3: Diferenciais de Preço do Álcool Hidratado Carburante e o Anidro “Molhado”



Fonte: CEPEA *apud* BRAGATO E MARJOTTA-MAISTRO (2006).

Em 1989 o consumo de álcool hidratado foi de 11 bilhões de litros (BEN, 2005), nos anos posteriores seguiu-se uma trajetória de queda no consumo devido à crise de desabastecimento ocorrida neste ano, abalando a confiança do consumidor em relação aos carros movidos a álcool puro. A falta do combustível nos postos afetou as vendas de veículos a álcool que em 1985 representavam 92% das vendas totais de veículos leves passando para 0,5% em 1996 (ANFAVEA, 2005a). De acordo com o BEN (2005), em 2004 o consumo de álcool hidratado foi de 4,8 bilhões de litros e do anidro, 7,4 bilhões de litros. O gráfico 4 mostra a evolução do consumo de álcool anidro e hidratado de 1989-2004.

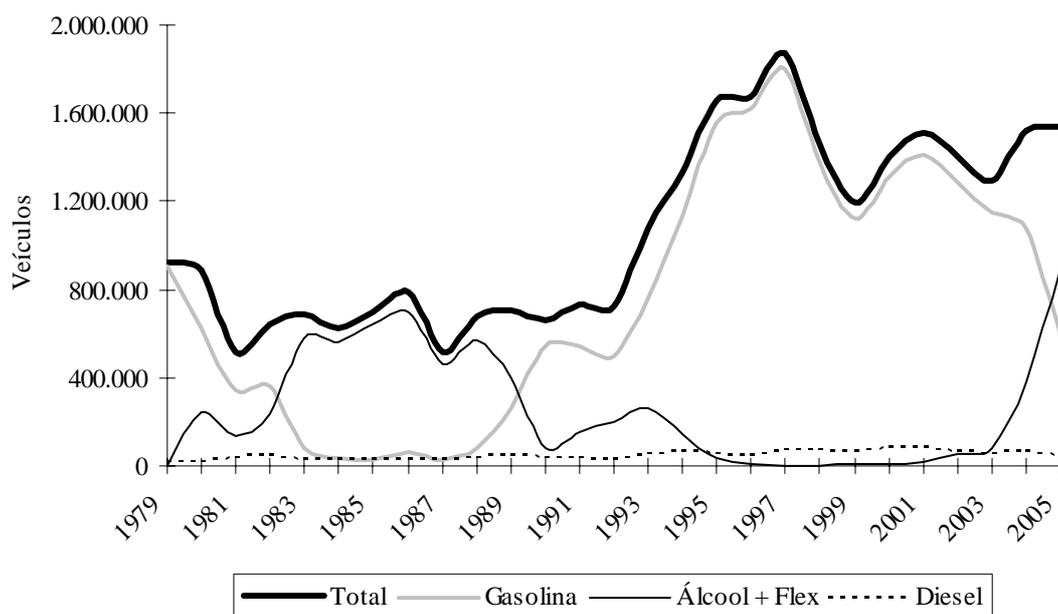
Gráfico 4: Consumo de Álcool Anidro x Álcool Hidratado



Fonte: BEN, 2005.

O lançamento dos carros *flex-fuel*, em 2003, modificou por completo o comportamento dos consumidores. No acumulado das vendas de veículos leves em 2005, as vendas de carros *flex-fuel* representaram 58% do total – 895 mil, contra 598 mil a gasolina. As vendas de carros *flex-fuel* ultrapassaram as dos veículos a gasolina em outubro deste ano, quando as vendas alcançaram 676.727 mil e os a gasolina, 541.286 mil. O gráfico 5 representa o comportamento das vendas de veículos leves no período 1979-2005.

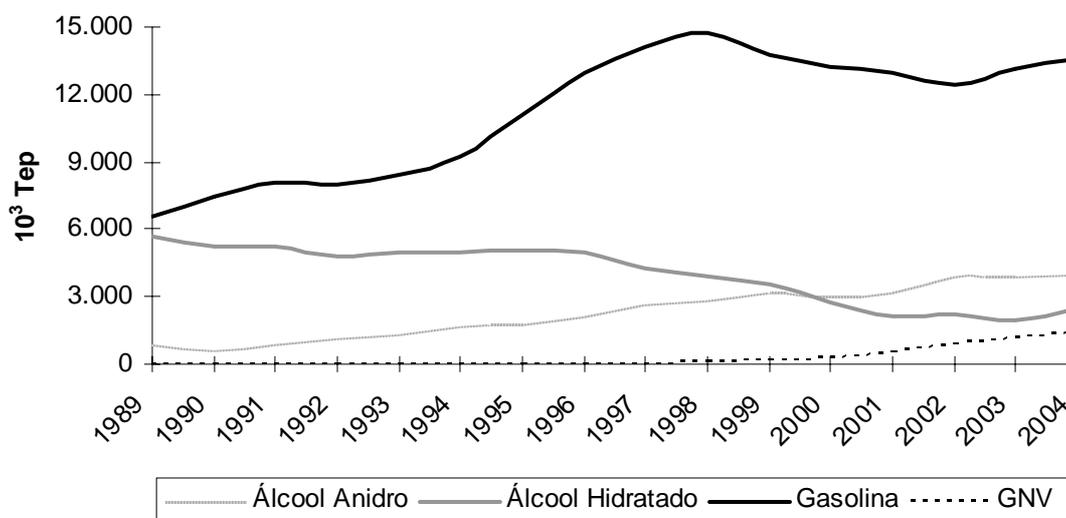
Gráfico 5: Vendas de Veículos Leves – 1979/2005



Fonte: Anfavea, 2005a e 2005b.

O aumento do número de carros *flex-fuel* no mercado e dos preços da gasolina resultaram em um aumento de 28,5% do consumo de álcool hidratado entre 2003 e 2004, como pode ser visto no gráfico 6 (BEN, 2005). Dados da ANP (2006) sobre as vendas de combustíveis pelas distribuidoras revelam que o crescimento das vendas de álcool hidratado entre 2003 e 2004 foi de 33%, e entre 2004 e 2005, 8%, aproximadamente, apesar do grande aumento das vendas dos veículos *flex-fuel*. A existência de algumas práticas irregulares no mercado de álcool explica, em parte, este pequeno aumento das vendas de álcool hidratado como, por exemplo, a adulteração do álcool anidro vendido como hidratado, a venda do álcool diretamente do produtor ao revendedor e a sonegação fiscal praticada por algumas distribuidoras.

Gráfico 6: Consumo de Combustíveis – 2000/2005



Fonte: BEN, 2005.

A Portaria nº 116 (05/07/2000) da ANP²⁶ determina que o revendedor varejista (postos de combustíveis) só pode adquirir combustível automotivo das distribuidoras. No entanto, Guimarães (2005) destaca que uma das práticas irregulares do mercado de combustíveis é a venda direta do álcool hidratado do produtor para o posto revendedor com a sonegação fiscal integral de ICMS, PIS/PASEP e COFINS da distribuidora²⁷, sendo este volume não contabilizado nos dados oficiais sobre as vendas dos combustíveis. As distribuidoras também podem estar comprando o álcool do produtor sem que esse volume seja contabilizado nos dados oficiais através da sonegação do

²⁶ De acordo com o artigo 8º da Portaria 116/2000 da ANP que regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo: “O revendedor varejista somente poderá adquirir combustível automotivo de pessoa jurídica que possuir registro de distribuidor e autorização para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível, biodiesel, mistura óleo diesel/biodiesel especificada ou autorizada pela ANP e outros combustíveis automotivos, concedidos pela ANP”.

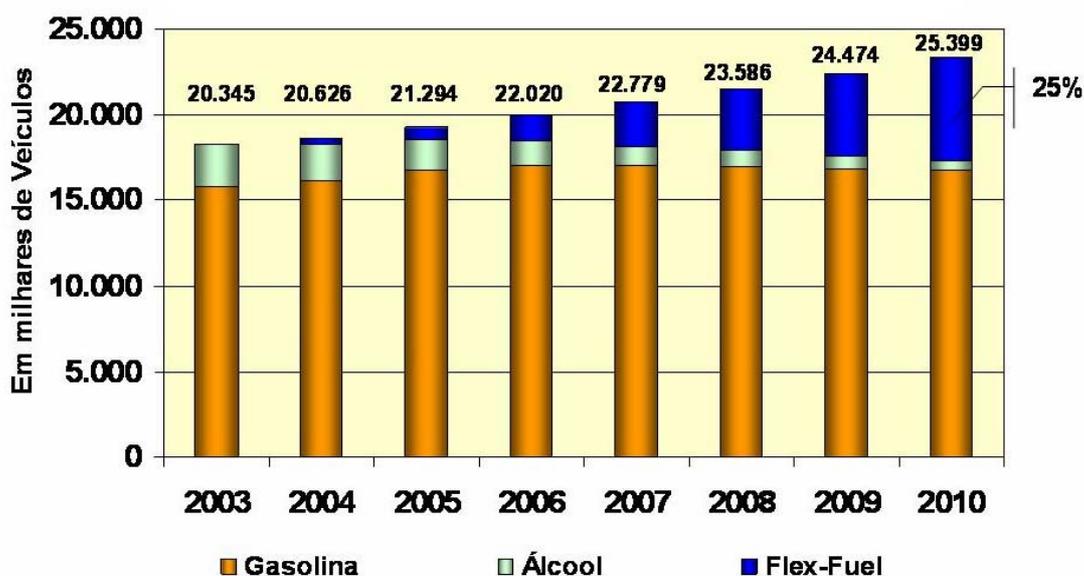
²⁷ O preço do álcool hidratado comprado pelas distribuidoras nas destilarias e usinas já inclui o ICMS, PIS/PASEP e CONFINS, cabendo às últimas recolhê-lo ao Estado produtor. Dessa forma, as distribuidoras, ao venderem o álcool hidratado, recolhem como contribuintes e como contribuintes substitutos, o ICMS devido pelos revendedores varejistas. Quando a distribuidora vende o álcool hidratado para um revendedor situado em outro Estado, ela recolhe a parcela que deverá ser remetida ao Estado produtor. Com relação ao álcool anidro, não há incidência do ICMS na operação de sua aquisição pelas distribuidoras às destilarias e usinas de açúcar e álcool. Sobre essa operação somente incidem as contribuições para o PIS/PASEP e COFINS. O ICMS do álcool anidro é recolhido juntamente com o ICMS da gasolina A, uma vez que a margem de lucro presumido da gasolina A, utilizada na formação da base de cálculo do ICMS para efeito da substituição tributária, já considera a adição do álcool anidro à gasolina A para constituição da gasolina C. As distribuidoras devem declarar às refinarias a origem do álcool anidro adquirido para o repasse do imposto ao Estado produtor do álcool. Nota-se que, nos casos tanto do álcool anidro como de hidratado, o montante de ICMS arrecadado cabe aos estados produtores e não aos receptores dos produtos, diferentemente do que ocorre com os demais combustíveis (ANP, 2001).

ICMS, PIS/PASEP e COFINS, ou podem também estar comprando hidratado com nota fiscal de álcool anidro, como ressalta Guimarães (2005). Conclui-se então que o consumo de álcool hidratado pode ser bem maior do que revelam os dados oficiais sobre a venda do combustível.

Scandiffio (2005) desenvolveu um modelo para estimar o consumo de álcool combustível e concluiu que o modelo mais ajustado está relacionado com o tamanho da frota (em maior intensidade) e com o preço do combustível (em menor intensidade). A frota nacional, atualmente, é composta pelos veículos a gasolina, pelos flexíveis (álcool e/ou gasolina) e pelos veículos convertidos a GNV. Como os carros *flex-fuel* rodam tanto com gasolina C como com álcool hidratado, pode-se concluir que o aumento do consumo de álcool dependerá tanto do tamanho da frota de veículos *flex-fuel* e dos carros a álcool como da relação dos preços entre os dois combustíveis: álcool e gasolina.

Estimativas da Anfavea (*apud* TRANSPETRO, 2005c) prevêm que em 2010 os veículos *flex-fuel* representarão 25% da frota de veículos no país, 6 milhões de veículos. Segundo estimativas de Nastari (2005) a demanda de álcool combustível no mercado interno deve ser, aproximadamente, 25 bilhões de litros. A figura 4 ilustra a evolução da frota nacional de veículos leves e o aumento da participação dos veículos flexíveis.

Figura 4: Estimativa da Frota de Veículos Leves



Fonte: Anfavea (*apud* TRANSPETRO, 2005c).

Schaeffer *et al.* (2004) construíram dois tipos de cenários para a evolução da frota de veículos de passeio por tipo de combustível: Cenário Base de Mercado e Cenário Alternativo²⁸. Ambos consideram o aumento da frota de veículos *flex-fuel* mas, o cenário alternativo considera que em torno de 2015 a frota *flex-fuel* se iguale a de veículos a gasolina (“cativos”) seguindo uma trajetória ascendente após este ano.

O mercado interno de álcool combustível revela-se promissor com o aumento das vendas dos carros flexíveis. Os esforços na tentativa de minimizar as adulterações do álcool anidro, vendido como álcool hidratado e as práticas irregulares que ocorrem no mercado de combustíveis em geral, favorecerão o aumento da arrecadação de impostos na cadeia de produção, distribuição e consumo do álcool combustível e o fornecimento de um combustível de melhor qualidade aos consumidores. Na próxima seção será analisada a demanda externa pelo álcool anidro nacional.

2.1.2 Demanda Externa do Álcool Nacional

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool e o que possui a maior competitividade devido aos baixos custos da matéria-prima utilizada: cana-de-açúcar. Além disso, acrescenta-se as décadas de experiência na produção e utilização do álcool combustível que no Brasil ocorre desde os anos 70. O mercado nacional de álcool já foi desenvolvido e muitos dos problemas técnicos, resolvidos.

Atualmente, a importância das questões ambientais e a necessidade da redução da dependência de petróleo vêm contribuindo para o aumento no interesse da utilização deste combustível limpo e renovável. Outros países também produzem o álcool, no entanto, em menor escala e com custos mais elevados devido à matéria-prima utilizada e à pouca experiência acumulada no processo (ver seção 2.2.2.2).

Os Estados Unidos também são grandes produtores, os segundo maiores, no entanto, não produzem grandes excedentes que possam ser exportados para o mercado internacional. O Brasil, por sua vez, produz grandes excedentes que podem suprir, em parte, a demanda externa. Além da exportação do produto final – álcool, o país pode exportar também a tecnologia do processo.

²⁸ Segundo os autores, Cenário Base de Mercado aponta uma trajetória tendencial de substituição interenergéticos e ganhos de eficiência energética (basicamente, por troca de equipamentos de consumo); Cenário Alternativo considera, entre outros, a substituição intermodal no setor de transporte e ao aumento da penetração de fontes energéticas que geram menores externalidades ambientais negativas.

As exportações nacionais de álcool do país cresceram 259% no período de 2003 a 2004, passando de 597 milhões para mais de 2,1 bilhões de litros (SECEX, 2006). Em 2005 o país já destinou mais de 2,5 bilhões de litros de álcool para o mercado internacional. Os maiores importadores do etanol brasileiro são Índia, Japão e Estados Unidos. A tabela 8 mostra os principais importadores do etanol brasileiro e o total exportado no período de 2003-2005.

Tabela 8 - Exportações Brasileiras

PAÍSES	2003	2004	2005
Índia	0	439.812.943	391.435.719
Japão	56.864.796	198.770.176	301.465.508
Estados Unidos	55.465.050	417.438.144	231.203.030
Holanda	58.050.957	120.427.528	248.200.004
Suécia	62.299.318	168.998.777	245.891.187
Coréia do Sul	46.489.071	239.490.322	216.356.259
Costa Rica	31.820.353	106.677.181	123.844.739
Jamaica	86.917.215	132.962.350	133.287.614
El Salvador	15.327.081	25.452.355	157.850.593
Nigéria	40.894.193	83.822.353	114.307.378
México	40.190.511	82.565.708	93.841.961
Turquia	5.613.440	10.724.147	27.453.258
Trinidad Tobago	14.652.488	7.020.181	36.116.016
Venezuela	116.498	2.568.400	48.878.464
Canadá	0	26.693.894	26.839.017
Outros	82.452.958	83.171.850	104.973.650
TOTAL	597.153.929	2.146.596.309	2.501.944.397

Fonte: SECEX, 2006

Segundo Tetti (2005), o Brasil só não exporta mais por falta de produção excedente que possa ser destinada ao mercado internacional. Os produtores nacionais estão dando prioridade ao mercado interno, suprindo a demanda pelo produto evitando, assim, o desabastecimento do mercado como o ocorrido no final da década de 80. Mas, o país já vem investindo na expansão da capacidade produtiva. Novas usinas já estão sendo construídas, principalmente, na região oeste do estado de São Paulo. A infraestrutura de exportação também vem recebendo investimentos.

2.2 MERCADO INTERNACIONAL DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL

2.2.1 Países Importadores do Álcool Anidro

O volume transacionado no mercado internacional de álcool combustível ainda é pequeno, devido, principalmente, à falta de grandes excedentes de produção dos países produtores do produto. De acordo com (S&T)² e MNP (2004), o comércio internacional começou a se expandir a partir de 2002, e os contratos futuros oferecidos pela *NYBOT – New York Board of Trade*, desde abril de 2004 são uma boa medida do desenvolvimento do comércio internacional.

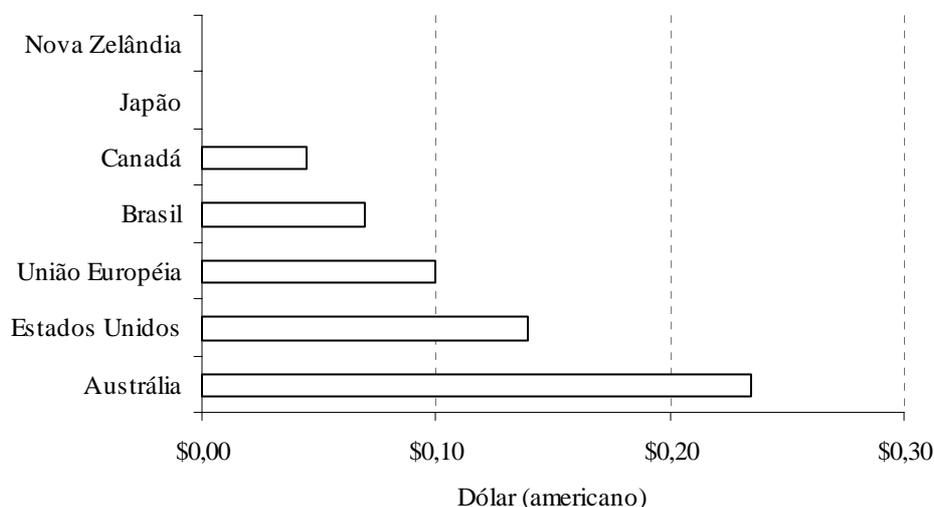
O principal exportador é o Brasil, pois, sua produção gera excedentes que podem ser direcionados a outros países. Os demais produtores não geram grandes excedentes, a maior parte de suas produções é destinada aos seus mercados internos (RFA, 2005a) e quando recorrem ao mercado internacional, na maioria das vezes, é para importar o produto.

Os Estados Unidos são os segundos maiores produtores de álcool combustível, mas a oferta interna não é capaz de suprir toda a demanda. Em 2004 a produção americana foi, aproximadamente, 12,8 bilhões de litros e a demanda, 13,4 bilhões (RFA, 2005b). As importações totalizaram 598 milhões de litros, dos quais 57% são importados do Brasil, 16% da Costa Rica, 4% de El Salvador e 23% da Jamaica. (S&T)² e MNP (2004) ressaltam que os Estados Unidos importam e exportam etanol para o Canadá. A região ocidental americana importa o combustível, enquanto a oriental, exporta. Com relação ao Canadá, o estudo revela que o país pode importar tanto do Brasil como dos Estados Unidos. Existe a possibilidade de importar o álcool de outras regiões, por exemplo, dos países caribenhos que podem importar o álcool hidratado do Brasil, desidratá-lo e exportar para os Estados Unidos e Canadá com isenção tarifária.

O desenvolvimento do mercado internacional de álcool combustível é muito importante porque aumentaria a oferta internacional do produto e a garantia de seu suprimento. Muitos países estão investindo na produção de etanol com o intuito de aumentar o seu consumo, e como a nova indústria é insipiente, muitos países tentam protegê-la da competição internacional aplicando tarifas sobre as importações de etanol e concedendo subsídios para indústria nacional com o objetivo de torná-la competitiva.

IEA (2004) destaca que até o momento não existe um regime comercial aplicável, especificamente aos biocombustíveis estando estes sujeitos às regras comerciais internacionais. Na falta de regras específicas são aplicadas inúmeras tarifas sobre sua importação sem nenhum limite particular e essas tarifas variam substancialmente de um país para outro. O mercado de etanol, em particular, é protegido com elevadas tarifas de importação em diversos países. No entanto, há perspectivas de eliminação destas devido à importância ambiental deste combustível. O gráfico 7 ilustra as tarifas sobre importação aplicadas ao etanol por diferentes países.

Gráfico 7: Tarifas de Importação Aplicadas ao Etanol por Diferentes Países



Fonte: IEA, 2004.

Nota: As tarifas de importação do etanol no Japão e na Nova Zelândia são zero.

(S&T)² e MNP (2004) destacam que o Canadá e os Estados Unidos aplicam tarifas de importação de 4,92 centavos de dólar (canadense) e 14,27 centavos de dólar (americano) por litro, respectivamente, sobre a importação de etanol proveniente do Brasil e da União Européia. O volume transacionado entre Canadá e Estados Unidos e entre estes e os países caribenhos são isentos da tarifa de importação por causa do Acordo de Livre Comércio na América do Norte (NAFTA). A União Européia aplica um imposto de importação no valor de 0,102 €/litro sobre o produto proveniente do Canadá, Brasil e Estados Unidos. A tarifa é considerada baixa comparativamente aos subsídios concedidos à indústria de etanol na Comunidade Européia.

A aplicação de tarifas sobre as importações de álcool combustível tem como principal objetivo proteger o mercado nacional da concorrência internacional,

favorecendo o desenvolvimento da indústria doméstica. Como destaca RFA (2005b), a tarifa sobre as importações de álcool aplicadas pelos Estados Unidos representa um importante componente da política energética americana e deve ser preservada. Segundo o documento, a aplicação da tarifa de importação não tem por finalidade a criação de uma barreira à entrada, mas sim promover a indústria doméstica de etanol.

2.2.2 Inserção de Novos Atores no Mercado de Álcool Combustível

A produção de álcool combustível possui custos de produção mais elevados do que os da gasolina, o que dificulta o desenvolvimento do seu mercado em diversos países insipientes, pois o custo do álcool sendo mais elevado torna-o anticompetitivo com a gasolina. Sendo assim, é necessária a ação dos governos para estimular o desenvolvimento deste mercado.

Países como Brasil e Estados Unidos desenvolveram seus mercados de etanol ainda na década de 70 e utilizaram incentivos fiscais para fortalecer e expandir a indústria de etanol. No Brasil não há mais a presença de subsídios no setor sucroalcooleiro. O processo de desregulamentação ocorrido nos anos 90 marcou o fim da intervenção governamental na indústria sucroalcooleira, tornando-a mais competitiva. Os Estados Unidos por outro lado, ainda utilizam incentivos fiscais para estimular a expansão e o fortalecimento de sua indústria local.

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool combustível e possui os menores custos de produção. A matéria-prima utilizada no país é a cana-de-açúcar que após a extração do caldo, gera o bagaço que pode ser queimado gerando calor para o processo e energia elétrica para a usina. Isto contribui para que o custo com energia seja próximo de zero, contribuindo também para o aumento da competitividade das unidades brasileiras. Somam-se a isto os anos de experiência da indústria brasileira, a busca por técnicas agrícolas e industriais mais produtivas, a inserção de novas tecnologias, a existência de mão-de-obra qualificada, e a possibilidade da mesma usina produzir álcool e/ou açúcar. Todas essas características aumentam a vantagem comparativa da indústria sucroalcooleira na produção do álcool combustível. Os produtores nacionais possuem décadas de experiência no processo de produção de álcool e açúcar, situando-se assim, em um baixo ponto na curva de aprendizado, onde uma grande quantidade é produzida a baixos custos.

McDonald e Schratzenholzer (2001) ressaltam que para muitos produtos e serviços o acúmulo de experiências leva a redução dos custos unitários. Segundo os autores, esse progresso tecnológico ocorrido de forma regular é conhecido como Curva de Aprendizado, Curva de Progresso, Curva de Experiência ou *Learning by Doing*. Nos modelos energéticos também vem se considerando as reduções dos custos tecnológicos em função do acúmulo de experiência, isto é, da curva de aprendizado.

Goldemberg *et al.* (2003) ressaltam que a curva de aprendizado representa graficamente como a experiência de mercado reduz preços para várias tecnologias energéticas e como essas reduções influenciam a competição dinâmica entre as tecnologias. Segundo os autores, o Proálcool é um dos mais importantes exemplos sobre o acúmulo de experiência e redução de custos. Nos estágios iniciais do Programa, o álcool era viável devido à política de preços aplicada aos combustíveis no país. Com a evolução, ao longo do tempo, da eficiência e da competitividade do custo de produção do álcool, e a liberalização dos preços dos combustíveis, este suporte passou a não ser mais necessário e deixou de ser aplicado.

Os Estados Unidos também possuem muitos anos de experiência na produção de etanol, mas seus custos são mais elevados que os brasileiros, em parte, por utilizarem o milho como principal matéria-prima para a produção do álcool. Neste processo não há a geração de grandes quantidades de biomassa que possam ser queimadas para gerar energia para o processo, com isso, o custo no consumo de energia é elevado, contribuindo para o aumento do custo total de produção. Mas, apesar disto, possui menores custos que os novos países entrantes, pois sua indústria já é desenvolvida, há acúmulo de experiência no processo e novas técnicas produtivas mais eficientes foram inseridas na produção agrícola e industrial. Como ressaltado na seção 1.3.1, os custos nacionais são de aproximadamente, US\$ 0,17 por litro, enquanto os dos Estados Unidos são estimados em US\$ 0,32, os da Europa em US\$ 0,56, e os da Ásia entre US\$ 0,29 e US\$ 0,31.

O início do desenvolvimento do mercado de álcool envolve custos de capital elevados por causa da falta de experiência no processo e a falta de tecnologias mais produtivas. Os mercados brasileiro e americano já estão bem desenvolvidos possuindo experiências acumuladas o que contribui para a redução de custos de capital e operacional. As diversas tecnologias desenvolvidas contribuíram para redução de custos do processo produtivo. Isto significa que esses países situam-se em pontos

baixos na curva de aprendizado, ou seja, possuem uma produção elevada com baixos custos.

Países entrantes situar-se-ão em pontos elevados da curva de aprendizado. Ou seja, a capacidade produtiva é pequena e os custos envolvidos, elevados. Para que este novo mercado possa desenvolver-se é preciso uma participação ativa do poder público. Goldemberg *et al.* (2004) destacam que as energias renováveis encontram dificuldades em competir com o mercado consolidado das energias convencionais, especialmente os combustíveis fósseis. RFA (2005b) destaca que os combustíveis renováveis são produzidos apenas em países onde foram criados programas de suporte às suas produções.

O nascimento deste novo mercado encontra ainda dificuldades como as barreiras de mercado: preço não competitivo, riscos do novo empreendimento, dificuldade de financiamento, e a utilização de tecnologias específicas. (S&T)² e MNP (2004) analisaram o impacto de cada um desses componentes no mercado de etanol. E apesar de o enfoque ser o mercado canadense, as conclusões tiradas deste estudo serão consideradas de forma generalizada, supondo que os demais países entrantes irão se deparar com dificuldades similares. Estas questões serão analisadas na próxima seção.

2.2.2.1 Barreiras à Entrada no Mercado de Etanol

É importante observar que as barreiras à entrada na indústria de etanol são significativas apenas em países que não possuem um mercado de álcool combustível desenvolvido e estabelecido. Esses países irão se deparar com matérias-primas menos produtivas, tecnologias menos desenvolvidas, riscos de investimentos mais elevados e um mercado consumidor pouco atrativo.

A teoria econômica sobre barreiras à entrada considera a entrada de novas firmas dentro de uma determinada indústria. Neste trabalho iremos considerar como novos entrantes países e não firmas. Isto porque países onde o mercado de álcool já é desenvolvido, as empresas potenciais entrantes possuem certa facilidade ao acesso a financiamentos, a técnicas produtivas eficientes e a um mercado consumidor estabelecido, como é o caso do Brasil, onde as barreiras à entrada são relativamente pequenas.

Bain (1956) ressalta que as vantagens absolutas de custos de produção²⁹ das empresas estabelecidas constituem uma barreira à entrada para os potenciais entrantes em determinadas indústrias. A firma entrante se depara com custos absolutos mais altos porque as firmas estabelecidas utilizam técnicas produtivas mais eficientes ou pagam menores preços aos fatores produtivos como trabalho, matéria-prima e capital. O autor considera ainda o controle da oferta de recursos naturais pela empresa estabelecida como uma das principais barreiras de custo, ou seja, as empresas potenciais entrantes ou não podem assegurar a oferta adequada da matéria-prima ou tem que utilizar matérias-prima inferiores (menos produtivas ou de menor qualidade) com custos mais elevados.

Na indústria de etanol há a existência desta barreira de custo visto que nem todos os países têm acesso à cana-de-açúcar, matéria-prima com menor custo de produção e mais produtiva, utilizando outras matérias-prima menos produtivas e com custos de produção mais elevados. Ou seja, os países entrantes têm custos mais elevados que aqueles com o mercado de etanol já estabelecido e desenvolvido.

É importante ressaltar que todos os países entrantes na indústria de etanol irão se deparar com custos de produção elevados, independentemente da matéria-prima utilizada. E o que determina a entrada de um novo país produtor não é a diferença de custos de produção entre os demais países produtores, mas sim as diferenças dos custos de produção entre o álcool e a gasolina. Esta diferença representa a principal barreira de custo ao desenvolvimento do mercado de etanol em diversos países.

A análise dessas diferenças de custos pode ser feita considerando o mercado de combustíveis, aplicando a teoria econômica sobre a entrada ou não de novas empresas. As empresas produtoras de combustíveis fósseis já possuem um mercado consolidado e baixos custos de produção. Esses fatores dificultam a entrada de empresas produtoras de energia renovável, tornando-as não-competitivas devido aos maiores custos de produção e ao mercado ainda pouco desenvolvido. E a viabilidade do desenvolvimento e fortalecimento do mercado de álcool automotivo em determinado país só é possível se forem desenvolvidas políticas públicas que favoreçam a competitividade do álcool frente à gasolina.

Como o desenvolvimento dessa energia renovável requer suporte governamental através de subsídios, diversos países aplicam tarifas de importação sobre o álcool combustível. Essas tarifas visam proteger a indústria nacional favorecendo o seu

²⁹ O autor considera que a vantagem absoluta de custos existe se a perspectiva de custos unitários de produção para a firma potencial entrante for maior que os da firma estabelecida.

desenvolvimento. RFA (2005b) ressalta que os combustíveis renováveis são produzidos apenas nos países que deram algum tipo de suporte à sua produção, e se não forem aplicadas tarifas de importação, o país importador vai estimular a produção daqueles países com menores custos de produção (nos quais suas indústrias de etanol também recebem subsídios governamentais).

Bain (1956) defende a adoção de uma política pública apropriada com o objetivo de reduzir as barreiras à entrada³⁰. Uma das políticas defendidas pelo autor, por exemplo, é a disponibilização de capitais para as novas entrantes via empréstimos com baixas taxas de juros. A garantia de um mercado consumidor através da exigência da adição de etanol na gasolina, assim como o investimento em P&D para acelerar o acesso a tecnologias mais eficientes que possam contribuir para a redução dos custos de produção, entre outras, também são políticas factíveis ao desenvolvimento da indústria de etanol.

(S&T)² e MNP (2004) analisaram que com relação ao mercado de álcool combustível existem quatro tipos de barreiras de mercado, classificadas como normais: preço de mercado não competitivo, risco do novo empreendimento, dificuldade de financiamentos e uso de tecnologia específica. De acordo com o estudo, a diferença de custos entre o álcool e a gasolina torna necessária a existência de incentivos fiscais concedidos pelos governos cujo objetivo seria eliminar esta diferença, tornando o preço do álcool combustível competitivo com o da gasolina.

Costa e Prates (2005) ressaltam que as tecnologias renováveis sofrem competição distorcida das tecnologias convencionais em termos de preços e de usos finais. Há também a distorção da não apropriação de custos externos e das externalidades negativas de algumas tecnologias. Existem várias formas de corrigir essas distorções. Alguns países já impuseram taxas sobre o consumo de energia ou taxas sobre emissões de carbono e outros poluentes. Outros preferiram isentar ou reduzir as taxas sobre os combustíveis renováveis, podendo essa ser uma boa alternativa para o incentivo dessas fontes.

O risco do empreendimento refere-se à percepção do risco dos novos entrantes. Esta percepção de risco e o risco real podem ser bem diferentes, e essa diferença pode ser grande para uma indústria nascente (sendo a percepção maior que o risco real).

³⁰ O autor analisou uma amostra de 20 indústrias e é importante ressaltar que no seu estudo não foi analisada a indústria de etanol. As conclusões tiradas de sua obra e aplicadas à indústria sucroalcooleira é de responsabilidade da autora.

Esses riscos são referentes aos riscos associados a financiamentos, aos riscos operacionais, aos riscos de produção do etanol e aos referentes à estrutura organizacional. Somente através da experiência na produção do novo produto pode-se reduzir essa percepção de risco.

Financiamentos são essenciais para o investimento em um novo empreendimento. No entanto, o acesso a esses financiamentos pode ser dificultado por inúmeras razões, incluindo as imperfeições do mercado de capitais. Em alguns países, como no Canadá, há poucas instituições que financiam o setor agrícola e há dificuldade em encontrar um financiador que entenda sobre os projetos de etanol e os riscos associados ao setor agrícola. Muitos outros países interessados no desenvolvimento do mercado de etanol também podem enfrentar este tipo de dificuldade.

Costa e Prates (2005) ressaltam que a falta de financiamentos de longo prazo apropriados é um outro ponto de entrave apontado. A aversão dos financiadores ao risco é grande, pois as renováveis apresentam alto custo de produção, o mercado ainda não está bem consolidado, a tecnologia muitas vezes não está difundida e a escala de produção é reduzida. Por isso, torna-se importante superar algumas barreiras políticas e legais, de forma que o financiador se sinta mais confortável em apoiar as fontes renováveis de energia.

Com relação às tecnologias específicas, (S&T)² e MNP (2004) referem-se à mistura de álcool na gasolina. Este processo aumenta a pressão de vapor e torna o combustível mais suscetível a água. Dada a infra-estrutura existente de distribuição de gasolina, esta característica do álcool cria a necessidade de transportar o produto de uma maneira diferente, e isto pode resultar em custos adicionais. Barreiras tecnológicas podem ser relacionadas também às qualidades necessárias para lidar com as diferenças entre os novos sistemas e a infra-estrutura de distribuição existente. Programas que visam superar essas barreiras geralmente focam no aumento do conhecimento e na promoção de amplos sistemas de distribuição para lidar com estas questões.

Costas e Prates (2005) destacam que os obstáculos nas etapas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração são numerosos. Para se chegar à fase de plena comercialização da nova tecnologia, é necessário que o aparato industrial esteja preparado para dar suporte e esteja em consonância com os objetivos traçados para fontes renováveis. Os autores destacam também que a falta de conhecimento e confiança no potencial e nas possibilidades de desenvolvimento das renováveis é

também um dos pontos fundamentais. Para que uma tecnologia tenha sucesso e possa ser difundida, é necessário que ela seja aceita no nível local.

2.3 O TRATADO DE QUIOTO

O Protocolo de Quioto é um acordo firmado entre países durante a realização da Terceira Conferência das Partes (COP3) realizada em Quioto, Japão, em 1997, pelo qual os países industrializados deverão reduzir suas emissões de Gases de Efeito Estufa³¹ (GEE) 5,2%, em média, em relação às emissões de 1990, nos anos de 2008 a 2012 (NAE, 2005). As questões relacionadas ao meio ambiente têm sido muito debatidas nas últimas décadas, e as preocupações com a mudança global do clima tem aumentado significativamente.

Em decorrência dos riscos acarretados pelas mudanças climáticas, foi estabelecida, no âmbito da Organização das Nações Unidas, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberta para adesões em 1992, durante a Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, com o objetivo de estabelecer as diretrizes e condições para estabilizar os níveis destes gases na atmosfera. A Convenção do Clima entrou em vigor em 21 de março de 1994 e, até novembro de 2004, havia sido assinada por 189 “Partes” (países), que assumem assim um compromisso internacional com os termos da Convenção (NAE, 2005).

A Convenção do Clima tem como órgão supremo a Conferência das Partes (COP), composta pelos países signatários, que se reúne anualmente para operacionalizar a Convenção e cuja primeira reunião ocorreu em Berlim, Alemanha, em 1995. Durante a COP3, realizada em Quioto, foi adotado o Protocolo de Quioto (Ibid).

Para que Quioto entrasse em vigor era necessário que o acordo fosse ratificado por, pelo menos, 55 Partes da Convenção-Quadro, incluindo, entre elas, países industrializados que respondessem por, pelo menos, 55% das emissões totais de dióxido de carbono desse grupo de países, contabilizadas em 1990. Os Estados Unidos, responsável por 36,1% das emissões totais dos países industrializados, apesar de signatários da Convenção e de terem participado da Terceira Conferência das Partes em Quioto, anunciaram em março de 2001 que não iriam ratificar o Protocolo (Ibid).

³¹ De acordo com o Anexo A do Protocolo de Quioto, os Gases de Efeito Estufa são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Com a ratificação da Federação Russa (Rússia), responsável por 17,4% das emissões, em novembro de 2004 se atingiu mais de 60% das emissões totais de dióxido de carbono dos países industrializados, contabilizadas em 1990. Nestas condições, o Protocolo de Quioto entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, e atualmente (fevereiro de 2006) 160 países já ratificaram o Protocolo (UFCC, 2006).

O Protocolo dividiu os países em dois grupos: i) Anexo I – engloba os países mais industrializados, grandes emissores de CO₂ e; ii) Não Anexo I – engloba os países em desenvolvimento. De acordo com o Protocolo, os países do Anexo I devem reduzir suas emissões em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990 até o período 2008-2012.

Dadas as dificuldades dos países do Anexo I em honrar seus compromissos de redução de emissões, foram estabelecidos os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), um instrumento que permite aos países desenvolvidos efetuar contratos com os países Não-Anexo I para a realização de projetos que visem à redução ou o seqüestro de gases do efeito estufa. O objetivo é ajudar os países em desenvolvimento a adotarem estratégias de crescimento que promovam o Desenvolvimento Sustentável e, contribuir com os países desenvolvidos no cumprimento de seus compromissos de redução de emissões.

Na prática isto funciona através do comércio de emissões entre os países. Ou seja, quantidades de carbono não emitidas, ou retiradas da atmosfera por determinada empresa de um país em desenvolvimento, que não tenha compromisso de redução de emissões, equivalem às Reduções Certificadas de Emissões (RCE) que podem ser vendidas para outra empresa, de outro país, que tenha compromisso de redução (MORAES, 2000).

Sendo assim, é de suma importância o desenvolvimento de políticas que incentivem pesquisas no campo de energias alternativas. Muitos países vêm mostrando interesse no desenvolvimento e na maior utilização dessas energias, tanto para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, atendendo assim as exigências do Protocolo, e também para diminuir as importações de petróleo, melhorando seus balanços de pagamentos. Diversos países estão expandindo sua capacidade produtiva de álcool, biodiesel e de outras fontes renováveis, e outros estão investindo no desenvolvimento deste novo mercado.

O artigo 2 do Protocolo determina que cada Parte incluída no Anexo I deve implementar ou aprimorar políticas e medidas que visem cumprir seus compromissos

quantificados de limitação e redução de emissões a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Algumas dessas possíveis políticas estão listadas na alínea a do parágrafo primeiro do artigo segundo, transcrito abaixo:

1. Cada Parte no Anexo I, ao cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões assumidos sob o artigo 3, a fim de promover o desenvolvimento sustentável, deve:

a) Implementar e/ou aprimorar políticas e medidas de acordo com suas circunstâncias nacionais, tais como:

(i) O aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia nacional;

(iv) A pesquisa, a promoção, o desenvolvimento e o aumento do uso de formas novas e renováveis de energia, de tecnologias de seqüestro de dióxido de carbono e de tecnologias ambientalmente seguras, que sejam avançadas e inovadoras;

(v) A redução gradual ou eliminação de imperfeições de mercado, de incentivos fiscais, de isenções tributárias e de subsídios para todos os setores emissores de gases de efeito estufa que sejam contrários ao objetivo da Convenção e aplicação de instrumentos de mercado;

(vii) Medidas para limitar e/ou reduzir as emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal no setor de transportes;

(viii) A limitação e/ou redução de emissões de metano por meio de sua recuperação e utilização no tratamento de resíduos, bem como na produção, no transporte e na distribuição de energia.

Como ressaltou Tetti (2002), o Protocolo defende a adoção de um modelo produtivo de maior racionalidade energética, mais austero no uso dos recursos e, de modo geral, mais sustentável. Esta sustentabilidade passa a ser materializada em toneladas de CO₂, mercadoria transacionável entre empresas e entre países.

O parágrafo nono do artigo terceiro do Protocolo trata dos compromissos das Partes para os períodos subseqüentes ao de 2008 – 2012. E determina que a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve dar início à consideração de tais compromissos pelo menos 7 anos antes do término do primeiro período de compromisso. Na COP 11 realizada em Montreal, em dezembro de 2005, ficou decidido que será criado um grupo de trabalho, cujas atividades iniciarão em maio de 2006, para discutir os compromissos após 2012 dos países desenvolvidos.

2.3.1. Poluição: Externalidade Negativa

Os efeitos da poluição e degradação ambientais, gerados pelos diversos tipos de atividades produtivas, afetam negativamente as populações, em escala mundial, reduzindo a qualidade de vida e causando danos irreversíveis ao meio ambiente. As ações antrópicas, principalmente após a adoção do modelo de produção capitalista, têm gerado custos sociais elevados, afetando milhões de pessoas, sobretudo as que possuem menor acesso aos bens de consumo. Coase (1960) defende que em situações que envolvem um grande número de agentes, a regulação governamental deve ser utilizada para compensar ou minimizar os custos sociais gerados, devido à dificuldade em se delimitar os direitos de propriedade³².

Caso o número de agentes envolvidos fosse reduzido, o próprio mercado se encarregaria de compensar estes custos. A livre negociação entre os agentes permitiria alcançar o ótimo de produção, maximizando os ganhos e minimizando as perdas. Quando o número de agentes é muito grande, os custos envolvidos no processo de administração dos danos tornam-se elevados devido à dificuldade em delimitar os direitos de propriedade, principalmente quando estão envolvidas questões ambientais. Nesse caso, o governo deve regular as atividades, determinando o que se pode ou não fazer e quais as medidas devem ser tomadas para reduzir os impactos negativos causados às populações e ao meio ambiente.

Na teoria econômica, a poluição é classificada como uma externalidade negativa, isto é, os efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente no mercado. Pindyck e Rubinfeld (2002) ressaltam que quando as externalidades se encontram presentes, o preço de um bem não reflete necessariamente seu valor social. Consequentemente, as empresas poderão vir a produzir quantidades excessivas (no caso

³² De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002) direito de propriedade é o conjunto de leis que estabelece o que as pessoas ou as empresas podem fazer com suas respectivas propriedades. Os autores explicitam o seguinte exemplo: uma empresa que joga seus efluentes em um rio e os pescadores. Foi presumido que a empresa tinha o direito de utilizar o rio para o despejo de seus efluentes e que os pescadores não tinham direito de pescar em uma água de rio “sem efluentes”. Consequentemente, a empresa não tinha estímulo para passar a incluir o custo dos efluentes nos cálculos de seu custo de produção. Em outras palavras, ela simplesmente externalizava os custos gerados por seus efluentes. Mas, suponha agora que os pescadores fossem proprietários do rio, ou seja, tivessem o direito de propriedade sobre sua água limpa. Nesse caso, eles poderiam exigir que a empresa lhes pagasse para ter o direito de despejar seus efluentes no rio; a empresa teria de cessar sua produção ou então pagar os custos relacionados com seus efluentes. Esses custos seriam então internalizados, de tal modo que uma eficiente alocação de recursos poderia ser alcançada.

da externalidade gerada ser negativa) ou insuficientes (quando a externalidade for positiva), de tal maneira que o resultado do mercado venha a ser ineficiente.

Todas as empresas buscam a maximização de seus lucros, buscando o ponto ótimo de produção, aquele em que o custo marginal se iguala ao preço de mercado (considerando aqui os mercados competitivos). No entanto, se a empresa estiver gerando uma externalidade negativa, seu custo marginal de produção é menor que o custo marginal social, ou seja, a empresa estará produzindo uma quantidade excessiva de produção e de poluição. O preço do bem produzido não inclui, não internaliza os custos sociais gerados, ou seja, há falhas de mercado, sendo necessária a presença governamental para tornar o mercado mais eficiente. Os autores destacam que existem três medidas para se corrigir as falhas de mercado ocasionadas pela produção de externalidades negativas, como a poluição: fixação de padrão de emissões de poluentes, imposição de taxas para a emissão de poluentes e distribuição de permissões transferíveis.

O padrão de emissões de poluentes é o limite legal que uma empresa poluidora está autorizada a emitir. A taxa de emissão de poluentes é arrecadada sobre cada unidade de poluente emitido por uma empresa. E as permissões transferíveis para emissões é um sistema de permissões negociáveis, alocadas entre as empresas, as quais especificam o nível máximo de emissões que podem ser gerados.

O Protocolo de Quioto engloba duas dessas medidas: os padrões de emissões de poluentes e as permissões transferíveis de emissões. Os países Anexo I possuem metas de redução de emissões que somadas devem resultar em uma redução líquida de 5,2% ao nível de 1990. As permissões transferíveis de emissões são expressas no Certificado de Redução de Emissões que pode ser transacionado no mercado de carbono.

Este é o ponto defendido por Coase (1960), a adoção, por parte dos governos de medidas que impõem limites às ações dos agentes econômicos. O Protocolo de Quioto busca exatamente isto, visa a redução da queima de combustíveis fósseis, a adoção de medidas preventivas, a utilização de energias alternativas, e a busca por um desenvolvimento mais limpo que possa preservar o meio ambiente para gerações futuras.

A entrada em vigor do Protocolo de Quioto tem levado à busca por processos, tecnologias e energias mais limpas. Dentro deste contexto, o interesse pelo álcool automotivo vem aumentando consideravelmente com o objetivo de reduzir as emissões de poluentes e também a dependência do petróleo importado.

Macedo (2005b) destaca que o etanol possui um elevado coeficiente de redução nas emissões de gases de efeito estufa. Segundo o autor, em 2003, o consumo de etanol no Brasil foi de 11,6 milhões de m³, dos quais 6,1 milhões de m³ corresponderam ao álcool hidratado, resultando em uma redução de cerca de 27,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente.

Este elevado potencial do álcool automotivo em reduzir as emissões dos gases de efeito estufa tem levado diversos países a desenvolverem seus programas nacionais de etanol, adotando misturas álcool-gasolina, como será visto no próximo capítulo.

2.4 PÓS-QUIOTO (2013 - ?)

O Tratado de Quioto entrou em vigor em fevereiro de 2005 após a ratificação da Rússia e define obrigações apenas para os países desenvolvidos que devem a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 5% com relação aos níveis de 1990. Os países em desenvolvimento podem desenvolver projetos que contribuam para as reduções de emissões e vender as reduções certificadas de emissões no mercado de carbono. O Tratado é válido até 2012 e após esse período, as coisas continuam incertas.

O parágrafo nono do artigo terceiro do Protocolo determina que as negociações para os períodos subseqüentes devem iniciar-se sete anos antes do término do primeiro período de compromisso, 2008-2012. E apesar do Protocolo estipular que os períodos subseqüentes incorporariam apenas os países Anexo I, existe toda uma discussão em torno da incorporação dos países em desenvolvimento.

NAE (2005) ressalta que existe uma pressão crescente dos países industrializados para que a China, Índia e Brasil, os maiores países em desenvolvimento, assumam também compromissos de limitação ou redução de emissões, como condição prévia para o retorno dos Estados Unidos às negociações, com vistas à definição das metas do segundo período de compromisso do Protocolo, a partir de 2012. Em 1997, o senado americano aprovou uma resolução que afirma que os Estados Unidos não devem ser signatários de nenhum protocolo que crie novos compromissos vinculantes de limitação ou redução de emissões de GEE, a menos que se crie também compromissos específicos para países em desenvolvimento, citando, nesse sentido, China, Índia, Brasil, México e Coréia do Sul.

NAE (2005) relata diversos documentos relacionados ao tema de inserção dos países em desenvolvimento no compromisso de limitação e redução da emissão dos GEE. De acordo com o documento, existe muita discussão em torno de como isto poderia ser feito, visto que esses países possuem responsabilidades muito menores com relação ao acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera, e medidas muito restritivas quanto a essas emissões, poderiam vir a comprometer o desenvolvimento desses países. No entanto, apesar da menor participação dos países em desenvolvimento nas emissões acumuladas de gases causadores do efeito estufa ao longo do tempo, sua participação, sob o ponto de vista estritamente ambiental, no esforço de redução das emissões é extremamente importante.

Se de fato os países em desenvolvimento passarem a ter responsabilidades relacionadas à redução das emissões de GEE, isto pode ocasionar mudanças na política energética nacional, particularmente, com relação à utilização do álcool combustível. O álcool anidro que é misturado numa proporção de 25% na gasolina nacional contribui para a emissão de menores quantidades de poluentes, e o álcool hidratado que possui um consumo cativo no país, especialmente após o lançamento dos carros *flex*, substitui diretamente a gasolina e também contribui para que menores quantidades de poluentes sejam lançadas na atmosfera.

O governo pode desenvolver políticas mais agressivas com relação à utilização do álcool e de outros biocombustíveis, como o biodiesel, como por exemplo, estimular um maior consumo do álcool hidratado no mercado interno e de introduzir a mistura do biodiesel no diesel consumido no país. Estas possíveis medidas produziriam impactos no setor sucroalcooleiro para atender essas hipotéticas medidas. Por exemplo, o setor aumentaria sua produção total de álcool, mas para isto terá que aumentar a área plantada com cana-de-açúcar; mudaria o *mix* de produção, passando a produzir mais hidratado que álcool anidro o que poderia vir a reduzir as exportações, afetando o equilíbrio do mercado internacional. Ou, poderia ainda, simplesmente reduzir as suas exportações, destinando toda a produção para o mercado interno. No entanto, esta última solução dependerá não somente da política energética nacional, mas também dos preços internacionais dos combustíveis, visto que o mercado é livre e os produtores destinam suas produções entre o mercado nacional e internacional de acordo com os preços de mercado, visando sempre maiores lucros.

O álcool anidro é misturado na gasolina em uma proporção de 25%, sendo este percentual flexível (podendo variar entre 19-26%), ou seja, pode vir a ser reduzido

sempre que houver uma ameaça de escassez do combustível no mercado interno. Se o Brasil vier a obter obrigações de redução de emissões, esta flexibilidade de redução do percentual de mistura pode deixar de existir. Serão necessários também investimentos em infra-estrutura de logística, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste, de forma a incentivar o aumento da produção dessas regiões e também do consumo. A capacidade de armazenagem de álcool deverá ser ampliada de forma a suprir o mercado no período entressafra, impedindo que ocorra falta do produto. A importância do desenvolvimento da infra-estrutura de logística no país para o álcool combustível será discutida no próximo capítulo.

Todas essas questões dizem respeito apenas ao mercado de álcool combustível. O compromisso com a redução de emissões envolverá diversos setores produtivos do país, e necessitará de uma ampla política de adoção de energias mais limpas e de processos produtivos mais eficientes e menos poluentes. As questões relacionadas ao período após 2010 começarão a ser discutidas em maio de 2006, como determinado na COP 11.

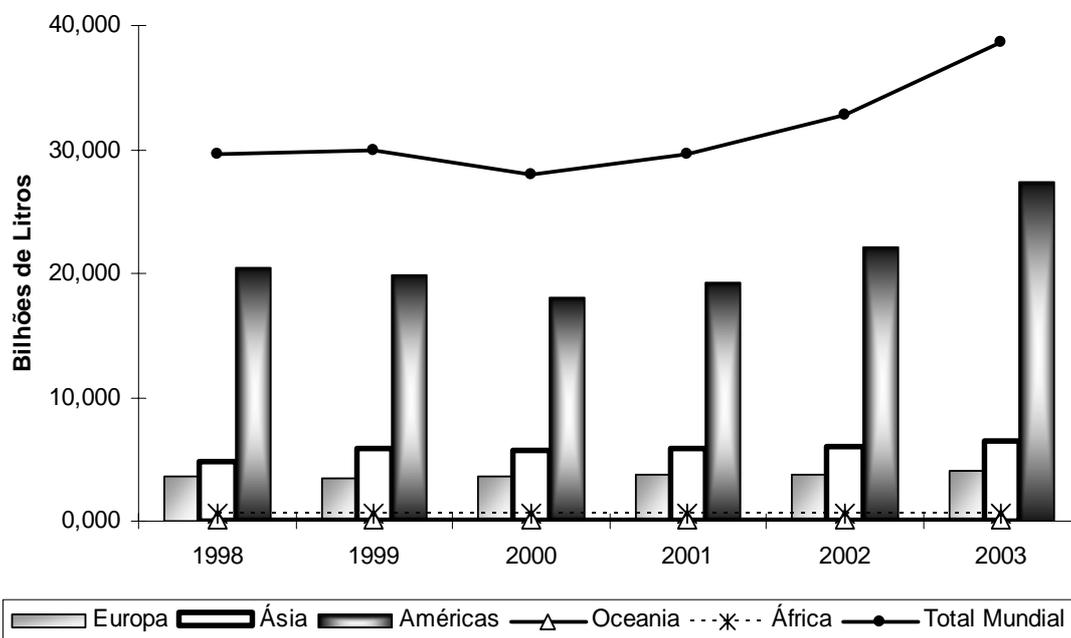
Neste capítulo foram analisadas questões relacionadas ao crescimento do mercado nacional de álcool automotivo – com o crescimento das demandas interna e externa do combustível, e do mercado internacional com o aumento do número de países produtores e das transações internacionais a partir de 2002. No próximo capítulo será analisado o programa de etanol desenvolvido em alguns países com o intuito de reduzir a dependência do petróleo e as emissões de gases causadores do efeito estufa.

CAPÍTULO 3 PROGRAMA DE ETANOL NO MUNDO

A produção de etanol também é realizada por outros países além do Brasil e Estados Unidos. As indústrias de etanol desses outros países produtores são indústrias nascentes ou pouco desenvolvidas, com baixa escala de produção. Mas o crescente interesse pela adição de álcool na gasolina favorecerá a expansão dessas indústrias. O desenvolvimento dessas indústrias é muito importante porque aumenta as possibilidades de atendimento da demanda crescente que vem sendo registrada nos últimos anos pelo produto, fortalecendo o mercado internacional de etanol.

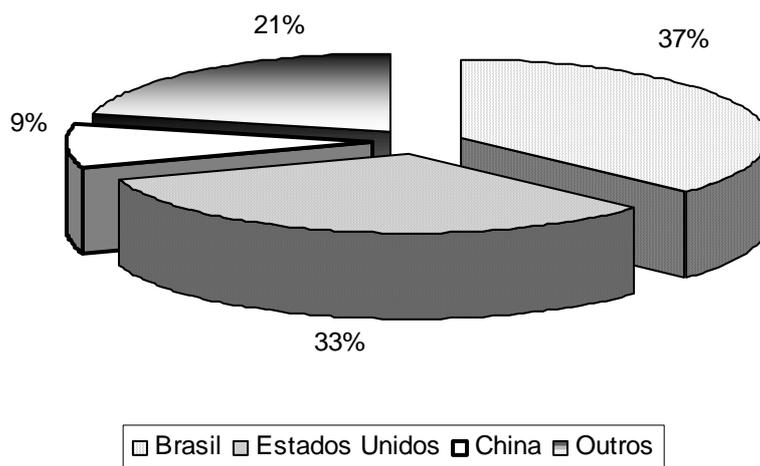
De acordo com RFA (2005a) muitos países estão procurando reduzir sua dependência nas importações de petróleo, estimular a economia agrícola e melhorar a qualidade do ar, e vêm investindo na produção de álcool. Em 2004, a produção mundial chegou a aproximadamente 41 bilhões de litros (divididos entre álcool combustível – 73%, industrial – 10%, e de bebidas – 17%). O gráfico 8 mostra a evolução da produção de etanol entre 1998-2003. O aumento na demanda pelo álcool combustível tem ocasionado recordes nas produções de diversos países, e espera-se ainda um crescimento maior da produção à medida que os países forem buscando cumprir as exigências do Protocolo de Quioto. O gráfico 9 ilustra a produção de 2004 dividida entre os três maiores produtores mundiais.

Gráfico 8: Produção Mundial de Álcool – 1998/2003



Fonte: DATAGRO/ F.O.Lincht apud NASTARI, 2004.

Gráfico 9: Produção Mundial de Álcool - 2004



Fonte: F.O.Lincht apud RFA, 2005a

Segundo RFA (2005a), apesar dos recordes de produção de vários países, as transações internacionais ainda são pequenas, visto que grande parte dessas produções visa o abastecimento dos mercados internos. O volume transacionado no mercado internacional é representado, principalmente, pelas exportações brasileiras.

O Brasil é o maior produtor mundial e iniciou seu programa de álcool na década de 70. Muitos outros países vêm desenvolvendo programas de álcool e outros vêm considerando esta possibilidade (RFA, 2005a). O quadro 1 retrata o programa do álcool de diversos países. Em seguida, será analisado o desenvolvimento do mercado de etanol de alguns países.

Quadro 1: Programa de Etanol no Mundo

País	Programa de etanol
Brasil	Mistura de 25% na gasolina
União Européia	2% biocombustíveis em 2005, alcançando 5,75% até 2010.
Saskatchewan, Canadá	Mistura de 5% na gasolina, alcançando 7,5% em 2005.
Manitoba, Canadá	Mistura de 10% de etanol até final de 2005.
Colômbia	Mistura de 10% nas maiores cidades, com início em setembro de 2005.
Tailândia	Todos os postos de gasolina em Bangkok devem vender gasolina com 10% de etanol.
China	Várias províncias misturam etanol na gasolina
Argentina	Adoção da mistura de 5% ao longo dos próximos 5 anos.

Fonte: RFA, 2005a.

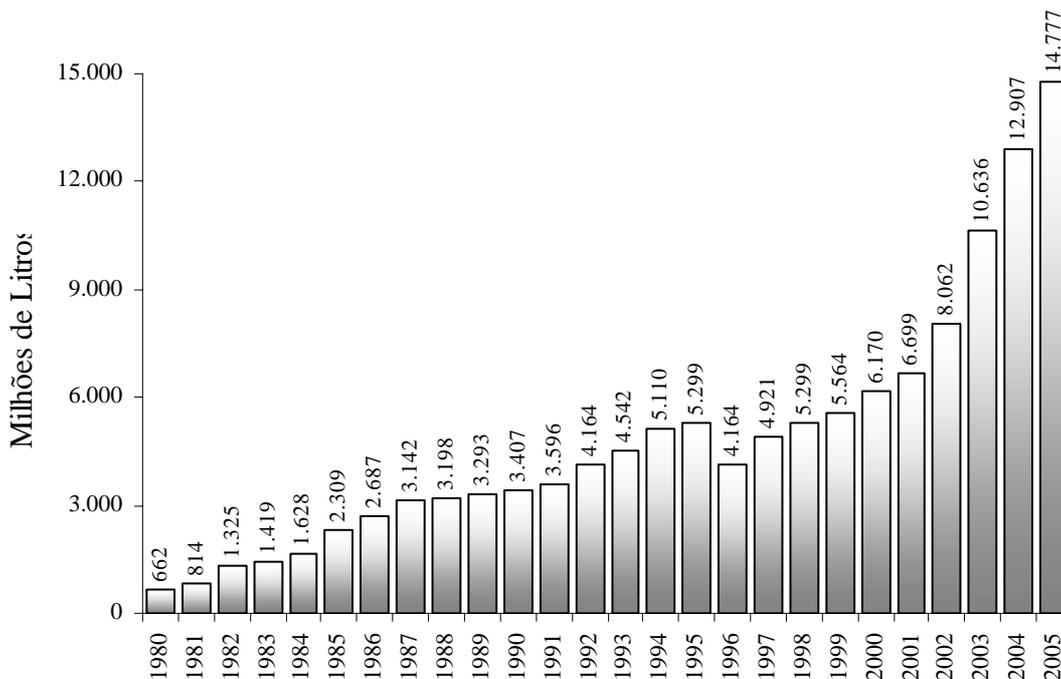
3.1 PAÍSES PRODUTORES E NOVOS ENTRANTES

Estados Unidos

Os Estados Unidos são também grandes produtores de álcool combustível e iniciaram sua produção em larga escala na década de 70 devido às crises do Petróleo e às preocupações ambientais com a utilização do chumbo tetraetila na mistura com a gasolina (SINICIO, 1997). A partir de 1979 a produção tornou-se significativa devido aos financiamentos e incentivos federais e estaduais como isenções fiscais para o etanol e taxas de crédito especiais para construção de novas plantas. A presença destes subsídios favoreceu o desenvolvimento da produção que passou de 175 milhões de

galões³³ (662 milhões de litros) em 1980 para 1,4 bilhão (5,3 bilhões de litros) em 1998 (DIPARDO, 2002). Em 2004, a produção chegou a 12,8 bilhões de litros e em 2005 foram produzidos 14,8 bilhões de litros de etanol (RFA, 2006b). O gráfico 10 ilustra a evolução da produção de etanol americana desde a década de 80.

Gráfico 10: Evolução da Produção Americana de Etanol – 1980/2005



Fonte: RFA, 2006b.

Na década de 80, a utilização de combustíveis oxigenados teve considerável aumento, pois visavam substituir o chumbo tetraetila na mistura à gasolina, resultando em um aumento da utilização do MTBE, metanol e etanol (SINICIO, 1997). EIA (2003a) destaca também que a maior demanda por oxigenados, em especial o MTBE, nos anos 80 é decorrência não apenas da substituição do chumbo tetraetila, mas também da maior demanda pela gasolina *premium*.

EIA (2003b) ressalta que em 1990, o *Clean Air Act Amendments* (CAAA90) determinou a utilização da gasolina reformulada³⁴ nas cidades com grandes problemas de poluição. Este programa foi introduzido nos Estados Unidos em 1995, e atualmente é utilizado em 17 estados e no Distrito de Columbia (EPA, 2005). O MTBE era o

³³ De acordo com a ANP (2005) o galão americano corresponde a 3,785 litros.

³⁴ A gasolina reformulada é um combustível que possui 2% (em peso) de oxigênio e sua queima emite menores quantidades de poluentes, atendendo a padrões de emissões estabelecidos pelo governo federal. A adição de oxigenados como o MTBE e o etanol permite o atendimento da exigência da presença de oxigênio.

principal oxigenante utilizado pela maioria dos estados para cumprir esta exigência, não sendo utilizado somente no centro-oeste americano, região que concentra mais de 95% da capacidade instalada da produção de etanol dos Estados Unidos (EIA, 2002a), e que utiliza este oxigenante na gasolina reformulada (EIA, 2003b). As regiões Leste e Oeste representavam, em 2002, 42% e 37%, respectivamente, do consumo total de MTBE no país (EIA, 2002c). Mas, alguns anos atrás foi detectada a presença de MTBE nos lençóis freáticos, principalmente nas áreas que utilizavam a gasolina reformulada, colocando em discussão a viabilidade da utilização do MTBE na gasolina e a exigência de oxigênio na mesma.

Substituir o MTBE pelo etanol seria uma das possíveis soluções para o impasse. No entanto, EIA (2003b) ressalta que as refinarias consideram o etanol menos atrativo do que o MTBE. Primeiro por causa da alta volatilidade, dificultando o cumprimento dos padrões de emissões, e segundo, devido à maior quantidade de oxigênio, ou seja, uma menor quantidade de etanol seria adicionada à gasolina o que acabaria por reduzir a quantidade ofertada de gasolina reformulada³⁵. Além disto, deve-se considerar também que a produção de etanol concentra-se no centro-oeste e o abastecimento das demais regiões envolveria custos de transporte, devido à necessidade de desenvolvimento da infra-estrutura³⁶.

De acordo com EPA (2005), no início de 2004, estados como a Califórnia, Nova York e Connecticut proibiram a utilização do MTBE na gasolina reformulada substituindo-o pelo etanol³⁷. Outros estados também estão considerando o fim da utilização do MTBE, como pode ser visto no quadro 2.

³⁵ EIA (2002c) destaca que o MTBE é misturado à gasolina em uma proporção de 11,2% em volume. O etanol, por possuir uma maior quantidade de oxigênio, é misturado na proporção de 5,8%.

³⁶ Ver seção 3.1.2.1.

³⁷ RFA (2005a) destaca que nos estados de Nova York e Connecticut as questões relacionadas à oferta e à infra-estrutura para substituir o MTBE pelo etanol foram muito bem atendidas pelas indústrias de etanol e de petróleo. Foi desenvolvido um sistema adequado de distribuição de etanol com terminais adaptados para acomodar a entrega, a armazenagem e a mistura de etanol à gasolina.

Quadro 2: Proibição da Utilização do MTBE

Estado	Data
Arizona	Efetuada
California	Efetuada
Colorado	Efetuada
Connecticut	Efetuada
Illinois	Efetuada
Indiana	Efetuada
Iowa	Efetuada
Kansas	Dependendo da Ação Federal
Kentucky	Janeiro - 2006
Maine	Janeiro - 2007
Michigan	Efetuada
Minnesota	Efetuada
Missouri	Julho - 2005
Nebraska	Efetuada
New Hampshire	Dependendo da Ação Federal
New York	Efetuada
Ohio	Julho - 2005
South Dakota	Efetuada
Washington	Efetuada
Wisconsin	Efetuada

Fonte: RFA, 2005a.

Em agosto de 2005, foi aprovado o projeto de lei que cria o programa *Renewable Fuel Standard* (RFS) e elimina a exigência da presença de 2% em peso de oxigênio na gasolina reformulada, mas não proíbe a utilização do MTBE. O RFS visa aumentar significativamente o volume de combustível renovável misturado à gasolina e iniciou-se em janeiro de 2006. Durante este ano, o percentual de mistura será de 2,78% o que deverá representar um consumo de, aproximadamente, 15 bilhões de litros (4 bilhões de galões). Até 2012, o consumo total de combustíveis renováveis deverá corresponder a 28 bilhões de litros (7,5 bilhões de galões) (RFA, 2006a). A tabela 9 mostra a evolução da utilização dos combustíveis renováveis entre 2006-2012.

Tabela 9: Utilização de Combustíveis Renováveis 2006-2012

Ano	Volume (bilhões de galões)	Volume (bilhões de litros)
2006	4	15,14
2007	4,7	17,79
2008	5,4	20,44
2009	6,1	23,09
2010	6,8	25,74
2011	7,4	28,01
2012	7,5	28,39

RFA, 2006a.

Até 2020, esta exigência de utilização de renováveis deve ser satisfeita, principalmente, pela mistura etanol-gasolina, na fração de 10% ou menos (EIA, 2002a). Atualmente, o etanol é misturado em mais de 30% da gasolina vendida nos EUA (RFA, 2005a). A tabela 10 explicita a quantidade de etanol utilizada por cada parcela do mercado de combustíveis em 2004.

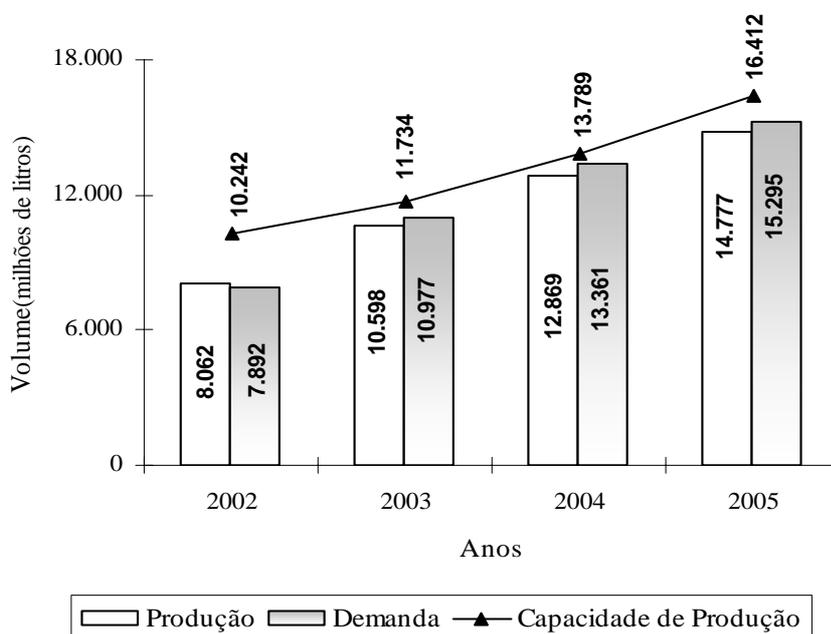
Tabela 10 - Utilização de Etanol, 2004

Mercado	Galões (milhões)	Litros (milhões)
Gasolina Reformulada (RFG)	1.950	7.381
Gasolina Convencional	1.050	3.974
Combustíveis Oxigenados (Programa Federal de Inverno)	290	1.098
Programa de Etanol de Minnesota	280	1.060
Total	3.570	13.512

Fonte: RFA, 2005a.

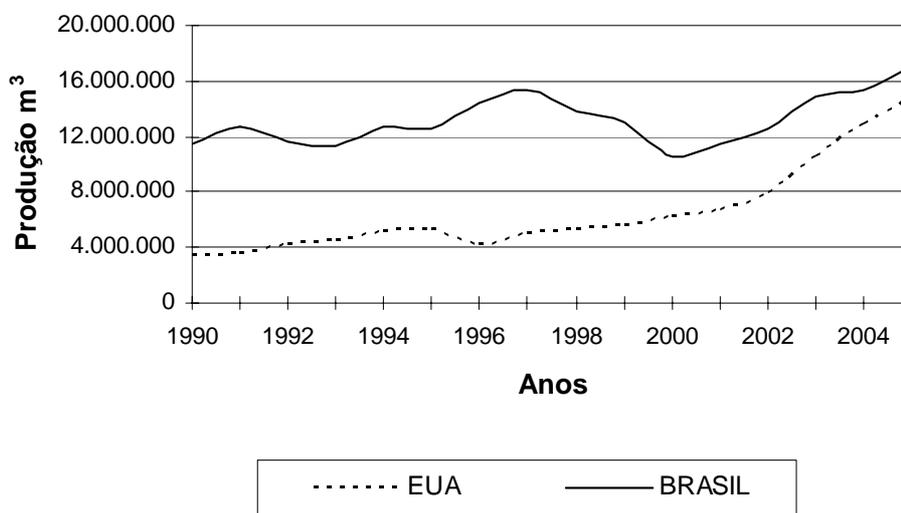
Atualmente os Estados Unidos possuem 95 unidades produtoras com capacidade produtiva de 16,4 bilhões de litros (4,3 bilhões de galões) divididas em 20 estados, e 31 novas unidades em construção com capacidade adicional de 6,6 bilhões de litros (1,7 bilhão de galões) (RFA, 2006b). Os dados de 2005 revelam que a oferta e a demanda por etanol foram, aproximadamente, 14,7 e 15,3 bilhões de litros, respectivamente. O gráfico 11 ilustra a evolução da produção, demanda e capacidade produtiva de etanol americana. O gráfico 12 faz uma comparação entre as produções nacional e americana no período 1990-2004.

Gráfico 11: Evolução da Produção, Demanda e Capacidade de Produção Americana.



Fonte: RFA, 2006b.

Gráfico 12: Produção de Etanol – Brasil x EUA



FONTE: CONAB, 2005; UNICA, 2006b; RFA, 2006b.

Nota: Os dados da produção brasileira são coletados por safra (90/91, 91/92, etc.). Aqui as safras foram consideradas em anos, por exemplo, os dados da safra 90/91 foram considerados como sendo de 1990, os da 91/92 como sendo de 1991, e assim por diante.

Brasil e Estados Unidos são os dois maiores produtores mundiais de etanol como mostrado no gráfico 9, onde corresponderam a 37% e 33%, respectivamente, do total

produzido mundialmente em 2004. Apesar de a produção americana estar registrando aumentos significativos – por exemplo, de 2002 a 2004 a produção aumentou 60%, como pode ser visto no gráfico 11 –, o Brasil possui, ainda, muita vantagem nos custos de produção que são US\$ 0,17 por litro, enquanto nos Estados Unidos são de US\$ 0,32 (CARVALHO, 2005 *apud* MAGALHÃES, 2005).

Sinício (1997) destaca que a matéria-prima utilizada nos Estados Unidos para a produção de etanol é o milho, sendo o processo produtivo grande consumidor de energia externa, pois não há geração de quantidades suficientes de resíduos que possam ser queimadas na caldeira, produzindo energia e calor para o processo, como ocorre nas produções que utilizam a cana-de-açúcar. À medida que a indústria de etanol for se expandindo, tornar-se-á um mercado cada vez mais importante para os produtos agrícolas americanos.

*Canadá*³⁸

A utilização de etanol no Canadá iniciou-se em 1981 na província de Manitoba, com a mistura de 10% na gasolina vendida. Em 1987, uma mistura de 5% na gasolina era vendida em quatro províncias do oeste do país, com 250 postos de venda do combustível. Em 1992, o combustível com a mistura de etanol foi introduzido em Ontário e em 1995, em Quebec. Atualmente, existem cerca 1.400 postos de combustíveis em seis províncias ofertando uma mistura gasolina-etanol na proporção de 5-10% .

Apesar da utilização do álcool na gasolina, o mercado canadense de etanol é relativamente pequeno. A indústria desenvolveu-se muito pouco nas últimas décadas: as plantas em operação em 2004 eram as mesmas que operavam em 1999 e a produção aumentou apenas marginalmente nos últimos cinco anos. Este fraco desenvolvimento da indústria de etanol contribui para que o custo de capital de novas unidades seja mais elevado do que em países como o Brasil e Estados Unidos onde a indústria se desenvolveu consideravelmente nas últimas décadas.

No entanto, o país está interessado em promover a expansão da indústria com o objetivo de aumentar a oferta e a demanda por biocombustíveis. Este interesse pelas indústrias de álcool e biodiesel decorre da preocupação com as emissões de gases

³⁸ Baseado no estudo (S&T)² e MNP (2004).

poluentes principalmente no setor de transportes que corresponde a 27% do total de emissões. As emissões do setor estão crescendo mais rápido que a média nacional, e as previsões é que excedam os níveis de 1990 em mais de 25% em 2010, e 40% em 2020. O etanol e o biodiesel estão sendo vistos como a solução para a redução das emissões no setor de transportes utilizados no país. Com isso, o Canadá vem investindo em Programas que estimulem a produção e o consumo de biocombustíveis, em especial, etanol e biodiesel.

Em 2003, o Plano de Mudança Climática Canadense incluiu o valor de \$ 154 milhões dólares (canadense) a serem investidos em medidas que dêem suporte aos esforços canadenses na redução das emissões dos gases de efeito estufa. Os recursos ajudarão no aumento da oferta dos combustíveis alternativos, como o etanol e o biodiesel, e no incentivo ao setor de transporte em aumentar a sua utilização. O Plano incluía também a liberação de \$ 100 milhões dólares (canadense) para o Programa de Expansão de Etanol para financiar a construção de novas usinas de álcool no país. Este programa visa à expansão da produção e da demanda de etanol no Canadá e a redução das emissões de gases poluentes. Em 2003, os projetos aprovados correspondiam a uma capacidade produtiva de 749 milhões de litros de álcool anidro. A estratégia governamental é, em 2010, alcançar a meta de 35% da gasolina vendida no país conter a mistura de 10% de álcool, o que representará uma demanda de 1,5 bilhão de litros de etanol.

A produção de álcool combustível possui custos mais elevados que os da gasolina, reduzindo a competitividade desse combustível no livre mercado. Esta diferença de preço é caracterizada como uma barreira à entrada no mercado de combustíveis alternativos, e esta pode ser minimizada através da adoção de subsídios por parte do governo. No Canadá há a presença de subsídios tanto federais como provinciais incentivando o desenvolvimento do mercado de etanol. Muitos desses incentivos concedidos pelas províncias possuem condições associadas a eles e foram introduzidos também em períodos distintos, gerando barreiras comerciais em algumas regiões.

Esta característica canadense favorece o desenvolvimento de vários mercados de etanol individuais, impedindo, muitas vezes, que uma determinada usina possa beneficiar-se das economias de escala. Isto porque uma grande parcela do mercado de gasolina deveria adotar a mistura de etanol ao mesmo tempo para absorver toda a

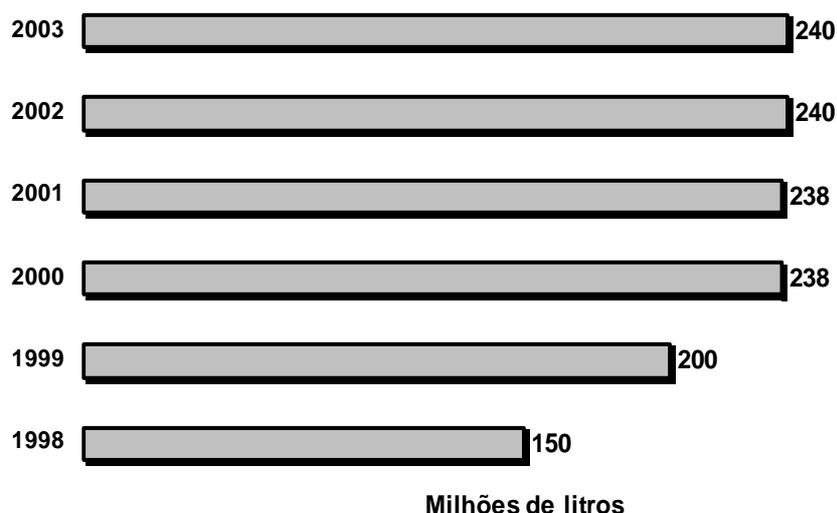
produção, e como a comercialização em cada província possui regras diferenciadas, o escoamento de uma grande produção torna-se mais complicado.

O Canadá construiu muito poucas usinas na última década e seu custo de capital na construção de novas unidades e os de produção são muito elevados em comparação aos custos do Brasil e dos Estados Unidos. Segundo o estudo a diferença de custos entre estes países é explicada pelas suas diferentes curvas de aprendizado. As usinas canadenses possuem pouca experiência na produção de álcool combustível e por este motivo situam-se em um ponto mais elevado na curva. A falta de experiência no processo de produção de etanol é o principal fator explicativo dos elevados custos das unidades canadenses.

Uma das soluções para tentar reduzir os custos, pode ser o beneficiamento da experiência acumulada das unidades americanas. Os avanços obtidos no mercado americano poderiam ser aplicados ao mercado canadense. Por exemplo, os Estados Unidos investem na pesquisa de novas variedades de milho, o que contribui para a redução dos custos, pois variedades mais produtivas podem vir a ser desenvolvidas. Essas novas variedades podem tornar-se disponíveis no mercado canadense, contribuindo para redução de seus custos de produção. O Canadá pode vir também a desenvolver suas próprias variedades de milho e de trigo, principais matérias-primas para a produção de álcool no país.

O mercado canadense de álcool combustível é relativamente pequeno quando comparado aos mercados brasileiro e americano, sendo limitado a poucos compradores e vendedores que vem executando transações baseados nos contratos de longo prazo. Estima-se que em 2003 o consumo de álcool situou-se no patamar de 280 milhões de litros, e a produção, segundo Nastari (2004), foi de 240 milhões de litros, como pode ser visto no gráfico 13. O objetivo é aumentar a produção para atender a uma demanda estimada de 1,5 bilhão de litros em 2010.

Gráfico 13: Produção de Etanol Canadense 1998-2003



Fonte: F.O. Licht *apud* Nastari (2004).

*União Européia*³⁹

A União Européia está desenvolvendo uma política que visa introduzir e aumentar a utilização dos biocombustíveis, principalmente, no setor de transportes. Existe a preocupação com as questões ambientais – necessidade da redução das emissões de gases de efeito estufa, com o cumprimento do Tratado de Quioto e com a redução da dependência da energia importada – principalmente, o petróleo. A utilização mais intensa dos biocombustíveis contribuirá para a redução das emissões, e conseqüentemente do cumprimento do Tratado de Quioto, e para a redução das importações de petróleo.

De acordo com Livro Branco da Comissão “Energia para o Futuro: Fontes de Energia Renováveis”, o desenvolvimento das fontes de energia renováveis é um dos objetivos centrais da política energética da Comunidade desde 1986, onde foi enumerado a promoção dessas fontes como um dos objetivos energéticos. No documento, as fontes de energia renovável são vistas como uma questão estratégica, com contribuição ao abastecimento energético da União Européia. No entanto, são necessárias políticas específicas que favoreçam a exploração do grande potencial dessas fontes. O objetivo é aumentar a participação das fontes renováveis no balanço

³⁹ Baseado, principalmente, nas interpretações da autora das Diretivas 2003/30/CE de 8 de maio de 2003 e 2003/96/CE de 27 de outubro de 2003.

energético de 6%, em 1997, para 12% até 2010, o que depende do sucesso e do crescimento das diferentes tecnologias renováveis. O Livro Verde “ Para uma Estratégia Europeia de Segurança do Aproveitamento Energético” destaca que os investimentos necessários para atingir esta meta são de 165 milhões de euros entre 1997-2010, sendo importante também o desenvolvimento de políticas públicas tanto ao nível da Comunidade Europeia como no nível nacional.

Com relação à introdução dos combustíveis renováveis no setor de transportes, a meta europeia é a obtenção de uma penetração de 2% até o final de 2005, 5,75% em 2010, chegando a 20% em 2020 do total da gasolina e diesel utilizados nos transportes. Este setor é responsável por mais de 30% do consumo total de energia na Comunidade Europeia, e está em expansão, assim como as emissões de dióxido de carbono. Estima-se que entre o período de 1990-2010, as emissões de CO₂ no setor de transportes sofrerão um aumento de 50% passando a 1.113 milhão de toneladas, sendo o transporte rodoviário responsável por 84% deste total. Uma utilização maior dos biocombustíveis contribuiria tanto para a redução da dependência do petróleo como para redução das emissões de gases causadores do efeito estufa, favorecendo o cumprimento das exigências do Protocolo de Quioto.

Os biocombustíveis podem ser disponibilizados puros ou em concentração elevada em derivados de petróleo, em conformidade com normas de especificações técnicas e de qualidade para os transportes; ou como líquidos derivados de biocombustíveis, como o ETBE⁴⁰.

Apesar da inclinação à utilização dos biocombustíveis no setor de transportes, as preocupações com as normas de qualidade dos combustíveis, das emissões dos veículos e da qualidade do ar prevalecem, e deverão ser cumpridas também pelos combustíveis renováveis. Para isso, prevê-se o desenvolvimento de normas específicas para os novos combustíveis que prevejam os parâmetros de volatilidade e preservem os requisitos de desempenho ambiental. Novas normas são vistas como necessárias, pois, as antigas foram desenvolvidas especificamente para os combustíveis fósseis, cujas especificações técnicas diferem das dos biocombustíveis.

Apesar do incentivo à maior utilização dos biocombustíveis no setor de transportes, existe a ressalva quanto à disponibilidade generalizada e competitividade

⁴⁰ De acordo com a alínea ‘a’ do § 2º do artigo 2º da Diretiva 2003/30/CE, Bio-ETBE é o ETBE produzido a partir do bioetanol e a percentagem volumétrica de bio-ETBE calculada como biocombustível é de 47%. Bio-etanol, é sua vez, é definido como o etanol produzido a partir da biomassa e/ou da fração biodegradável de resíduos, para utilização como biocombustível.

dos mesmos. Os biocombustíveis só poderão penetrar no mercado se a sua disponibilidade e competitividade forem garantidas. Esta promoção de utilização também deve estar em conformidade com os objetivos ambientais e de segurança de abastecimento, bem como com as medidas e objetivos políticos de cada Estado-Membro. A elevação da utilização dos biocombustíveis nos mercados nacionais e comunitário depende da disponibilidade de recursos e matérias-primas, das políticas nacionais e comunitárias de promoção dos mesmos e das disposições fiscais, bem como do envolvimento adequado de todos os interventores/partes interessadas.

A política da Comunidade Européia prevê isenções e reduções tarifárias, redução das distorções da concorrência e manutenção do incentivo de uma redução dos custos básicos dos produtores e distribuidores através de ajustes que considerem a variação dos preços das matérias-primas, com o objetivo de promover os biocombustíveis. Outras isenções ou reduções também podem tornar-se necessárias caso haja o risco de perda da competitividade no plano internacional ou então por questões de ordem social ou ambiental. A tabela 11 contém uma lista de países e suas reduções tarifárias ao etanol relativas aos impostos cobrados da gasolina A (gasolina sem chumbo tetraetila).

Tabela 11 - Créditos Europeus ao Etanol

País	Redução do imposto incidente sobre os combustíveis (€l)
Finlândia	0,30
França	0,37
Alemanha	0,63
Itália	0,23
Espanha	0,42
Suécia	0,52
Reino Unido	0,29

Fonte: F.O.Lincht (2004) *apud* IEA (2004)

De acordo com Nastari (2004) as estimativas da demanda potencial de álcool em 2010 da União Européia são de 13 bilhões de litros, e os produtores pretendem suprir esta demanda com a produção de 2 bilhões de litros a partir da beterraba e 11 bilhões a partir de cereais. O Brasil chegou a negociar cota de importação de 1,2 bilhão litros/ano no acordo UE/Mercosul.

IEA (2004) destaca alguns países produtores de etanol da Europa, que serão descritos a seguir. A França, de acordo com o estudo, é o maior produtor de biocombustíveis, produzindo tanto etanol como biodiesel. Embora a produção tenha

sido estável nos últimos anos, o país conseguirá, provavelmente, responder rapidamente aos novos objetivos da União Europeia e às políticas fiscais, e poderá estender os créditos e subsídios como instrumentos de suporte favoráveis. RFA (2005b) destaca que na França o biodiesel e o bio-ETBE são parcialmente isentos da tributação, sendo suficiente para compensar as diferenças de custos com os combustíveis convencionais. O bioetanol misturado na gasolina diretamente também é isento parcialmente de tributação. Essas isenções dos biocombustíveis são sujeitas a cotas que são ajustadas a cada ano. Em 2004, as cotas foram de 387,5 mil toneladas para o biodiesel, 199 mil toneladas para o bio-ETBE e 12 mil toneladas para o bioetanol.

A Alemanha vem utilizando mais o biodiesel que o etanol e adotou em novembro de 2003 uma política fiscal para os biocombustíveis de acordo com a Diretiva Europeia. Os biocombustíveis passaram a ser isentos dos impostos que recaem sobre a gasolina num período de seis anos, esta isenção é de €0,47 por litro e está garantida para os combustíveis com misturas superiores a 5% e para o álcool, sendo que sobre este recai elevados impostos de importação com o intuito de incentivar o etanol produzido na Europa e desestimular as importações.

A Itália produz apenas biodiesel, mas recentemente criou incentivos fiscais à produção de etanol, com reduções de 43% de imposto por três anos, para dar suporte à produção de ETBE. A Espanha é o maior produtor de etanol da União Europeia, e planeja elevar sua produção para mais de 500 milhões de litros até 2006 e expandir a capacidade de produção de biodiesel. Os governos nacional e regionais concedem subsídios para a construção de novas unidades e para promover a utilização de etanol. O maior produtor de etanol, Abengoa, recebe dedução fiscal de 100% e o governo provincial de Castilla-Léon, oferecerá suporte para que a energia renovável alcance a meta de 9-12% em 2010.

Na Suécia utilizam-se tanto altas quanto baixas misturas de etanol, incluindo 250 milhões de litros de E5 (95% de gasolina e 5% de etanol), dos quais, aproximadamente, 50 milhões de litros de álcool correspondem à produção interna, sendo o restante importado. Uma nova planta está sendo construída na parte oriental do país, no sul de Estocolmo, onde o etanol produzido será vendido na mistura E5.

O Reino Unido possui várias iniciativas para a promoção dos combustíveis alternativos e dos veículos com baixas emissões. O país faz usos significativos de incentivos fiscais para uma ampla quantidade de biocombustíveis, segundo RFA (2005b) os subsídios são de 20 pences (US\$ 0,36 ou €0,33) por litro de biodiesel ou

biocombustível. Os impostos que recaem sobre os veículos são diferenciados de acordo com a quantidade de emissões de CO₂ e do tipo de combustível que utiliza, e os impostos sobre os combustíveis também são diferenciados, com importantes reduções para os biocombustíveis. Por exemplo, em 2003, o imposto sobre estes foi de 41 centavos de euros por litro, comparado aos 78 sobre a gasolina sem chumbo tetraetila, no entanto, o suporte atual para os biocombustíveis é limitado. A tabela 12 ilustra a diferenciação dos impostos por tipo de combustível e nível de emissão de CO₂.

Tabela 12 - Impostos Anuais Veiculares no Reino Unido (libra/ano)

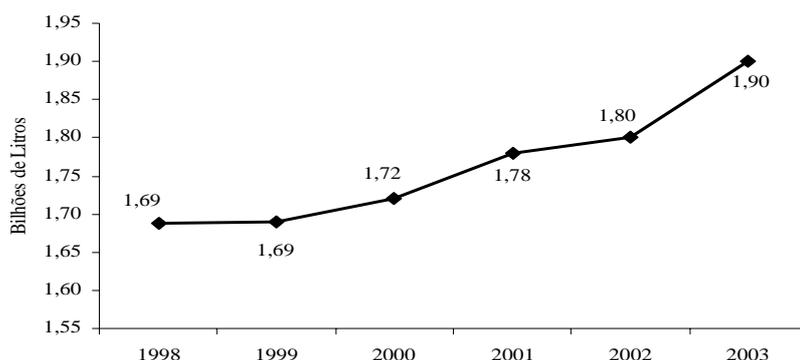
Variação de Emissão de CO₂	Veículos Diesel	Veículos Gasolina	Veículos Comb. Alternativo
Até 100	75	65	55
101-120	85	75	65
121-150	115	105	95
151-165	135	125	115
166-185	155	145	135
Acima de 185	165	160	155

Fonte: UK DVLA (2004) *apud* IEA (2004).

Índia

A Índia também é um grande produtor de cana-de-açúcar, produzindo açúcar e também etanol. Recentemente iniciou o seu programa do álcool, com a adição de 5% do produto na gasolina consumida no país. Em 2000, a produção nacional de álcool alcançou o patamar de 1,7 bilhão de litros, total este referente à produção de todos os tipos de álcool (industrial, de bebidas e farmacêutico) (IEA, 2004). O gráfico 14 ilustra a produção de álcool indiano no período 1998-2003.

Gráfico 14: Produção de Álcool da Índia



Fonte: F.O. Licht *apud* Nastari (2004).

Em 2002, de acordo com IEA (2004), iniciaram-se vários projetos para a mistura de etanol na gasolina, e na metade de 2003 cerca de 220 postos de combustíveis venderam 11 milhões de litros de etanol para a mistura. Em janeiro de 2003, o governo indiano implementou um novo programa para aumentar a produção de álcool e sua utilização no transporte. Na primeira fase do programa, algumas regiões adotaram a mistura de 5% de etanol na gasolina. A segunda fase, iniciada antes do final de 2004, expandiu a mistura a nível nacional. A terceira fase envolverá um aumento da proporção a ser misturada para 10%. Existem planos também para fazer a mistura de álcool no diesel. De acordo com o documento, Brasil e Índia assinaram um memorando relacionado às vendas de etanol e à transferência de tecnologia do Brasil para a Índia. O álcool na Índia é produzido, principalmente, a partir do melaço, mas já existem planos de utilizar a própria cana-de-açúcar e celulose.

Dados da Secex (2006) revelam que a Índia só começou a importar o álcool combustível brasileiro a partir de 2002, sendo que em 2003 não houve importações do produto, e em 2005 a Índia foi o maior importador do álcool brasileiro, mais de 390 milhões de litros.. O Gráfico 15 mostra a evolução das importações indianas.

Gráfico 15: Importações do Etanol Brasileiro



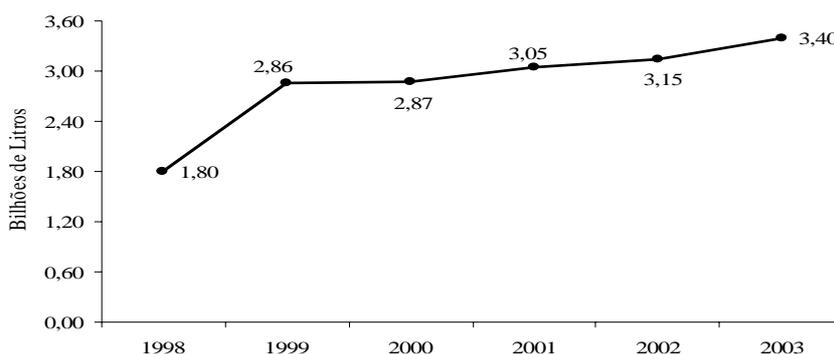
Fonte: Secex (2006).

O programa de etanol que vem sendo desenvolvido pelo país faz parte dos esforços governamentais em reduzir as importações de petróleo, melhorar a qualidade do ar, promover a produção e utilização de combustíveis mais limpos e também para ajudar e estimular a indústria nacional de açúcar (IEA, 2004).

China

A China é o terceiro maior produtor mundial de etanol com uma produção anual média de três bilhões de litros como mostra o gráfico 16. Algumas províncias estão utilizando a mistura de 10% de álcool na gasolina. O milho é a principal matéria-prima, mas as destilarias estão experimentando também a cana-de-açúcar.

Gráfico 16: Produção de Etanol da China



Fonte: F.O. Licht *apud* Nastari (2004).

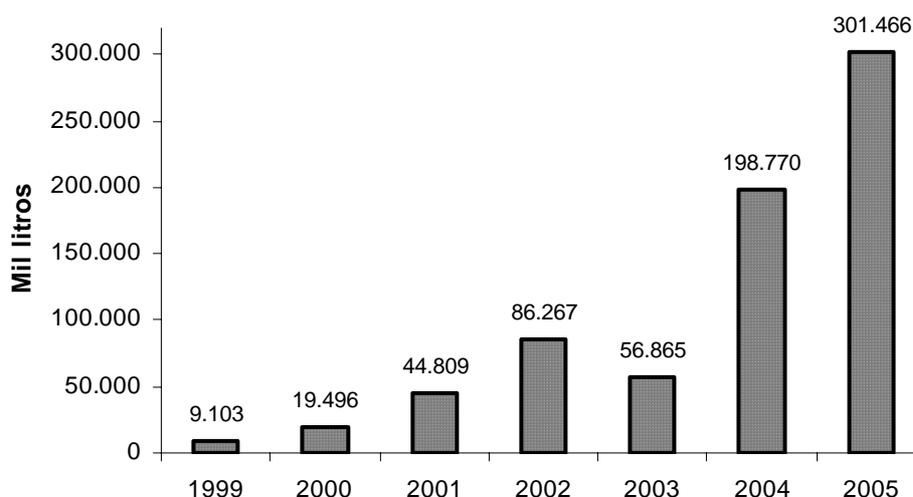
IEA (2004) ressalta que os chineses visitaram o Brasil para ver as técnicas de produção utilizadas, o enfoque político concedido ao setor e investigar a possibilidade de importar álcool combustível do Brasil. Secex (2006) revela que a China é um dos menores importadores de álcool brasileiro onde 1999 foi o ano com a maior quantidade importada: 2,5 mil litros. A China só retornou a fazer transações do produto com o Brasil em 2003, mas a quantidade comprada foi ínfima, ocorrendo o mesmo em 2005.

Japão

O Japão introduziu uma mistura de até 3% de álcool anidro na gasolina em 2004, com o objetivo de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, e desta forma atender às exigências do Protocolo de Quioto (IEA, 2004). Em 2008, o governo japonês quer alcançar a mistura de 10% de álcool anidro na gasolina, o que resultará em uma demanda de 6 bilhões de litros de etanol. O país não tem excedente de produção agrícola, e todo este biocombustível deverá ser importado do Brasil e da Tailândia.

O Japão é hoje o segundo maior importador do álcool combustível produzido no Brasil com a importação de mais de 301 milhões de litros em 2005 (SECEX, 2006). A empresa japonesa Mitsui assinou um memorando com a Petrobras e a Companhia Vale do Rio Doce com o objetivo de estudar a possibilidade de reduzir, no Brasil, o custo de logística para a exportação de álcool carburante para o mercado japonês (PETROBRAS, 2005). O gráfico 17 ilustra o volume importado do Brasil no período 1999-2005.

Gráfico 17: Importações do Etanol Brasileiro



Fonte: Secex, 2006.

Austrália

O governo australiano também vem estimulando a utilização de combustíveis alternativos através da utilização de medidas que incluem concessões fiscais, subvenções, suporte para pesquisa e de custos para conversão dos veículos pesados de forma que passem a utilizar os biocombustíveis como, por exemplo, etanol, biodiesel, metanol e hidrogênio (TAYLOR, 2004).

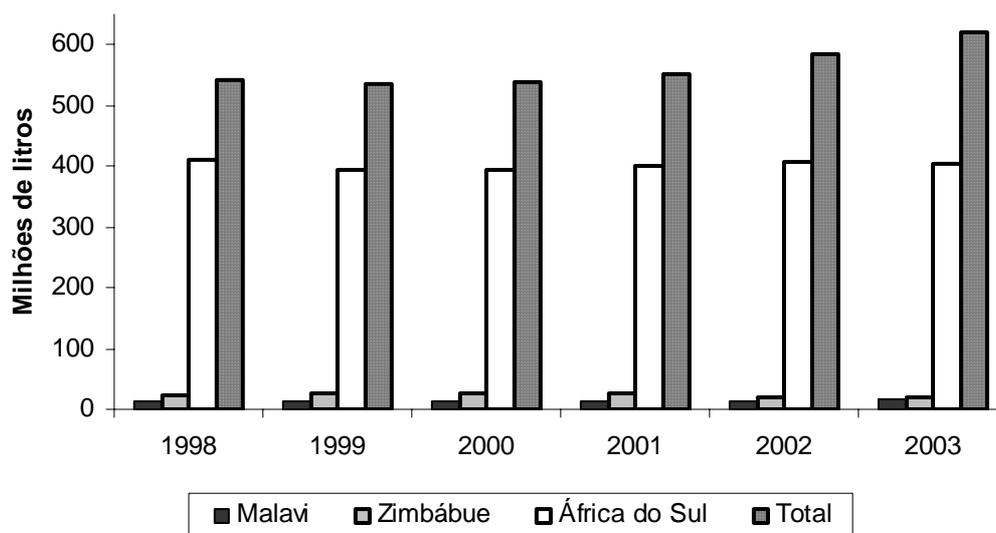
O governo estabeleceu a meta de utilização de 350 milhões de litros de biocombustíveis (cerca de 2%) no sistema de transporte até 2010. Para sustentar esta estratégia, o governo vem introduzindo subsídios à produção dos biocombustíveis e também um programa de subvenção para estimular a expansão da capacidade produtiva. O incentivo à produção de biocombustíveis faz parte da estratégia governamental para lidar com a escassez, cada vez mais próxima, do petróleo produzido no país.

Países Africanos

O continente africano é um antigo produtor de cana-de-açúcar, e de açúcar. De acordo com Macedo (2005d) a África do Sul, particularmente, tinha um grande programa de cana e de açúcar, e na década de 70, quando o Brasil estava implantando o Proálcool, foram contratados consultores africanos para ajudar a montar o programa

brasileiro. A África não tem uma grande produção de álcool (THOMAS; KWONG, 2001), mas o país possui muitos conhecimentos na produção da cana e possui também terras disponíveis para expandi-la (MACEDO, 2005d), destinando parte desta para a produção de álcool. O gráfico 18 ilustra a evolução da produção de álcool no continente africano entre 1998-2003.

Gráfico 18: Produção Africana de Etanol: 1998-2003



Fonte: F.O.Licht *apud* Nastari (2004).

IEA (2004) destaca que a África do Sul representa 70% da produção total de álcool do continente. No entanto, a maior parte da produção de álcool é destinada aos mercados industrial e farmacêutico, apenas uma pequena quantidade é destinada ao mercado de combustíveis. Mas para atender ao programa do governo de substituição do chumbo tetraetila pelo etanol, será necessária a construção de grandes unidades produtoras. Thomas e Kwong (2001) ressaltam que o país possui quatro grandes produtores de etanol, e o maior deles produzia uma média de 400 milhões de litros ao ano, em 2001, de álcool derivado do carvão, um álcool de menor qualidade. O país também produz etanol derivado do gás natural – 140 milhões de litros/ano, e do melão – mais de 43 milhões litros/ano.

Esforços na tentativa de elevar a qualidade do álcool derivado do carvão fizeram com que na metade de 1999 surgisse a possibilidade da incorporação deste combustível na mistura com a gasolina. IEA (2004) destaca que a produção de um etanol mais puro tem aumentado nos últimos anos, passando de 97 mil toneladas métricas em 2000 para

126 mil, em 2001. No entanto, apenas uma pequena parcela é destinada à mistura dos combustíveis.

O Zimbábue também é um produtor de etanol desde 1980 quando foi inaugurada uma planta de fermentação e destilação de melaço, e durante toda a década teve uma produção anual média de 30 milhões de litros. Sinicio (1997) destaca que o fator determinante para a criação do programa do álcool no país foi a questão estratégica. O Zimbábue é isolado do mar e é abastecido de combustível através de um único oleoduto que liga Moçambique ao país, e através do transporte rodoviário, vindo da África do Sul. As freqüentes perturbações políticas em Moçambique e as interrupções no transporte via África do Sul levaram o governo a priorizar a construção de uma destilaria para a produção de álcool. Atualmente, toda a produção de etanol é exportada (THOMAS E KWONG, 2001).

Malavi também começou sua produção de etanol na década de 80, em 1982, quando também eliminou a utilização do chumbo tetraetila. A produção anual é de 10-12 milhões de litros, fornecendo uma mistura de 15% na gasolina. De acordo com Sinicio (1997) as principais razões para o estabelecimento de um programa de etanol no país foram: a insegurança com relação ao suprimento de petróleo e seus derivados, considerações estratégicas e a existência de matéria-prima a baixo custo. Outro país produtor de etanol é a Etiópia com capacidade de produção de 8 milhões de litros ao ano de etanol derivado do melaço, produzidos por uma fábrica de açúcar inaugurada em 1999.

O chumbo tetraetila ainda é utilizado como aditivo em muitos países do continente africano e começou a ser utilizado na gasolina, pois de todos os aditivos, era o mais barato. No entanto, à medida que vários países foram eliminando sua utilização, substituindo por aditivos mais limpos, seu mercado começou a se retrair ocasionando a elevação de preços. Thomas e Kwong (2001) destacam que no período entre 1980 e 1999 o preço do chumbo tetraetila passou de US\$ 0,01 para US\$ 0,025 por grama, um aumento de 150%. A concentração de chumbo tetraetila na gasolina varia de 0,15 g/l e 0,8 g/l, sendo assim, o custo por litro passou a variar entre US\$ 0,004 para US\$ 0,02 a partir de 1999. Os autores ressaltam que apesar do chumbo tetraetila ser o aditivo mais barato, preços mais elevados do barril de petróleo viabilizam outros aditivos como o MTBE e o etanol. Este em particular, vem registrando também queda nos seus custos de produção, tornando-o mais atrativo que o MTBE, cuja utilização vem sendo banida nos Estados Unidos por causa da poluição dos lençóis freáticos.

A adição de chumbo tetraetila em uma concentração de 0,6 g/l pode ser substituída por uma mistura de 20% de etanol na gasolina. Os autores ressaltam que para substituir todo o chumbo tetraetila utilizado na África (cerca de 9 000 toneladas métricas por ano – mais da metade é utilizada na África do Sul e na Nigéria) seriam necessários aproximadamente 2,4 bilhões de litros de etanol.

Segundo os autores, a utilização do etanol é uma boa opção para a substituição do chumbo tetraetila em vários países africanos. A produção de etanol pode ser feita a partir do melaço, visto como resíduo, podendo contribuir para a estabilização do setor agrícola, e favorecer o mix de produção nacional. No entanto, para desenvolver este potencial são necessários programas de incentivos que sejam adaptados às condições locais.

3.2 ÁLCOOL HIDRATADO: SUA UTILIZAÇÃO É VIÁVEL EM TODO O MUNDO?

A utilização do álcool hidratado no Brasil iniciou-se em 1979 com o lançamento dos carros a álcool, na segunda fase do Programa Nacional do Álcool. A produção deste tipo de veículo foi consequência de um acordo entre o governo e a indústria automobilística, com o objetivo de aumentar a demanda pelo álcool combustível. De 1975 – início do Proálcool – até 1979 apenas o álcool anidro era produzido e consumido na mistura com a gasolina. No final de 1978 a produção do álcool anidro era muito superior à demanda, sendo necessária a criação de uma nova demanda para reduzir os prejuízos do setor sucroalcooleiro, por isso o lançamento dos carros a álcool.

No capítulo 1 foi tratado um pouco do contexto histórico da utilização do álcool combustível no Brasil. Como visto, a produção de álcool iniciou-se após uma grave crise de superprodução do açúcar que passou a enfrentar baixos preços no mercado internacional e a formação de grandes estoques. Toda esta crise foi resultado dos elevados investimentos realizados pelos produtores nas décadas de 60 e início da de 70 com o objetivo de aumentar a produção e destinar parte desta ao mercado internacional, principalmente ao mercado americano cujo principal fornecedor, Cuba, havia saído de cena por causa do embargo econômico imposto pelos Estados Unidos.

Com isso, os demais produtores começaram a investir na expansão da produção de açúcar visando às boas oportunidades de lucro do mercado internacional. Os produtores brasileiros também investiram na expansão da produção de cana-de-açúcar

que aumentou 154% entre 1947-1975 (ANCIÃES *et al.*, 1980), e também de açúcar que sofreu um aumento de 194% entre 1940-1979, e as exportações registraram aumento de 574% no mesmo período (GOMENSORO, 1985). Santos (1993) destaca:

A política açucareira é de franca expansão da produção, com um vasto programa de modernização da agroindústria canavieira. Poucas vezes advertem contra uma possível superprodução mundial em dois ou três anos, dados os investimentos maciços de exportadores tradicionais e a entrada de novos produtores no mercado externo, atraídos pelos altos preços do produto então em vigor.

No início dos anos 70, novos investimentos foram realizados e de acordo a autora apesar do preço do açúcar começar a registrar queda esta não era percebida pelos agentes do setor.

A verdade, contudo, é que, estimulados pelos preços recordes do açúcar, investimentos em novas usinas, a partir de 1973, provocariam uma acumulação de estoques sem precedentes na safra 1976/77. Entretanto, se o setor açucareiro se aproximava de grave crise, tal não era a percepção nem dos tomadores de decisão nem dos produtores. Essa percepção, e não a realidade de uma crise que se avizinhava, é que vai determinar as preferências de política desses atores (Santos, 1993).

Esta crise de superprodução do açúcar levou o setor sucroalcooleiro a pressionar o governo a adotar a mistura do álcool anidro na gasolina. Nesta época o álcool era visto como válvula de escape da produção de açúcar. Segundo a autora, a produção alcooleira da safra 1975/76 foi de 555 milhões de litros, enquanto a da safra 1979/80 atingiu mais de 3,39 bilhões de litros, ultrapassando a meta de 3 bilhões estabelecida para 1980. Ao final de 1978, a capacidade de absorção da produção de álcool anidro aproximava-se do fim, a continuação da expansão da produção de álcool dependeria do sucesso dos carros a álcool.

A conjunção desses dois fatores – recalque do açúcar devido à crise açucareira internacional e grande capacidade ociosa das destilarias de São Paulo – com a expansão da área de cana-de-açúcar e da capacidade das destilarias anexas, ..., explica a superação da meta de produção do Programa para 1980 (Ibid.).

Esta contextualização da produção de açúcar e do álcool nas décadas passadas tem por objetivo dar base de sustentação às idéias que serão apresentadas a seguir. A

produção de cana-de-açúcar e de açúcar, pelo o que foi analisado, sempre seguiram “orientações” do mercado internacional. Quando o preço situava-se em patamares elevados, investimentos eram realizados na expansão da produção de cana-de-açúcar cujo objetivo era elevar a produção de açúcar, destinando grande parte ao mercado externo com o intuito de aproveitar as boas oportunidades de lucro.

A produção de álcool, por sua vez, nunca foi ditada, diretamente, pelo comportamento do mercado internacional, até o momento. Atualmente, o grande interesse de diversos países na mistura de álcool na gasolina e o fato do Brasil ser o maior produtor internacional e também o maior exportador têm levado ao aumento dos investimentos nacionais na expansão da produção de cana-de-açúcar, na expansão das usinas existentes e na construção de novas unidades, além dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento na busca de novas técnicas produtivas e novas tecnologias mais eficientes.

No contexto internacional, novos países vêm investindo na produção interna do álcool automotivo – álcool anidro para a mistura com a gasolina. O aumento no interesse pela adição do álcool anidro na gasolina tem levado muitos países a aumentarem suas produções de etanol e/ou a investirem no seu desenvolvimento com o objetivo de produzirem quantidades suficientes para atender à demanda interna.

Além do aumento da produção a partir da utilização de tecnologias existentes, deve-se considerar que nos próximos anos novas tecnologias assim como novas técnicas produtivas mais eficientes passem a ser incorporadas no processo de produção contribuindo para o aumento da produção de álcool anidro no cenário internacional.

Tecnologias como a da hidrólise vem sendo desenvolvida por diversos países do mundo e pode vir a se tornar viável economicamente daqui a uns 10-20 anos (MACEDO, 2005d). Outras tecnologias também vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de elevar a produtividade da produção de álcool combustível. A viabilidade econômica da produção de etanol a partir da celulose será muito importante, pois permitirá o aumento da produção de álcool combustível, principalmente, pelos países do hemisfério norte. Isto contribuirá, num primeiro momento, ao fortalecimento do mercado de álcool, visto que este se tornará uma *commodity* internacional.

O aumento da produção de álcool combustível com criação de excedentes pode vir a se tornar benéfico dentro de um horizonte de 50 anos, onde a produção de petróleo tornar-se-á cada vez menor. O petróleo se tornará um produto cada vez mais caro de ser extraído e produzido, o que viabilizará a utilização de outras energias alternativas que

hoje possuem um custo de produção superior aos das energias convencionais, inclusive os combustíveis renováveis. Os biocombustíveis podem vir a substituir parte dos combustíveis fósseis consumidos no setor de transporte. Essa substituição é limitada porque esses biocombustíveis são produzidos a partir de matérias-primas que precisam ser cultivadas, precisando, assim, de terras férteis, que por sua vez não são distribuídas de forma igual ao redor do mundo.

Assim como o Brasil no início do desenvolvimento de sua produção em larga escala de álcool anidro, os demais países produtores que estão expandindo suas produções e outros que estão se inserindo neste novo mercado podem vir a registrar um aumento de suas produções internas do álcool anidro, gerando grandes excedentes. Em um primeiro momento, a primeira medida a ser tomada é a redução das importações do produto, o que afetaria diretamente o Brasil, grande exportador de álcool, e o aumento do percentual de mistura de álcool na gasolina. Em um segundo momento, poderia ser adotada a utilização do álcool hidratado como fez o Brasil no final da década de 70.

É importante ressaltar que nem todos os países estão inclinados a adotarem a mistura álcool-gasolina, mas o fortalecimento do mercado internacional do álcool pode atrair novos países a adotarem a mistura o que poderia aumentar a demanda pelo produto, impedindo o excesso de produção no cenário internacional. Segundo Nastari (2004) se fossem adicionados 10% de álcool em toda a gasolina consumida no mundo (20 milhões de barris/dia) seriam necessários 2 milhões de b/d de etanol. O Brasil produz 265 mil b/d, e esta demanda representaria 7,5 vezes a produção do país. Mas, como nem todos os países estão aptos a adotar a mistura, considera-se apenas que a mistura ocorrerá em 60% dos blocos mais prováveis, a demanda seria então de 1,08 milhão de b/d: 4 vezes a produção nacional, sendo necessários 10 milhões de hectares com cana em todo o mundo (supondo que pudesse produzir cana em todo o mundo) – só a soja ocupa no Brasil 18 milhões de hectares. O atendimento desta demanda potencial é factível.

À medida que o mercado mundial de álcool for se desenvolvendo e se fortalecendo, com a entrada de novos países produtores e com o aumento da oferta do combustível, novos países podem passar a adotar a mistura álcool-gasolina. Ou seja, novos países podem começar a produzir o álcool automotivo ou então podem passar a comprar o produto no mercado internacional. Por outro lado, países que hoje estão investindo na produção interna do álcool podem preferir uma política de utilização do

álcool hidratado, considerando, aqui, um cenário de excesso de produção de álcool anidro.

A utilização do álcool hidratado favoreceria também a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa e do consumo de gasolina. Os carros *flex-fuel*, lançados no mercado nacional, abre perspectivas ilimitadas para a expansão internacional do mercado de álcool combustível (TRANSPETRO, 2005c) e estes veículos poderiam vir a ser exportados pelo Brasil para os demais países interessados no novo combustível.

No caso brasileiro, os carros *flex-fuel* podem rodar tanto com o álcool hidratado como com a gasolina C (que contém a mistura de 25% de álcool anidro). No entanto, algumas montadoras como a Renault já produzem seus carros *flex-fuel* capazes de rodar não apenas com a gasolina C, mas também com a gasolina A, vendida em diversos países. A utilização destes automóveis expandiria o mercado mundial do álcool automotivo e contribuiria para a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa.

É importante ressaltar também que caso seja adotada a utilização do álcool hidratado esses novos países consumidores do produto terão que desenvolver toda uma infra-estrutura de transporte, distribuição e armazenamento deste tipo de álcool e a indústria automobilística também terá que adotar materiais mais resistentes ao combustível. Ou seja, o desenvolvimento deste novo mercado incorrerá em novos custos. IEA (2004) ressalta que a construção de um tanque com capacidade para 25 mil barris custa cerca de US\$ 500 mil e somados aos custos dos sistemas de mistura do álcool à gasolina e os custos com as modificações dos terminais podem alcançar mais de US\$ 1 milhão. O mercado irá sinalizar a vantagem da utilização deste novo combustível.

A utilização do álcool hidratado pelos demais países poderia definir a segunda fase da utilização do álcool automotivo no cenário internacional, assim como ocorreu no Brasil: primeira fase do Proálcool utilização do álcool anidro; segunda fase, utilização do álcool hidratado. Como foi visto neste capítulo muitos países estão desenvolvendo seus programas de álcool automotivo com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo e as emissões de gases causadores do efeito estufa. A entrada de novos atores e o aumento da produção pelos países que já são produtores aumentará a produção mundial de álcool automotivo nos próximos anos podendo inclusive viabilizar o consumo de álcool hidratado por estes países. No próximo capítulo será analisada a

infra-estrutura brasileira de escoamento da produção do álcool para o mercado interno e externo. Novos investimentos estão sendo realizados com o objetivo de expandir esta capacidade e de atender ao aumento da demanda pelo álcool combustível.

CAPÍTULO 4: INFRA-ESTRUTURA PARA ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO

Este capítulo analisa questões relacionadas à infra-estrutura de transporte do álcool automotivo. Como será visto, o álcool utiliza o sistema existente dos derivados de petróleo, não apresentando nenhum tipo de gargalo. O aumento da demanda e também da oferta estão estimulando a expansão desse sistema, de forma a escoar a produção eficientemente para as regiões consumidoras que não são produtoras ou que não sejam auto-suficientes e também para o mercado internacional que vem sinalizando novas oportunidades de negócio.

4.1 O TRANSPORTE DE DERIVADOS E DE ÁLCOOL

Ao término da primeira fase do Proálcool e início da segunda os sistemas de transporte e distribuição do álcool mostravam-se inadequados para escoar toda a produção dos centros produtores aos centros consumidores. Foi necessário, assim, construir uma rede de tanques de armazenagem e centros de coletas, além da criação de um sistema de transporte (dutos, ferrovias, rodovias, cabotagem) para transferir o álcool das usinas produtoras para os centros de coleta, e destes para os distantes centros de mistura, o que permitiria o escoamento de toda a produção de álcool destinada à mistura álcool-gasolina e a sua distribuição em todo o território nacional assim como a do álcool hidratado.

Santos (1993) destaca que o CNAL aprovou a Resolução nº 6/80 a qual estabeleceu que o álcool carburante tivesse um sistema de transporte idêntico ao que era usado para os derivados de petróleo. Os meios de transporte deveriam ser empregados de acordo com a seguinte ordem de prioridade: dutos; cabotagem; ferrovias; e, rodovias. Sendo que as rodovias só deveriam ser utilizadas em distâncias inferiores a 300 quilômetros. A Petrobras já contava com um amplo sistema de transporte para os derivados de petróleo, possuindo, assim, grande vantagem sobre as empresas privadas no transporte de álcool a média e longa distâncias.

Com relação à utilização dos modais ferroviário, hidroviário e rodoviário no transporte dos combustíveis, esses três tipos de modais são utilizados para o escoamento

do combustível do centro produtor ao consumidor final, assim como o modal dutoviário, como será visto na seção 4.2.1. Fleury (2005) ressalta que a entrega do produto das usinas às bases primárias (fluxo primário) é feita em 100% pelo transporte rodoviário, com uma distância média percorrida de 200 km. As transferências entre as bases de distribuição (fluxos de transferência) de combustíveis em geral (derivados e álcool) é realizada em 61% dos casos pelo transporte ferroviário, 31% pelo rodoviário e 8% pelo transporte fluvial, e as distâncias médias percorridas são de 717 km, 597 km e 1.000 km, respectivamente. A transferência dos produtos das bases primária e secundária para ao consumidor final (fluxo de entrega) é feita 100% pelo transporte rodoviário, com pequenas distâncias percorridas: 69% em percursos de 0-100 km, 15% entre 100-200 km, 7% entre 200-300 km, 9% entre 300-600 km.

Atualmente, a subsidiária da Petrobras, a Transpetro, presta serviços de transporte de álcool, ligando o centro produtor aos centros de distribuição. A existência de uma infra-estrutura própria conferiu, no passado, vantagens à Petrobras no processo de transporte e distribuição do álcool combustível, e poderá também trazer grandes vantagens à empresa no cenário atual de crescimento do mercado de álcool combustível, principalmente com relação ao cenário internacional. A empresa já vem realizando investimentos para aumentar a capacidade de transporte de álcool do centro produtor até os portos, com o objetivo de aumentar o volume do produto exportado, como será visto na seção 4.2.3. O transporte dutoviário do álcool é feito pela Petrobrás e como será visto a seguir o volume transportado em 2005 foi, aproximadamente, 1 bilhão de litros, quase o dobro do transportado em 2004.

4.1.1 A Participação da Petrobras no Processo⁴¹

O transporte de álcool pode ser feito por dutos, rodovias, ferrovias ou hidrovias. A Petrobras possui um amplo sistema de transporte de combustíveis, prestando serviços de movimentação⁴², armazenamento e transporte dutoviário de álcool anidro e hidratado entre alguns terminais espalhados pelo país. O sistema São Paulo/Rio de Janeiro é composto pelos seguintes Pontos de Recepção⁴³ (origem) de onde saem o produto: (i)

⁴¹ Baseado em Transpetro (2005a).

⁴² Movimentação: conjunto de atividades típicas dos terminais terrestres compreendendo o recebimento, verificações quantitativas e qualitativas, armazenamento e despacho.

⁴³ Ponto de Recepção: ponto onde o produto a ser transportado é entregue pelo carregador à Transpetro.

Terminal da Petrobras Distribuidora em Paulínia (SP), (ii) Terminal Ferroviário em Paulínia (SP), e (iii) Terminal de Guarulhos; e pelos Pontos de Entrega⁴⁴ (destino): (i) Terminal de Barueri, (ii) Terminal de Guarulhos, (iii) Refinaria Duque de Caxias.

O Sistema Paraná/Santa Catarina é composto pela Refinaria de Araucária que representa o único Ponto de Recepção e pelos Terminais de Guaramirim, de Itajaí, de Biguaçu e de Paranaguá, os Pontos de Entrega. O combustível movimentado, armazenado ou transportado, álcool anidro e/ou hidratado, deve atender a algumas especificações⁴⁵ de qualidade determinadas pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), devendo estar isentos de hidrocarbonetos, sendo submetidos a análises prévias antes da aceitação do produto.

Os terminais de Jequié e de Itabuna (BA) representam os Pontos de Recepção e de Entrega, assim como os terminais de Uberaba e Uberlândia. A prestação de serviços destes terminais inclui a descarga dos caminhões e as análises prévias do produto, com verificação de suas especificações qualitativas. A figura 5 mostra a localização dos pontos de recepção e de entrega descritos.

⁴⁴ Ponto de Entrega: ponto onde o produto transportado é entregue pela Transpetro ao carregador ou a outro destinatário por este indicado.

⁴⁵ Especificações da ANP: conjunto de documentos emitidos pela ANP, ou Órgão que o venha substituir, estabelecendo os requisitos de qualidade para o álcool anidro e hidratado.

4 mostra as bateladas mínimas por destino e os tempos de viagem⁴⁹ para que a batelada percorra o trecho indicado. Estas bateladas poderão também ser compostas por frações de produtos de diferentes carregadores.

Quadro 3: Bateladas Mínimas e Ciclos Operacionais

Origem	Batelada (m ³)	Ciclo (dias)
Paulínia sentido Barueri	5.000	15
Paulínia sentido Guararema	16.000	15
Guararema sentido Rio	16.000	15
Araucária (OPASC) – Hidratado	1.500	7
Araucária (OPASC) – Anidro	2.500	7
Araucária (OLAPA) – Paranaguá	15.000	15

Quadro 4: Batelada Mínima por Destino e Tempo de Viagem

Origem	Destino	m ³	Produto	Dias
Paulínia	Barueri	5.000	½ AEAC + ½ AEHC	20
Paulínia	Duque de Caxias	16.000	½ AEAC + ½ AEHC	50
Araucária	Guaramirim, Hidratado	500		2
Araucária	Guaramirim, Anidro	500		2
Araucária	Itajaí, Hidratado	500		3
Araucária	Itajaí, Anidro	1.000		3
Araucária	Biguaçu, Hidratado	500		3
Araucária	Biguaçu, Anidro	1.000		3
Araucária	Paranaguá	15.000	AEAC	3

Nota: AEAC – Álcool Etílico Anidro Combustível
 AEHC – Álcool Etílico Hidratado Combustível

O processo de recebimento e entrega do produto envolve perdas de volume do combustível inerentes ao processo de movimentação de produtos que pode variar entre 0,20% - 0,50%, de acordo com o ponto de recepção e de entrega do produto, como pode ser visto no quadro 5.

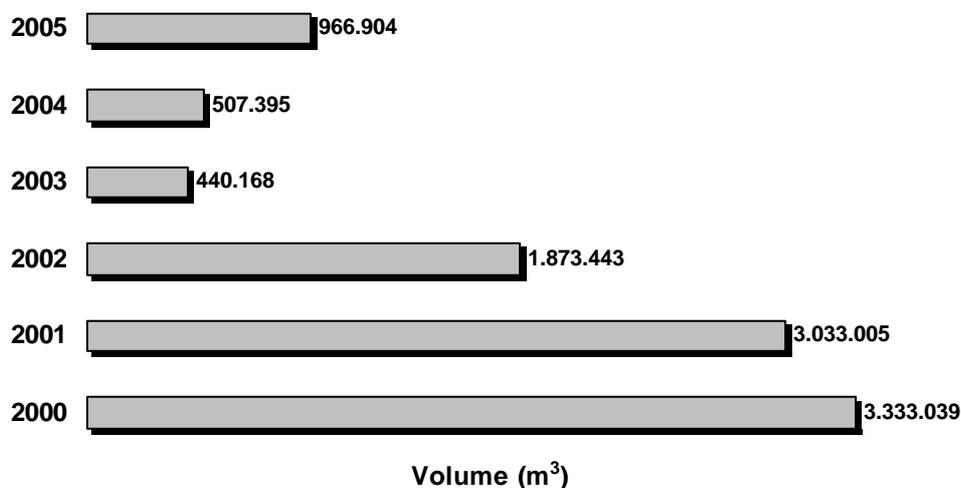
⁴⁹ Tempo de Viagem: período decorrido entre o início da transferência de uma batelada em um ponto de origem no sistema de dutos e sua disponibilização para a entrega em um ponto de destino.

Quadro 5: Perdas Admissíveis no Processo

Ponto de Recepção	Ponto de Entrega	Perda
Paulínia	Barueri	0,20%
Paulínia	Duque de Caxias	0,20%
Araucária	Guaramirim	0,25%
Araucária	Itajaí	0,25%
Araucária	Biguaçu	0,25%
Jequié	Jequié	0,25%
Itabuna	Itabuna	0,25%
Guarulhos	Guarulhos	0,20%
Uberaba	Uberaba	0,25%
Uberlândia	Uberlândia	0,25%
Araucária	Paranaguá	0,50%

O gráfico 19 ilustra a evolução do transporte dutoviário de álcool no período de 2000-2005. Note-se que o volume transportado atualmente é 71% menor que o volume transportado em 2000, mas é 91% maior que o total transportado em 2004.

Gráfico 19: Transporte Dutoviário do Álcool



Fonte: Transpetro, 2005b.

Uma maior participação da Petrobras no processo de transporte e distribuição do álcool combustível é muito importante porque contribui para a redução dos custos de transporte, reduzindo o preço final ou ao menos impedindo que o mesmo sofra elevações. A expansão do sistema dutoviário já foi anunciada pela empresa e visa principalmente o mercado internacional, mas favorecerá também o escoamento da produção para o mercado interno, principalmente com a construção do duto ligando

Ribeirão Preto à refinaria de Paulínia, que poderá se estender até Uberaba e Goiânia. Na próxima seção serão analisados os gargalos existentes na logística de distribuição dos combustíveis que podem tornar mais onerosos o transporte e distribuição do álcool.

4.1.2 Gargalos de Infra-estrutura

A infra-estrutura de transporte é apontada como o grande entrave ao desenvolvimento de qualquer tipo de mercado, inclusive o do álcool combustível. No entanto, a logística do setor sucroalcooleiro é considerada suficiente e de boa eficiência para atender a capacidade produtiva hoje instalada (PERES; FREITAS JUNIOR; GAZZONI, 2005).

O transporte do combustível dos pontos de produção até o centro de distribuição e deste para o centro revendedor é feito pelo sistema rodoviário. Os modais rodoviário, hidroviário, dutoviário e ferroviário são utilizados para transportar o produto entre as bases de distribuição (CUNHA, 2003), como será visto em 4.2.1.

No período de implementação da primeira e segunda fases do Proálcool, segundo Santos (1993), havia a necessidade de construção de um sistema de tancagem e distribuição para o álcool anidro e o hidratado. Em 1978, o excesso de produção verificados em Alagoas e Pernambuco não foi escoado para os centros consumidores devido à inadequação do sistema de tancagem e distribuição do álcool⁵⁰. Para atender a nova escala de produção da mistura álcool-gasolina e a sua distribuição por todo o território nacional, bem como à distribuição do álcool hidratado que passaria a ser produzido a partir de 1979, foi preciso construir uma rede de tanques e centros de coleta, além da criação de um sistema de transporte (dutos, ferrovias, rodovias e cabotagem) para transferir álcool das usinas produtoras para os centros de coleta, e destes para os distantes centros de mistura.

⁵⁰ A autora destaca que neste período era responsabilidade do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) coletar o álcool anidro das usinas, pagar por ele e providenciar seu transporte até os centros de mistura. As empresas distribuidoras de derivados de petróleo encarregavam-se de distribuir o produto final, a mistura álcool-gasolina, aos postos de venda das imediações. No entanto, à medida que a primeira fase do Proálcool foi-se desenvolvendo e que o volume de produção do álcool anidro aumentou, surgiu a necessidade de fazer entregas a centros de mistura localizados em pontos mais distantes, a inadequação dos sistemas de tancagem e distribuição foi-se tornando cada vez mais evidente. A crise de superprodução, em 1978, nos estados de Alagoas e Pernambuco deixou claro que o IAA não tinha possibilidade de cumprir a tarefa de distribuição do produto. A primeira fase do Proálcool encerrou-se com a Resolução nº18/78 do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), a qual determinou ser de responsabilidade das distribuidoras adquirir o álcool diretamente das usinas e transportá-lo para os centros de mistura.

A autora ressalta que a Petrobras possuía o controle do sistema de distribuição do álcool⁵¹. A Petrobras já dispunha, na época, de uma infra-estrutura própria para a tancagem e distribuição de produtos derivados de petróleo e se ofereceu a colocá-la à disposição para o fluxo de álcool. Em maio de 1980, o Conselho Nacional do Álcool (CNAL) aprovou uma legislação sobre armazenamento, estocagem e transporte do álcool hidratado. A Resolução nº 6/80 estabeleceu que o álcool hidratado tivesse um sistema de transporte idêntico ao que era usado para os derivados de petróleo⁵². Como a Petrobras já contava com um amplo sistema de transporte para os derivados de petróleo, ao contrário das demais distribuidoras que possuíam apenas seus próprios caminhões, passou a ter grande vantagem em relação às demais distribuidoras.

Na época do Proálcool, a Petrobras era a responsável pela formação dos estoques de segurança⁵³ do álcool combustível. Santos (1993) destaca que esses estoques tinham capacidade para fornecer sessenta dias de consumo de álcool às áreas circunvizinhas. Ao final de 1983 a capacidade de tancagem de álcool da Petrobras era estimada em 1,3 bilhão de litros, o que correspondia a 23,5% da capacidade total de armazenagem do país (incluindo tanques de segurança, de coleta e dos produtores), e distribuía cerca de 50% do volume total de álcool distribuído no país⁵⁴. Em contrapartida, as demais

⁵¹ O controle desse sistema implicava o controle sobre: (a) o ponto inicial do sistema, ou seja, o escoamento do álcool para fora das usinas produtoras; (b) os centros de coleta (tem a função de armazenar grandes volumes de álcool e fica situado em áreas em que a produção de álcool excede a demanda, para facilitar e reduzir os custos de transporte do combustível para áreas onde o consumo ultrapassa a produção); (c) os centros de mistura ou base de distribuição (o centro de mistura situa-se na zona da empresa distribuidora e atende à finalidade de misturar o álcool anidro à gasolina, receber o álcool hidratado e entregar ambos aos postos de serviços das imediações); e do sistema de transporte que liga as unidades de produção, os centros de coleta e os centros de mistura.

⁵² Os meios de transporte deveriam ser empregados conforme a seguinte ordem de prioridade: dutos; cabotagem; ferrovias; e, rodovias. Além disso, as rodovias não deveriam ser usadas para distâncias superiores a 300 quilômetros.

⁵³ A Resolução nº 6/80 do CNAL delineou também um sistema de tancagem para o álcool carburante hidratado composto de quatro subsistemas: (i) tanques dos produtores (de propriedade dos produtores, localizados nas unidades de produção, com capacidade para armazenar até três meses de produção de álcool); (ii) tanques operacionais (de propriedade das distribuidoras, situados nas bases de distribuição ou nos centros de mistura, com capacidade para armazenar 15 dias do consumo de álcool de suas respectivas zonas); (iii) tanques coletores (localizados nos centros de coleta, com capacidade para armazenar grandes volumes de álcool; deverão pertencer à Petrobras ou às empresas distribuidoras); (iv) tanques de segurança (localizados em áreas a serem definidas, com capacidade de armazenagem que, acrescentada a 50% da capacidade dos tanques de coleta, forneceria 60 dias de consumo de álcool às áreas circunvizinhas; o estoque de segurança dos tanques coletores seria de propriedade da Petrobras) (SANTOS, 1993).

⁵⁴ Alveal (1994) destaca que a partir de 1986 a relação entre a Petrobras e os produtores de álcool sofreu profundo abalo devido às reduções dos preços do petróleo no mercado internacional e a crise interna do país. Esses dois fatores mudaram os parâmetros que catalisavam o sucesso do programa. Até meados de 1985 a Petrobras coletava 80% do álcool produzido, refletindo o controle da estatal sobre o novo combustível líquido através de sua distribuição, mas a partir daí este controle passou a ter custos excessivamente altos para a empresa.

distribuidoras não conseguiam armazenar mais de 200 milhões de litros. Por conseguinte, o controle da Petrobras sobre o sistema de tancagem do álcool já era, naquela época substancial, especialmente no que se refere aos tanques coletores.

Atualmente, apesar da infra-estrutura de transporte ser considerada suficiente para o escoamento da produção de álcool, a infra-estrutura para armazenagem do produto é considerada insuficiente com relação à formação dos estoques estratégicos, importantes para o período entressafra. O investimento na expansão dessa capacidade envolve custos elevados e muitos desses produtores não possuem capital de giro para investir neste empreendimento. Eles argumentam que há a necessidade de uma maior participação governamental para a realização desses investimentos.

A formação de estoques estratégicos de combustível está prevista na Lei 8.176/91 que instituiu o Sistema Nacional de Estoques de Combustíveis e o Plano Anual de Estoques Estratégicos do qual constariam as fontes de recursos financeiros necessários à sua manutenção. Mas, de acordo com Nastari (2004), esta Lei nunca chegou ser aplicada.

Após o processo de desregulamentação do setor sucroalcooleiro, a BR Distribuidora, responsável pela formação dos estoques estratégicos, deixou de fazê-los. A formação desses estoques passou a ser de responsabilidade dos produtores.

Em janeiro de 2006, os produtores anunciaram a possibilidade de falta de álcool no mercado interno devido aos baixos estoques de 4 bilhões de litros, insuficientes para atender a demanda estimada de 4,8 bilhões de litros. Conseqüentemente, aumentos de preços no álcool anidro e hidratado foram verificados, e esses aumentos impactam negativamente na inflação. O governo realizou um acordo com os produtores para segurar os preços do álcool, no qual o álcool anidro passaria a ser vendido no atacado ao preço de R\$ 1,05 o litro, e o álcool hidratado deveria ficar em torno de R\$ 0,95 (DOCA, 2006b). No entanto, este acordo não garantirá menores preços aos consumidores, pois isto dependeria de um acordo com as distribuidoras. O acordo impede apenas o crescimento continuado dos preços do álcool. Em troca, o governo garantiu aos produtores a adoção de um programa de estocagem permanente para evitar flutuações de preço e garantir o abastecimento na entressafra.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), em nota à imprensa, os estoques existentes do produto são suficientes para atender o mercado até o início da próxima safra. No período entressafra da cana-de-açúcar são verificados aumentos dos preços de seus subprodutos decorrentes da queda da oferta dos produtos. No entanto, a

redução da oferta decorrente da queda da produção não significa, necessariamente, desabastecimento do mercado, devido à existência dos estoques de segurança realizados pelos produtores. Mas, a possibilidade de recuperação das margens de lucro na entressafra pode levar os produtores a elevarem os preços e assim compensar os baixos preços no período de grande produção.

Com relação ao escoamento da produção para o mercado externo, Nastari (2004) ressalta que não há nenhum tipo de restrição a este escoamento. A capacidade existente dos terminais era de 3,6 bilhões de litros, e investimentos vêm sendo realizados para ampliar esta capacidade. A Petrobras planeja exportar, em 2010, mais de 9 bilhões de litros, ampliando sua infra-estrutura para facilitar este escoamento e expandir o volume transportado.

Fleury (2005) ressalta que as deficiências na infra-estrutura de transporte geram impactos na logística de combustíveis, afetando a economia e os preços para o consumidor final. Os custos logísticos dos combustíveis são compostos da seguinte maneira: 10% estão relacionados ao custo operacional da base de distribuição, 23% refere-se ao custo financeiro de manutenção dos estoques e 67% aos custos de transporte. Os custos logísticos representam 2,4% do faturamento bruto do setor. O autor explica que estes custos podem representar uma parcela ainda maior do faturamento se não for desenvolvida a logística dos combustíveis com investimentos nos gargalos de infra-estrutura. Esses gargalos tornam o sistema ineficiente.

A logística atual de distribuição dos combustíveis apresenta gargalo ferroviário nos fluxos de transferência (base primária – base secundária⁵⁵), onde 61% do transporte são feitos por ferrovias, 31% por rodovias e 8% pelo sistema fluvial. O autor ressalta, porém, que parte dessas rotas rodoviárias (59%) são também rotas ferroviárias de combustíveis, indicando um gargalo ferroviário. Esses gargalos geram custos de R\$ 50 milhões ao ano e sobrecarregam as rodovias (aumento dos fretes rodoviários em até 5%), que por sua vez, estão em péssimas condições, afetando a eficiência de logística dos combustíveis.

O autor exemplifica o impacto da logística no preço da bomba dos combustíveis: o transporte de diesel da refinaria de Paulínia Replan até Barretos (Replan – Paulínia – São José do Rio Preto – Barretos), com a utilização de dutos, ferrovias e rodovias. No trecho Replan – Paulínia, de 80 km, utiliza-se o transporte dutoviário; entre Paulínia e

⁵⁵ A seção 4.2.1 explicita o sistema de distribuição do álcool.

São José do Rio Preto, com 419 km, utiliza-se o ferroviário; e entre São José do Rio Preto e Barretos, com 165 km, utiliza-se a rodovia. O percentual do frete no preço na bomba representa 2,8% com a utilização desses modais. No entanto, se o trecho Paulínia – São José do Rio Preto for feito por rodovias ao invés de ferrovias, a distância total a ser percorrida será de 338 km e o percentual do frete no preço na bomba passa para 5,4% (aumento de 93%), representando um aumento de preço ao consumidor ou um prejuízo para a distribuidora.

A eliminação dos gargalos ferroviários requer um investimento de R\$ 700 milhões em vagões e locomotivas, e na recuperação das linhas. A substituição das entregas rodoviárias de longa distância por ferroviárias representaria ganhos de até R\$ 15 milhões ao ano, e seria necessário um investimento de R\$ 1,5 bilhão. A construção de novos dutos para o transporte a longas distâncias não é viável, segundo o autor, pois o país não tem escala de volume suficiente. Nas regiões onde existe volume já existem dutos: regiões sul e sudeste que representam 68% do consumo da gasolina e diesel e possuem 76% dos dutos de derivados (FLEURY, 2005).

Com relação à exportação do álcool combustível as perspectivas de exportação no país indicam um crescimento de até 500%, cerca de 10 bilhões de litros deverão ser exportados em 2010. E se não forem feitos investimentos em ferrovias e dutos, o transporte das regiões produtoras até os portos deverá ser dominado pelo modal rodoviário, com todos os problemas inerentes a eles. Com relação à tancagem portuária, os investimentos já realizados ou previstos vão permitir o escoamento de grande parte do volume previsto.

4.1.2.1 O Caso Americano

Como destacado anteriormente, os custos de produção e de transporte representam a principal limitação para uma maior utilização do etanol, por isso que os mercados consumidores se desenvolvem nas proximidades das regiões produtoras. A produção americana é concentrada no centro-oeste americano (95%) e para que as demais regiões venham a consumir o etanol é necessário o desenvolvimento da infraestrutura de logística no país.

O interesse pela mistura de álcool na gasolina vem aumentando muito devido à proibição, em alguns estados, da utilização do MTBE como oxigenante e à exigência da

presença de um percentual de combustíveis renováveis na gasolina vendida cujo objetivo é aumentar o consumo dos renováveis alcançando, aproximadamente, 28 bilhões de litros (7,5 bilhões de galões) em 2012.

O etanol é o principal carburante a ser utilizado com o objetivo de atender as novas exigências. Mas, como a produção é muito concentrada em uma determinada região, serão necessários investimentos em infra-estrutura de transporte para garantir o abastecimento das demais regiões. EIA (2002b) ressalta que a produção deve continuar concentrada no centro-oeste americano nos próximos 20 anos, e a Califórnia é vista como a única entrante significativa na produção do combustível.

EIA (2002b) analisou a infra-estrutura existente nos Estados Unidos e os custos de sua expansão para desenvolver o mercado dos combustíveis renováveis, principalmente do etanol. Questões relacionadas ao transporte ferroviário e hidroviário foram analisadas e foi constatado que ambos representariam gargalos de infra-estrutura ao desenvolvimento do mercado de etanol.

Um dos problemas enfrentados pelo transporte hidroviário, por exemplo, é o congelamento das águas em várias regiões no período do inverno. A legislação americana é muito rígida também com relação aos navios que podem circular no país e com relação àqueles que transportam petróleo e seus derivados (*Jones Act*⁵⁶ e *Oil Pollution Act of 1990*⁵⁷). Isto ocasionou uma escassez de navios no país, pois vários tiveram que ser retirados de circulação e não foram substituídos, e aumentou o custo do transporte hidroviário. Além disto, foi verificado também que o sistema está congestionado e há o congelamento das águas em algumas regiões no período de inverno.

Todas essas questões levam ao aumento do interesse pelo transporte ferroviário que também possui as suas limitações. Para que um maior volume seja transportado seria necessário o seu desenvolvimento através da construção de novas estradas de ferro, da expansão das linhas existentes, do aumento da capacidade de transporte e de armazenamento. A capacidade dos terminais é limitada, podendo receber poucos vagões-tanques: alguns têm capacidade para apenas 3-5 vagões (cada vagão corresponde, a aproximadamente, 110-114 mil litros), até mesmo os grandes terminais

⁵⁶ *The Jones Act* exige que os produtos transportados entre os portos americanos sejam transportados por navios produzidos nos Estados Unidos.

⁵⁷ *The Oil Pollution Act* de 1990 (OPA90) exige que os navios que transportam petróleo e derivados possuam casco duplo e aqueles que possuam casco simples sejam retirados de circulação.

possuem capacidade para apenas 15-20 vagões. Conseqüentemente, um único trem (com 100 vagões) teria que ser dividido em vários segmentos para poder descarregar.

De acordo com o estudo, qualquer que seja o tipo de transporte escolhido (hidroviário ou ferroviário) terminais com grande capacidade de estocagem devem ser construídos por causa dos elevados riscos de desabastecimento que poderiam ser desencadeados pelos atrasos na entrega do produto. Segundo o estudo os custos de transporte (frete) podem vir a superar os custos com as modificações necessárias nos terminais de derivados de petróleo e nos postos de gasolina para misturas com 10% de etanol ou menos. O custo médio estimado é cerca de oito centavos por galão para transportar o etanol para os novos mercados consumidores.

O estudo ressalta que a Califórnia pode vir a enfrentar problemas de abastecimento por causa do transporte do combustível. Se for utilizado o sistema hidroviário, podem ocorrer atrasos na entrega do produto. Se o produto for transportado via Canal do Panamá levaria mais de um mês para ser entregue, e pode-se acrescentar ainda um atraso de 5 a 10 dias. A utilização dos rios esbarraria no congestionamento do sistema navegável do país. Com relação às ferrovias, o estado teria que desenvolver a malha ferroviária e aumentar a capacidade dos terminais para que possam receber uma grande quantidade do produto.

No início de 2004, Califórnia, Nova York e Connecticut proibiram a utilização do MTBE na gasolina reformulada substituindo-o pelo etanol⁵⁸. E, apesar dos possíveis problemas da infra-estrutura do país para suprir o etanol de forma satisfatória, Nova York e Connecticut não apresentaram problemas com abastecimento. As questões relacionadas à oferta e à infra-estrutura para substituir o MTBE pelo etanol foram muito bem atendidas pelas indústrias de etanol e de petróleo (RFA, 2005a). Foi desenvolvido um sistema adequado de distribuição com terminais adaptados para acomodar a entrega, a armazenagem e a mistura à gasolina.

⁵⁸ Na seção 3.1 o programa de álcool nos Estados Unidos foi analisado e questões relacionadas à proibição do MTBE foram ressaltadas.

4.2 O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁLCOOL

4.2.1 Escoamento da Produção para o Mercado Interno

IEA (2004) ressalta que apesar dos custos de produção dos biocombustíveis serem os maiores componentes do preço final do produto, os custos de distribuição e da revenda podem ser significativos se os biocombustíveis forem transportados a grandes distâncias até o mercado consumidor⁵⁹. Segundo Fleury (2005), a movimentação dos combustíveis nas etapas da cadeia (refinaria/usina – distribuidor – consumidor final) envolve um custo de R\$ 2 bilhões ao ano.

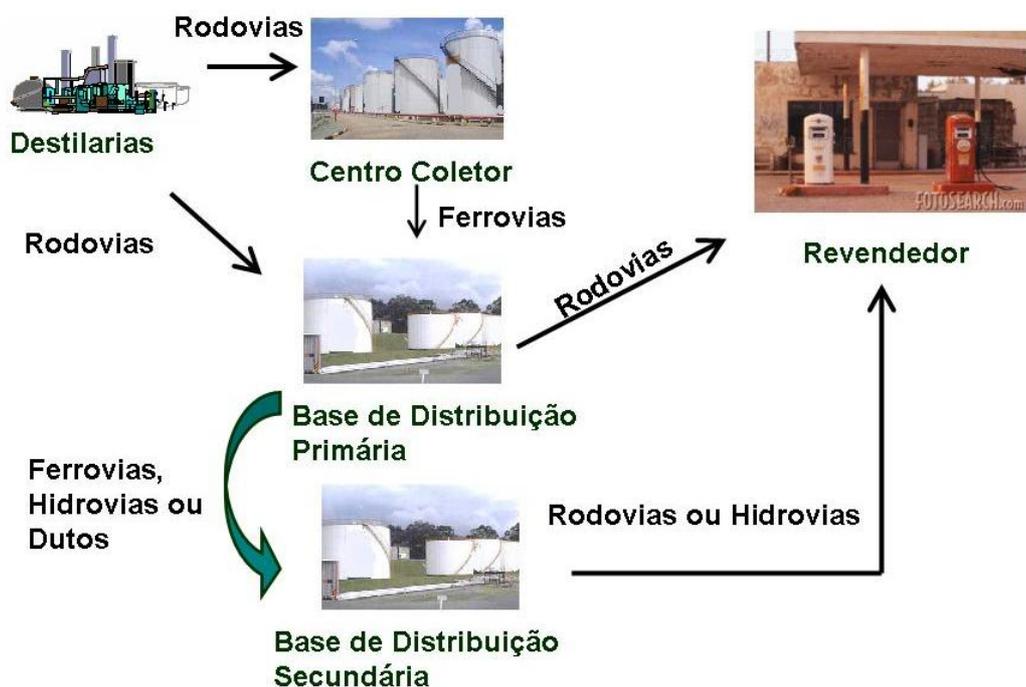
Os modais rodoviário, ferroviário, dutoviário e hidroviário podem ser utilizados para ligar o ponto produtor ao ponto consumidor da cadeia. No entanto, somente o transporte rodoviário é viável para pequenos volumes transportados; os modais ferroviário, dutoviário e aquaviário exigem uma escala mínima para serem viabilizados, sendo a utilização de dutos a opção mais barata, caso existentes (IEA, 2004).

No Brasil, o álcool utiliza o sistema existente para transporte da gasolina. O álcool, primeiramente, é transportado do centro produtor, as usinas, para os terminais de armazenamento das distribuidoras, sendo depois redistribuído para aos centros consumidores. A mistura do álcool na gasolina ocorre nesses terminais antes que o produto seja entregue aos postos.

Segundo Cunha (2003) o sistema de distribuição nacional do álcool automotivo utiliza os quatro modais relacionados anteriormente, como pode ser visto na figura 6. O transporte do produto do centro produtor (usinas) à base de distribuição primária é feito pelo transporte rodoviário. A base de distribuição (primária e/ou secundária), por sua vez, entrega o produto ao centro revendedor através do transporte rodoviário ou hidroviário, como ocorre em Manaus. Do centro produtor o combustível pode ser entregue também a um centro coletor e deste seguir para a base de distribuição através da utilização de ferrovias; ou ainda, uma base de distribuição primária pode transferir o produto para a base de distribuição secundária que seja mais próxima dos centros consumidores, através da utilização do sistema dutoviário, ferroviário ou hidroviário.

⁵⁹ O biodiesel pode utilizar o mesmo sistema de transporte do diesel sem que sejam necessárias modificações no sistema. Com relação ao álcool combustível, pequenas alterações são necessárias na infra-estrutura existente de transporte por causa da reação do combustível com o material que compõem os equipamentos, ocasionando a degradação dos mesmos.

Figura 6: Sistema de Distribuição Nacional do Álcool Automotivo



Fonte: Cunha, 2003.

A utilização desses diferentes tipos de modais de transporte varia de acordo com a região. Por exemplo, os dutos são utilizados em grande parte na região centro-sul, enquanto o sistema hidroviário é utilizado na região norte, principalmente para distribuir o álcool da base de distribuição em Manaus para as bases de distribuição secundárias localizadas nas suas proximidades. A figura 7 ilustra a infra-estrutura existente para escoamento dos derivados de petróleo e do álcool combustível produzido no país para o mercado interno.

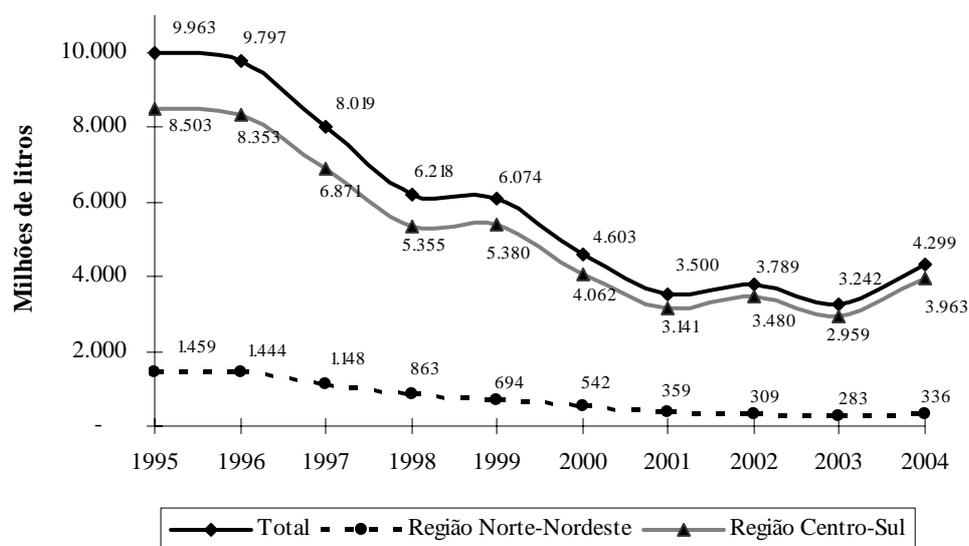
Figura 7: Infra-estrutura de Distribuição Nacional dos Combustíveis



Fonte: SINDICOM, 2006.

O sistema de distribuição brasileiro é composto por 170 distribuidoras e 485 bases de distribuição (ANP, 2005b). A capacidade nominal de armazenamento para o álcool automotivo é 702 mil m³, sendo que 76% dessa capacidade estão localizados no Centro-Sul do país. O gráfico 20 ilustra a evolução das vendas de álcool hidratado de 1995-2004, pelas distribuidoras.

Gráfico 20: Vendas de Álcool Hidratado pelas Distribuidoras, 1995-2004

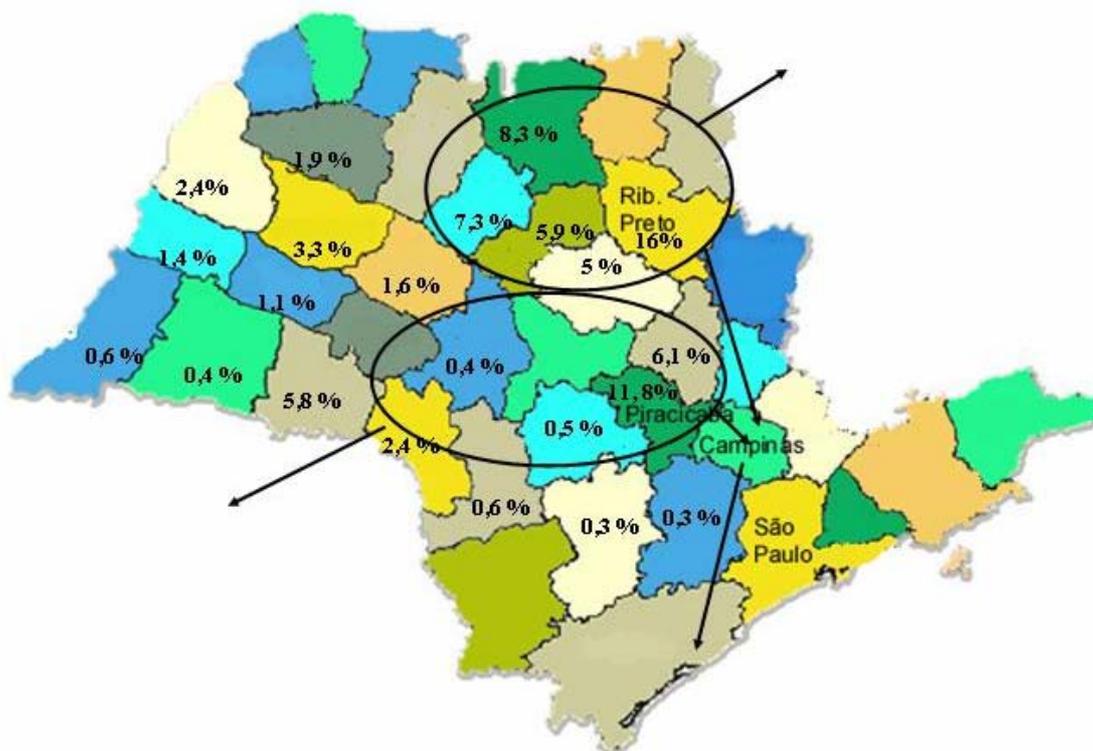


Fonte: ANP, 2005b.

A produção de cana, açúcar e álcool do Brasil estão concentradas na região Centro-Sul, sendo São Paulo o maior estado produtor (61% do total de álcool produzido na safra 2005/06). Dentro deste estado, a região de Ribeirão Preto é a maior região produtora – 16% do total de álcool produzido no estado na safra 03/04, e possui uma boa infra-estrutura intermodal suprindo o mercado interno através da utilização da ferrovia e rodovia até Paulínia. Esta possui um terminal da Petrobras Distribuidora capaz de transportar álcool por dutos até outras centrais distribuidoras (ver seção 3.2). Piracicaba representa a segunda maior região produtora do estado com participação de 12%, utilizando a rodovia para transportar o produto até Paulínia, de onde é distribuído para o mercado interno. Segundo Transpetro (2005c) essas duas regiões possuem potencial para o escoamento da produção via dutos para o mercado interno e internacional devido à alta produção⁶⁰.

⁶⁰ De acordo com CATI (2006) a região de Ribeirão Preto é composta pelos seguintes municípios: Barrinha, Brodowski, Cajuru, Cassia dos Coqueiros, Cravinhos, Dumont, Guataporá, Jardinópolis, Luiz Antonio, Pontal, Pradópolis, Ribeirão Preto, Santa Cruz da Esperança, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa do Viterbo, São Simão, Serra Azul, Serrana, Sertãozinho; e a região de Piracicaba é composta por: Águas de São Pedro, Americana, Capivari, Cerquilha, Charqueada, Jumirim, Mombuca, Nova Odessa, Piracicaba, Rafard, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Bárbara D'Oeste, Santa Maria da Serra, São Pedro, Tietê.

Figura 8: Principais Regiões Produtoras e o Escoamento da Produção



Fonte: CATI, 2006; Transpetro, 2005c.

4.2.2 Importância do Desenvolvimento da Infra-Estrutura

IEA (2004) destaca que os custos de produção e de transporte podem limitar o consumo de etanol em regiões distantes do centro produtor. Nos Estados Unidos e na União Européia os grandes mercados de etanol surgiram próximos às áreas produtoras do combustível.

Analisando dados sobre a produção e consumo de etanol no Brasil pode-se concluir que no país é verificado o mesmo comportamento. A região Centro-Sul é a maior produtora de álcool combustível, representando 88% do total produzido na safra 2004/05 (UNICA, 2006b), e também a maior consumidora, representando 92% do consumo de álcool hidratado em 2004 (ANP, 2006). Na safra 2005/06, a região Centro-Sul foi responsável por, aproximadamente, 90% do total produzido de álcool no país (CONAB, 2005) e por 92% do consumo de hidratado no ano de 2005.

O Centro-Sul é a maior região produtora, e São Paulo o maior estado produtor de cana-de-açúcar e também de álcool. Na safra 2004/05 o estado produziu 59% do álcool

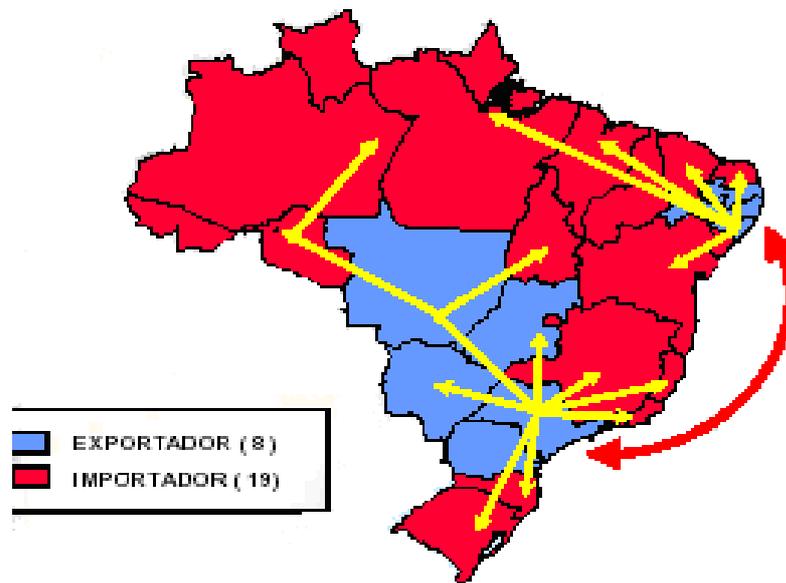
total do país e 53% do álcool hidratado, seguido pelo Paraná com 8% e 11% (UNICA, 2006b). Esses maiores estados produtores também são os maiores consumidores: São Paulo foi responsável por, aproximadamente, 50% das vendas totais de álcool hidratado em 2004, Paraná por 13% e Minas Gerais por 9% (ANP, 2006).

O desenvolvimento da infra-estrutura de logística é muito importante tanto para o aumento do consumo como para o da produção. A necessidade de se ter um plano estratégico para o setor sucroalcooleiro que inclua, entre outras, questões relacionadas à expansão da logística é de suma importância para favorecer o crescimento da indústria do país. Sistemas eficientes de logística favorecem reduções de custos e conseqüentemente dos preços finais do produto.

O desenvolvimento da infra-estrutura é muito importante também para ligar os diferentes estados produtores e os centros consumidores do país permitindo que o escoamento da produção ocorra de forma satisfatória sem que ocorram excessos de produção e escassez do produto em determinadas áreas, como o ocorrido, em 1978, em Alagoas e Pernambuco. Santos (1993) destaca que a falta de meios para escoar o álcool para os centros consumidores, gerou grandes excedentes nesses estados. O sistema existente, na época, era ineficiente para escoar toda a produção (ver 4.1.2).

Transpetro (2005c) ressalta que a infra-estrutura de distribuição do álcool combustível é muito importante para evitar a regionalização do consumo, permitindo que outras regiões do país não produtoras ou não auto-suficientes na produção de álcool possam consumir adequadamente o produto. O Brasil possui seis estados “exportadores” de álcool hidratado para o mercado interno e dezenove “importadores”, como mostra a figura 9. Os estados não produtores consumiram, em 2004, 33% da produção do país.

Figura 9: Distribuição da produção no mercado interno



Fonte: TRANSPETRO, 2005c.

4.2.3 Escoamento da Produção para o Mercado Externo

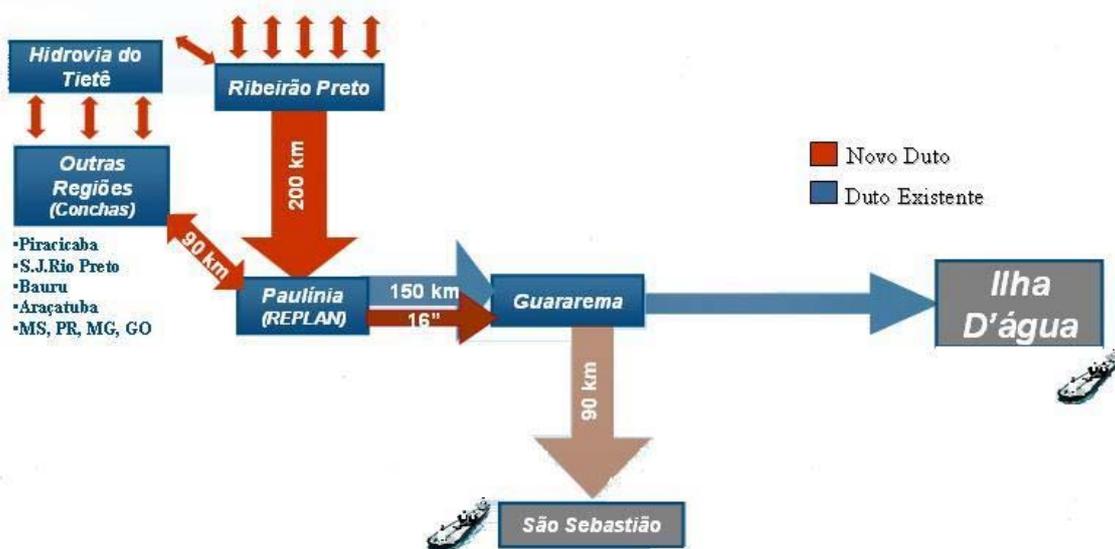
O Brasil é um grande produtor mundial de álcool combustível e o maior exportador. Em 2005 as exportações nacionais atingiram o volume de, aproximadamente, 2,5 bilhões de litros de álcool combustível (SECEX, 2006). Os principais países importadores são Índia, Japão, Holanda e Estados Unidos, cujos volumes correspondem a 46,86 % do total exportado pelo país.

Nastari (2004) ressalta que a atual infra-estrutura não tem apresentado nenhuma restrição à destinação do etanol ao mercado internacional. A capacidade atual dos terminais em operação é de 3,6 bilhões de litros/ano e novos investimentos vêm sendo feitos com o objetivo de expandir esta capacidade.

A Petrobras possui interesse no crescimento da atividade de comercialização no mercado internacional de petróleo, derivados e renováveis. Com relação ao álcool, pretende-se investir nas regiões Centro-Sudeste, Sul e Nordeste e em projetos no setor marítimo, totalizando um investimento de R\$ 400 milhões até 2010, com expansão da capacidade de exportação para 9,3 bilhões de litros (TRANSPETRO, 2005c).

Os investimentos no Centro-Sudeste compreendem: (i) a construção de um duto ligando Ribeirão Preto à refinaria de Paulínia (Replan) e de um centro coletor com o investimento total de US\$ 103 milhões com prazo de finalização do projeto em 2008; (ii) investimentos no corredor de exportação Ilha D'água/São Sebastião: • ampliação do sistema REPLAN – OSRIO – ILHA D'ÁGUA (rede de dutos que liga a refinaria em Paulínia ao terminal de Ilha D'Água, na Bahia de Guanabara) com a ampliação de dutos e construção de tanques de armazenamento: investimento de US\$ 4 milhões até 2007; • construção de um novo duto ligando a Replan ao terminal de Guararema: até 2008 totalizará um investimento de US\$ 72 milhões; • e a construção de um duto ligando Guararema ao terminal em São Sebastião, investimento de US\$ 38 milhões até 2010; (iii) Projeto duto hidroviário do Tietê - Paraná.

Figura 10: Investimentos no Centro - Sudeste

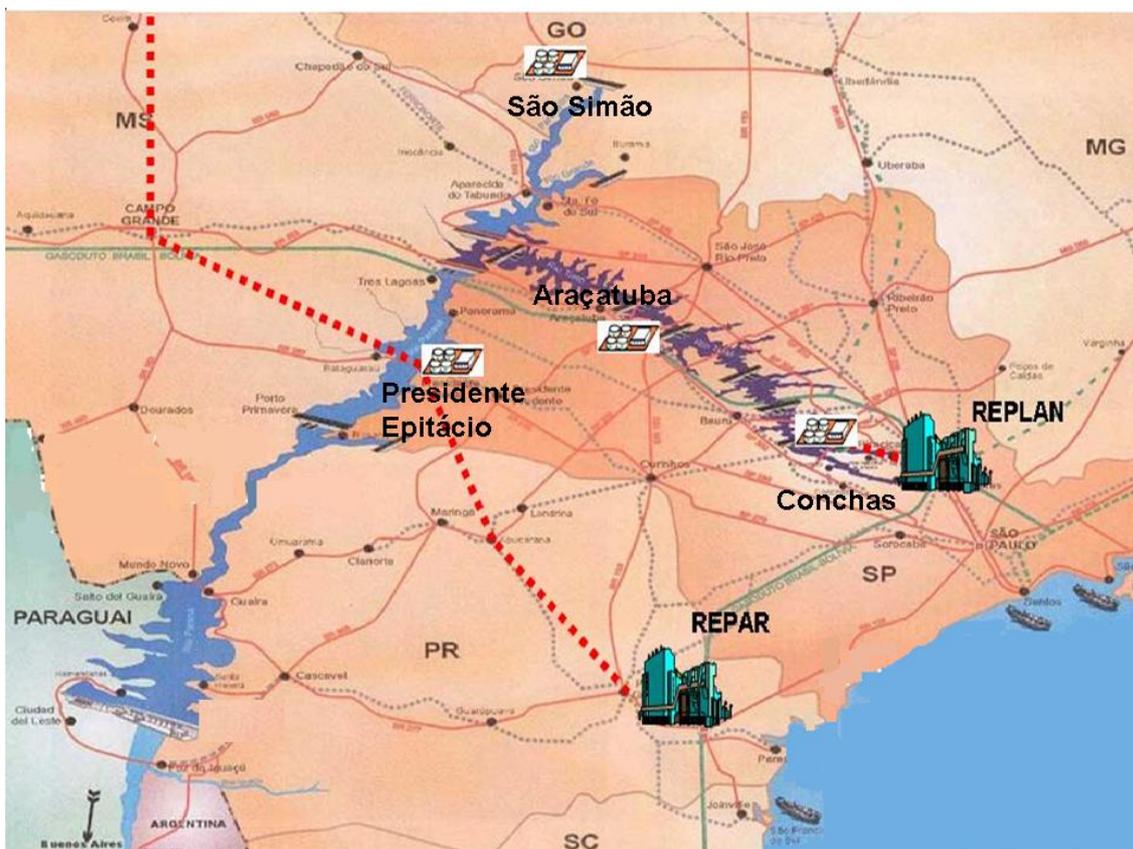


Fonte: Transpetro, 2005c.

A construção do duto hidroviário Tietê-Paraná envolverá um investimento de US\$ 160 milhões no período de 2008 a 2010, e engloba a construção de 4 terminais: Conchas (SP), Araçatuba (SP), Presidente Epitácio (SP) e São Simão (GO); a construção de um poliduto (transporta derivados de petróleo e álcool) ligando Conchas à refinaria de Paulínia; além da compra de barcaças. O poliduto Conchas – Replan transportará álcool a partir do terminal de Conchas até a Replan, e diesel e gasolina no

sentido Replan – Conchas. O volume movimentado será de 4 milhões de m³ (sendo 2 milhões em um sentido e 2 milhões no outro). O objetivo do projeto é exportar álcool do sul de Goiás, do sul do Mato Grosso do Sul e do oeste e noroeste de São Paulo.

Figura 11: Investimentos ao longo da Hidrovia Tietê-Paraná



Fonte: Transpetro, 2005c.

Os investimentos na região sul do país envolvem a ampliação da capacidade de descarga de caminhão tanque e de vagões-tanque dos terminais de Araucária (REPAR) e de Paranaguá, além da construção de novos tanques de armazenamento. Os investimentos serão de US\$ 7 milhões no período de 2005-2007, com capacidade de exportação de 700 mil m³/ano em 2007. O projeto nordeste visa ampliar a capacidade do terminal de Maceió com a construção de novos tanques e um investimento de US\$ 4 milhões. A capacidade de exportação será também de 700 mil m³/ano em 2007.

Estes investimentos contribuirão para elevar a competitividade do etanol brasileiro no exterior, e permitirá o escoamento do álcool produzido em outras regiões produtoras além de São Paulo. Petrobras (2005) ressalta que a empresa assinou um memorando com a Companhia Vale do Rio Doce e a japonesa Mitsui com o objetivo de

estudar a possibilidade de reduzir, no Brasil, o custo de logística para a exportação de álcool carburante para o mercado japonês. Destaca ainda que a criação de uma infraestrutura específica destinada ao álcool deverá ser um incentivo fundamental para incrementar a produção desse combustível renovável destinada à exportação.

Neste capítulo foi analisada a infra-estrutura existente para o escoamento da produção do álcool para o mercado interno e também para o mercado externo. O país produziu 14 bilhões de litros em média nos últimos 10 anos e o sistema de distribuição e transporte não tem apresentado nenhum tipo de gargalo que dificulte ou encareça o escoamento da produção como o verificado no final da década de 70. Novos investimentos vêm sendo realizados com o objetivo de expandir a capacidade de transporte e armazenamento do álcool automotivo visando, principalmente, o mercado externo, mas, favorecendo também o mercado interno. Esta expansão da infra-estrutura existente poderá impedir o surgimento de futuros gargalos, visto que a produção de álcool vem se expandindo para atender o crescimento da demanda, como visto no primeiro capítulo.

CONCLUSÃO

No capítulo 1 foi mostrado como as capacidades de produção existentes de cana e de álcool automotivo foram instaladas no país. A produção em larga escala do álcool automotivo é feita há 30 anos, iniciada na década de 70 com o advento do Proálcool. Atualmente, verifica-se que novas expansões estão sendo realizadas visando às oportunidades dos mercados nacional e internacional.

No passado, a presença dos subsídios governamentais resultou em baixos investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias que pudessem reduzir os custos e aumentar a competitividade do álcool frente à gasolina. A partir do final da década de 80 a retirada do suporte governamental à produção do álcool juntamente com o processo de desregulamentação ocorrido nos anos 90 estimularam a busca por novas técnicas de produção e por tecnologias mais produtivas capazes de aumentar o volume de álcool produzido para a mesma área plantada.

Na safra 2005/06, a produção nacional de cana – 394 milhões de toneladas, dividiu-se entre 55% e 45% para as produções de açúcar e álcool, respectivamente (CONAB, 2005). As perspectivas de crescimento do mercado interno e externo estão estimulando os produtores a realizarem novos investimentos para expandir a produção de cana e a de álcool. Em 2010/11, estima-se que a produção de cana será de 570 milhões de toneladas e a de álcool, 27 bilhões que serão produzidos por 416 usinas (crescimento de 21% em relação à safra 2004/05).

Dados do IBGE (2005) revelam que o crescimento médio da produção da cana e da área colhida entre as regiões do país no período de 2002-2005 foi de 14% para ambos os parâmetros. Áreas antes ocupadas com a pecuária e com outras culturas pouco rentáveis vêm sendo substituídas pela cultura da cana-de-açúcar. Novas unidades industriais estão sendo construídas, sendo a maior parte no estado de São Paulo.

No capítulo 2 foram analisadas questões relacionadas ao mercado mundial do álcool automotivo. Foi visto que as demandas interna e externa pelo álcool nacional estão aumentando e as estimativas revelam que nos próximos anos serão verificados grandes crescimentos. Com relação ao mercado interno, este crescimento está relacionado ao aumento das vendas dos carros *flex-fuel* e de sua participação crescente na frota nacional de veículos leves. O preço do álcool hidratado no período 2002-2005

correspondem a cerca de 60% do preço da gasolina. As reduções nos custos de produção aliada aos aumentos sucessivos do preço do barril do petróleo e às diferenças de tributação do álcool hidratado e gasolina resultam em uma maior competitividade do álcool hidratado frente à gasolina.

A maior demanda por este tipo de álcool no mercado interno vinha estimulando a prática de adulteração da seguinte maneira: as distribuidoras estavam acrescentando 7% de água ao álcool anidro, que não paga ICMS, e vendendo-o no mercado interno como álcool hidratado. Esta prática começou a ser combatida a partir de janeiro de 2006 através da Resolução nº 36 (06/12/2005) da ANP que obriga a adição de um corante laranja ao álcool anidro.

A sonegação fiscal também é uma prática irregular verificada no mercado de álcool. As distribuidoras, ao sonegarem impostos, não registram o volume transacionado com os consumidores finais. O álcool, assim como os demais combustíveis, é fornecido aos consumidores finais pelas distribuidoras exatamente para evitar a sonegação fiscal. No entanto, alguns produtores de álcool automotivo fornecem o combustível diretamente aos centros consumidores. Essas práticas irregulares no mercado de álcool automotivo contribuem para que os dados oficiais das vendas dos combustíveis não reflitam o volume real total consumido no mercado.

O consumo de álcool hidratado varia de acordo com o tamanho da frota de veículos leves que podem consumir este combustível (os carros *flex-fuel* e os a álcool) e com o preço deste combustível em relação ao preço da gasolina. Estimativas revelam que em 2010 a frota de veículos leves *flex-fuel* deverá ser cerca de 6 milhões de veículos e o consumo total no mercado interno deverá ser de 25 bilhões de litros.

A demanda externa do álcool hidratado também vem registrando aumentos. Entre 2003 e 2004 as exportações nacionais do produto aumentaram 259% e em 2005 foram exportados mais de 2,5 bilhões de litros (SECEX, 2006). As transações internacionais ainda são pequenas sendo representadas, principalmente, pelas exportações brasileiras. No entanto, a inserção de novos países na indústria de álcool automotivo deverá elevar o volume transacionado favorecendo o fortalecimento do seu mercado internacional.

O desenvolvimento da indústria de álcool nesses novos países entrantes depara-se com algumas barreiras à entrada como a dificuldade de obtenção de financiamentos, os riscos inerentes à indústria nascente, a não competitividade do álcool frente à gasolina devido aos elevados custos de produção, entre outros. Sendo assim, é

importante a presença de suporte governamental para estimular a produção e consumo nesses novos mercados. As energias alternativas, em geral, para obterem um pleno desenvolvimento de seus mercados necessitam de apoio governamental para poderem competir com os combustíveis fósseis que além dos menores custos de produção, possuem também um mercado consumidor consolidado.

A entrada em vigor do Protocolo de Quioto e, conseqüentemente, das exigências de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa têm estimulado diversos países a investirem nas energias renováveis, particularmente o álcool combustível. A adoção de percentuais de mistura do álcool anidro a gasolina já é verificada em diversos países como mostrou o capítulo 3.

Os Estados Unidos utilizam a mistura de 5,8% de álcool na gasolina em alguns estados. A demanda do etanol no país terá um aumento crescente e os investimentos na expansão da capacidade produtiva já estão sendo realizados. Em 2005, foram produzidos 13,4 bilhões de litros e a capacidade instalada é de 16,4 bilhões de litros. Atualmente, o álcool é misturado em mais de 30% do total da gasolina vendida no país.

No Canadá o mercado de etanol é pouco desenvolvido e apenas em algumas regiões a gasolina é vendida na proporção de 5-10%. O governo canadense está interessado em desenvolver o mercado dos biocombustíveis visando à redução das emissões de gases poluentes no setor de transportes que corresponde a 27% do total das emissões. A meta do país é em 2010 35% de toda a gasolina vendida conter a mistura de 10% de álcool.

A União Européia está desenvolvendo uma política que visa introduzir e aumentar a utilização dos biocombustíveis, principalmente, no setor de transportes. Em 2010 5,75% do total dos combustíveis vendidos devem corresponder aos biocombustíveis, e em 2020 este percentual deverá chegar a 20%. As estimativas da União Européia indicam que em 2010 a demanda será de 13 bilhões de litros de álcool e os produtores pretendem produzir quantidades suficientes para atender toda esta demanda.

Com relação à Índia, a mistura de 5% de álcool na gasolina iniciou-se em 2002 e na metade de 2003 foram vendidos 11 milhões de litros de álcool para a mistura carburante. A partir de 2004, a mistura foi expandida a nível nacional, e a terceira fase do programa envolverá o aumento para 10% de álcool na mistura. Na China, algumas regiões vêm utilizando a mistura álcool-gasolina na proporção de 10%. O Japão

introduziu a mistura de até 3% de álcool na gasolina em 2004 e em 2008 este percentual deve ser aumentado para 10%, resultando uma demanda de 6 bilhões de litros.

Na Austrália o governo estabeleceu a meta de utilização de 350 milhões de litros de biocombustíveis – etanol, biodiesel, metanol e hidrogênio – no sistema de transportes até 2010. O incentivo governamental à produção de biocombustíveis faz parte da estratégia para lidar com a escassez cada vez mais próxima do petróleo produzido no país.

Em alguns países africanos ainda utiliza-se o chumbo tetraetila na mistura com a gasolina. Entretanto, o aumento do preço desse aditivo resultante da redução da oferta – visto que a maioria dos países proibiu sua utilização, tem aumentado o interesse pelo álcool automotivo no país.

O capítulo 4 tratou das questões relacionadas à infra-estrutura de escoamento da produção para o mercado interno e para o internacional. As deficiências na infra-estrutura de transporte geram impactos na logística dos combustíveis e podem afetar negativamente a economia através dos aumentos dos preços aos consumidores. O desenvolvimento da logística dos combustíveis é muito importante também para garantir um escoamento eficiente da produção, ligando as regiões produtoras às consumidoras.

No Brasil, o álcool utiliza o sistema de transportes dos derivados de petróleo e sua infra-estrutura é considerada suficiente e de boa eficiência para escoar o álcool para o mercado interno e externo. Investimentos já estão sendo feitos para expandir a capacidade de escoamento da produção para esses mercados, acompanhando, assim, os crescimentos da produção e das demandas nacional e internacional do combustível.

A partir do trabalho realizado conclui-se que o mercado internacional do álcool automotivo crescerá muito nos próximos anos com a entrada de novos produtores e novos consumidores. O aumento da produção mundial fortalecerá o mercado internacional podendo atrair novos países para a utilização do álcool automotivo devido à garantia de oferta. Uma segunda fase do álcool automotivo no cenário internacional poderá ser verificada num futuro próximo como consequência deste aumento da produção mundial: a utilização do álcool hidratado. Os carros *flex-fuel* hoje produzidos no Brasil e líder das vendas podem ser exportados ou até mesmo serem produzidos em outros países interessados na utilização do álcool automotivo. Se isto vier a ocorrer, o álcool terá uma maior contribuição na redução das emissões dos gases de efeito estufa e

mesmo na dependência do petróleo na medida em que poderá substituir uma quantidade maior de gasolina consumida no setor de transportes.

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool e também o maior exportador. A indústria sucroalcooleira nacional já está investindo na expansão da produção de cana e de álcool com o objetivo de atender ao aumento da demanda interna e externa do álcool nacional. O país registrou um aumento substancial das exportações do produto ao mesmo tempo em que a demanda interna pelo álcool hidratado voltou a crescer. A infra-estrutura de transportes do combustível também vem sendo expandida o que garantirá um escoamento eficiente da produção ao nível nacional e ao internacional, evitando que se formem futuros gargalos no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 10ª REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL, 2005, Brasília. Ata de Reunião. Brasília, 10 de agosto de 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 24 de janeiro de 2006.
- Adubo foliar corrige deficiências de micronutrientes. *Jornalcana*. Abr. 2005. Disponível em: Acesso em: 28 de abril de 2005.
- ALVEAL, C.. *Os Desbravadores: a Petrobrás e a Construção do Brasil Industrial*. Rio de Janeiro, Relume Dumará, 1994.
- ANCIÃES, A. W. F.; *et al.* *Avaliação Tecnológica do Álcool Etílico*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. 2 ed. Brasília, 1980. 514 p.
- ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Anuário Estatístico*. 2005a. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 16 dez 2005.
- _____. Estatísticas. 2005b. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 25 jan. 2006.
- ANP – Agência Nacional de Petróleo. ANP aprova adição de corante no álcool. 2005a. Disponível em: < <http://www.comunique-se.com.br/produtos/saladeimprensa/anp/show.asp?tar=R&sec=&ed=690&mat=25340> >. Acesso em: 12 de dezembro de 2005.
- _____. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural*. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2006.
- _____. *Combustíveis no Brasil: políticas de preço e estrutura tributária*. Rio de Janeiro: Superintendência de Estudos Estratégicos – ANP. 2001. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.
- _____. *Dados Estatísticos: vendas de combustíveis (m3)*. 2006. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2006.

- _____. *Levantamento de Preços*. 2006. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 31 jan. 2006.
- _____. Portaria nº 116, de 05 de julho de 2000. Regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 01 fev. 2006.
- ANSELMINI, R.. Brasil deve moer meio bilhão de toneladas em 2010: novas unidades, expansão de usinas e aumento de produtividade dão o tom ao crescimento. *JornalCana*, Campinas, fev. 2005a. p.40. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/producao.pdf>>. Acesso em: 22 de mar. 2005.
- _____. De 40 novas usinas, 30 serão no oeste paulista. *JornalCana*, Campinas, fev. 2005b. p. F2. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/FEICANA05.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2005.
- BAIN, J. S.. *Barriers to New Competition: Their Character and Consequences in Manufacturing Industries*. Cambridge: Harvard University Press, 1956. 328 p..
- BELIK, W.; VIAN, C. E. F.. Desregulamentação Estatal e Novas Estratégias Competitivas da Agroindústria Canavieira em São Paulo. In: MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. (Orgs). *Agroindústria Canavieira no Brasil: Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. São Paulo: Atlas, 2002. p. 69-92.
- _____. Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial canavieiro do centro-sul. *Economia*, Niterói, vol. 4, nº 1, p. 153-194, jan./jun. 2003.
- BEN – Balanço Energético Nacional 2005 – ano base 2004. In: Ministério de Minas e Energia – MME. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 17 de outubro de 2005.
- Boletim Infopetro. Petróleo e Gás no Brasil. Análise de Conjuntura das Indústrias de Petróleo e Gás, ano 6, nº1, Jan./Fev. 2005. Grupo de Economia da Energia – Instituto de Economia da UFRJ. Disponível em: www.ie.ufrj.br/infopetro. Acesso em: 06 jan 2006.
- BORGES, U. *et al.*. *Proálcool: Economia Política e Avaliação Sócio-Econômica do Programa Brasileiro de Biocombustíveis*. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, PROEX/CECAC/Programa editorial, 1988. 168p.

BRAGATO, I. R.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. *Corante no anidro Combustível: aumento da credibilidade do produto*. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_corante_alcool.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2006.

BRASIL. Decreto nº 5.060, de 30 de abril de 2004. Reduz as alíquotas da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (CIDE), instituída pela Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 10.203, de 22 de fevereiro de 2001. Dá nova redação aos arts. 9º e 12 da Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 10.636, de 30 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a aplicação dos recursos originários da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – Cide incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível, atendendo o disposto no § 2º do art. 1º da Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, cria o Fundo Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – FNIT e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003. Altera a Legislação Tributária Federal e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 2001. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei nº 9.362, de 13 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

_____. Lei, nº 9.718, de 27 de novembro de 1998. Altera a Legislação Tributária Federal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

- BURNQUIST, H. L. *Pensando no Futuro do Álcool na Matriz Energética Brasileira*. Piracicaba: Cepea, 2006. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Alcool_Acordo.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2006.
- CALMON, F.. Carro *flex* abre (boas) perspectivas. Coluna alta roda. Caderno carro e moto, sábado 12 de novembro de 2005, JORNAL DO BRASIL.
- CARLTON, D.W.; PERLOFF, J. M.. Competition. In: *Modern Industrial Organization*. 3 ed. Estados Unidos: Addison-Wesley, 1999. p. 56-86.
- CASTELO BRANCO, A.. Liderança na produção de álcool depende do nordeste. *Gazeta Mercantil*, 04 jul. 2005. Caderno C, p. 4.
- CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Escritórios de Desenvolvimento Rural Regionais Agrícolas. Disponível em: www.cati.sp.gov.br. Acesso em: 17 fev. 2006.
- COASE, R. The Problems of Social Cost. In: _____. *The Firm, The Market and The Law*. 1960. Chicago: The University of Chicago Press, 1990. 61 p. Chapter 5, 95-156.
- Comissão Européia. Livro Branco: Energia para o Futuro: Fontes de Energias Renováveis. 1998. 55 p. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/energy/library/599fi_pt.pdf>. Acesso em: 25 dez 2005.
- _____. Livro Verde: Para uma Estratégia Européia de Segurança de Segurança do Aproveitamento Energético. Luxemburgo, 2001. 111 p. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/energy_transport/fr/lpi_fr.html>. Acesso em: 25 dez 2005.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Cana-de-Açúcar: safra 2005/06 – terceiro levantamento*, dez. 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2006.
- COPERSUCAR – Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo Ltda. *Relatório Anual 2002-2003*. São Paulo, 2003.
- COSTA, R.C.; PRATES, C.P.T. O Papel das Fontes Renováveis de Energia no Desenvolvimento do Setor Energético e Barreiras à sua Penetração no Mercado. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2005, n. 21, p. 5-30, mar. 2005.

- Cresce Colheita Mecanizada de Cana. *Procana*, 04 abr.2005. Disponível em: <http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=16015>. Acesso em: 03 mar. 2005.
- CUNHA, F.. A Logística Atual de Transporte das Distribuidoras e a Infra-Estrutura para a Exportação de Álcool. In: SEMINÁRIO ÁLCOOL: GERADOR DE DIVISAS E EMPREGOS. Rio de Janeiro, 2003.
- DIPARDO, J. *Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand*. Washington DC: IEA, 2002. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: 25 ago 2005.
- DOCA, G.. Ameaça de falta de álcool levará governo a ampliar pacote para o setor. *O Globo*. Caderno de Economia, p. 21. 06 de janeiro de 2006. Rio de Janeiro, 2006a.
- _____. Governo fecha acordo e congela preço do álcool. *O Globo*. Caderno de Economia, p. 23. 12 de janeiro de 2006. Rio de Janeiro, 2006b.
- EIA – Energy Information Administration. *Motor Gasoline Outlook and State MTBE Bans*. Washington, 2003a. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/special/mtbeban.html>. Acesso em: 12 jul. 2005.
- _____. *Petroleum Supply Annual 2004*. Vol. 2, jun. 2005. Disponível em: http://www.eia.doe.gov/pub/oil_gas/petroleum/data_publications/petroleum_supply_annual/psa_volume2/current/pdf/volume2_all.pdf
- _____. *Renewable Motor Fuel Production Capacity Under H.R.4*. Washington, 2002a. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/fuel/pdf/question2.pdf>. Acesso em: 09 maio 2005.
- _____. *Review of Transportation Issues and Comparison of Infrastructure Costs for a Renewable Fuels Standard*. Washington, 2002b. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/fuel/pdf/mtbe.pdf>. VERIFICAR ENDEREÇO ELETRÔNICO Acesso em: 12 jul. 2005.
- _____. *Status and Impact of State MTBE Bans*. Washington, 2003b. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/mtbeban/pdf/mtbe.pdf>. Acesso em: 12 maio 2005.
- _____. *Supply Impacts of an MTBE Bans*. Washington, 2002c. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/fuel/pdf/question1.pdf>. Acesso em: 09 maio 2005.

- EPA – Environmental Protection Agency. *Reformulated Gasoline*. 2005. Disponível em: <http://www.epa.gov/otaq/rfg.htm>. Acesso em: 09 nov. 2005.
- FERNANDES, A. C.. *Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar*. 2 ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.
- FLEURY, P. F. Planejamento Integrado do Sistema Logístico de Distribuição de Combustíveis. In: IV SEMINÁRIO BRASILEIRO DE LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS, 2005, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP), 2005. 1 CD.
- GOLDEMBERG, J.; COELHO, S.T.; LUCON, O. *How Adequate Policies Can Push Renewables*. *Energy Policy*, nº 32, p. 1141-1146, 2004. Disponível em: <http://www.science.com>. Acesso em: 12 dez 2005.
- GOLDEMBERG, J.; *et al.* *Ethanol Learning Curve: the brazilian experience*. *Biomass and Bioenergy*, nº 26, p. 301 – 304, 2003. Disponível em: <http://www.science.com>. Acesso em: 12 nov. 2005.
- GOMENSORO, S. C. M.. *PROÁLCOOL: um Estudo Sobre a Formulação de um Programa Econômico do Governo*. Rio de Janeiro, 1985. 194 f. Tese (Mestrado em Ciências em Desenvolvimento Agrícola) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1985.
- GONÇALVES, D. B.. *A Regulamentação das Queimadas e as Mudanças nos Canaviais Paulistas*. São Carlos: Fapesp, 2002. 127 p.
- GUIMARÃES, C.. Qualicom 2005. In: V SEMINÁRIO DE COMBUSTÍVEIS DA BAHIA, 2005. Bahia. Disponível em: http://www.unifacs.br/acontece/download/mesa_redonda/Dr.%20Davidson%20de%20Magalh%C3%A3es.ppt Acesso em: 26 de janeiro de 2006.
- IBGE. *Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola*. Rio de Janeiro, dez 2005a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 set. 2005.
- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil*. Rio de Janeiro, v.15, n.12, p. 1-84, dez. 2003a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 jan. 2005.

- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil*. Rio de Janeiro, v.16, n.12, p. 1-78, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 jan. 2005.
- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil*. Rio de Janeiro, v.17, n.2, p. 1-64, fev. 2005b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 jul. 2005.
- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil*. Rio de Janeiro, v.17, n.7, p. 1-77, jul. 2005c. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 jul. 2005.
- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil*. Rio de Janeiro, v.17, n.11, p. 1-77, nov. 2005d. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 jan. 2006.
- _____. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Prognóstico para 2004*. Rio de Janeiro, v. 15, suplemento, p. 1-14, dez. 2003b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 de janeiro de 2005.
- _____. *Produção Agrícola Municipal Mensal 2004*. Rio de Janeiro, 2005e. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 abr. 2005.
- IEA – International Energy Agency. *Biofuels for Transport: an international perspective*. Paris: OECD, 2004. 216 p. Disponível em: <<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/biofuels2004.pdf>>. Acesso em: 24 de novembro de 2005.
- KADAM, K. L.. *Environmental Benefits on a Life Cycle basis of using bagasse-derived ethanol as a gasoline oxygenate in India*. *Energy Policy*, nº 30, p. 371-384, 2002. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 02 dez. 2005.
- LOURO, R. Hora de usar gasolina: no corsa 1.8, usar álcool sai mais caro. *Caderno CarroETC*. p. 3 25 de janeiro de 2006. O GLOBO.
- LUZ, P. H. C.. *Novas tecnologias no uso da vinhaça e alguns aspectos legais*. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2005, Piracicaba. Piracicaba: Unipress Disc Records doBrasil, 2005. 1 CD.
- MACEDO, I. C.. *Competitividade da agro-indústria brasileira da cana-de-açúcar*.

In:_____ (Org). *A Energia da Cana-de-Açúcar*: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: UNICA, 2005a. 237 p. cap. 11 p. 185-193.

_____. Impactos no clima global: emissões de gases de efeito estufa. In:_____ (Org). *A Energia da Cana-de-Açúcar*: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: UNICA, 2005b. 237 p. cap.4, p. 87-100.

_____. Participação no uso da energia fóssil. In:_____ (Org). *A Energia da Cana-de-Açúcar*: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: UNICA, 2005c. 237 p. cap.1, p. 51-64.

_____. Perspectivas de novos produtos da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE BIOELETRICIDADE: “A SEGUNDA REVOLUÇÃO ENERGÉTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR”, 2005, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2005d. 1 CD.

MAGALHÃES, M.. Resistência das Gigantes do Petróleo está menor. *JornalCana*, São Paulo, Fev. 2005. p. 22. Disponível em: <http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/producao.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2005.

MATSUOKA, S.. A variedade como fator de produtividade, estabilidade e segurança para o setor sucroalcooleiro. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2005, Piracicaba. Piracicaba: Unipress Disc Records do Brasil, 2005. 1 CD.

McDONALD, A.; SCHRATTENHOLZER, L.. *Learning Rates for Energy Technologies*. Energy Policy, nº 29, p. 255-261, 2001. Disponível em: <<http://www.science.com>>. Acesso em: 12 dez 2005.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. *O Brasil e o Protocolo de Quioto*. 2001. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2006.

_____. *Protocolo de Quioto: a convenção sobre mudança de clima*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/quioto/pdf/Protocolo.PDF>>. Acesso em: 09 dez. 2003.

MORAES, M. A. F. D.. *A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro Brasileiro*. Piracicaba, 1999. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências, Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

- _____. Usinas de Álcool e Açúcar: Novos Mercados e Fontes de Financiamento. *Preços Agrícolas*, p. 3-5, nov./dez. 2000.
- MOREIRA, J. R. Sugarcane for Energy – recent results and progress in Brasil. *Energy for Sustainable Development*, vol. IV, nº 3, 11p. 2000.
- MORENO, A.. Cana engole pasto e gera 100 mil empregos diretos. *JornalCana*, VER CIDADE, fev. 2005. p. F3. Disponível em:
< <http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/FEICANA05.pdf> >. Acesso em: 22 de março de 2005.
- _____. Planejar o plantio garante a boa produtividade. *JornalCana*, 27 dez. 2002. Disponível em:
http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=3357. Acesso em 03/05/2005.
- NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Cadernos NAE: processos estratégicos de longo prazo. Brasília, v. 1, n. 3, 252 p. fev. 2005.
- NASTARI, P. M.. Os Atuais Mercados Consumidores e os Mercados Potenciais – Parcerias e Estratégias de Negócio e a Garantia de Oferta. In: SEMINÁRIO O BRASIL E A ENERGIA DO SÉCULO 21: AÇÚCAR E ETANOL. Brasília, 2004.
- _____. Tendências Mundiais para o uso do Etanol. In: SEMINÁRIO ETANOL COMBUSTÍVEL: BALANÇO E PERSPECTIVAS. 2005, Campinas. Disponível em: <<http://www.nipeunicamp.org.br>>. Acesso em: 15 dez. 2005.
- OLIVÉRIO, J. L.. Cenário da Expansão do Setor Sucroalcooleiro 2004/05 a 2010/11. Brasília, 2006.
- PAES, L. A. D.. Ocupação do solo: novas áreas de produção e biodiversidade. In: MACEDO, I. C. (Org). *A Energia da Cana-de-Açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: UNICA, 2005. 237 p. cap. 6, p. 115-133.
- PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis: uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. *Revista de Política Agrícola*. Ano XIV, nº 1, jan./fev./mar. 2005.
- PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. – PETROBRAS. *Petrobras assina memorandos no Japão para financiar projetos estratégicos*. Mai/2005. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/ri>>. Acesso em: 06 jan. 2006.

PINDYCK, S. R.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 711p.

PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F.; GOSTKORZEWICZ, J.. O desempenho macroeconômico do Brasil nos anos 90. In: GIAMBIAGI, Fabio; MOREIRA, Maurício Mesquita (Orgs). *A economia brasileira nos anos 90*. Rio de Janeiro: BNDES, 1999. 496 p. cap. 1 p. 11-42.

PROCANA. Cresce colheita mecanizada de cana. 04 abr. 2005. Disponível em: <http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=16015>. Acesso em: 03 mar 2005.

RFA – Renewable Fuels Association. *Federal Regulations: Renewable Fuels Standard*. Washington, 2006a. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org>>. Acesso em: 02 mar. 2006.

_____. *Homegrown for the Homeland: Ethanol Industry Outlook 2005*. Washington, 2005a. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook2005.pdf>>. Acesso em 16 de Novembro de 2005.

_____. *Industry Statistics: Ethanol Industry Statistics*. Washington, 2006b. Disponível em: < <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>>. Acesso em: 06/03/2006.

_____. *The Importance of Preserving the Secondary Tariff on Ethanol*. Washington, 2005b. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org>>. Acesso em: 01 fev. 2006.

ROSA, L. P.; TOLMASQUIM, M. T.; AROUCA, M. C.. *Potential for Reduction of Alcohol Production costs in Brazil*. Energy, vol.23, nº 11, pp. 987-995, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com> >. Acesso em: 09 de novembro de 2004.

ROSILLO-CALLE, F.; CORTEZ, L. A. B.. *Towards Proalcool II: A Review of the Brazilian Bioethanol Programme*. Biomass and Bioenergy, vol. 14, nº 2, p. 115-124, 1998. Disponível em: <<http://www.science.com>>. Acesso em: 09 de novembro de 2004.

(S&T)2 Consultants Inc.; Meyer Norris Penny LLP. *Economic, Financial, Social Analysis and Public Policies for Fuel Ethanol: Phase 1*. Canadá, 2004. Disponível em: <<http://www.greenfuels.org/ethanol/pdf/OConnor-Report-Ethanol-2004.pdf>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2005.

SANTOS, M. H. C.. *Política e Políticas de uma Energia Alternativa: o caso do proálcool*. Rio de Janeiro: Notrya, 1993. 352p.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/palha_cana/lei_11241.pdf>.

_____. Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/palha_cana/lei_11241.pdf>. Acesso em: 04/05/2005.

SCANDIFFIO, M. I. G. *Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil Cenários 2004-2024*. Campinas, 2005. 170 p. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCHAEFFER, R.; SZKLO, A. S.; MACHADO, G. *Matriz Energética Brasileira 2003-2023*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior. *Dados de Exportação*. 2006 Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 20 jan.2006.

SHIKIDA, P. F. A.; NEVES, M. F.; REZENDE, R. A.. Notas sobre Dinâmica Tecnológica e Agroindústria Canavieira no Brasil. In: MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (Orgs). *Agroindústria Canavieira no Brasil: Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. São Paulo: Atlas, 2002. p. 367 p. cap. 5, p. 120-138.

SIMÕES, N.. Ranking de usinas. **JornalCana**, Ribeirão Preto, fevereiro de 2005. p. 42. Disponível em: < <http://www.jornalcana.com.br/pdf/134/producao.pdf> >. Acesso em: 22 de março de 2005.

SINDICOM – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes. *Notícias Sindicom*. Ano 1, nº 3, set/2005. Disponível em: <http://www.sindicom.com.br/news/pdf/sindicom3.pdf>. Acesso em: 12 de dezembro de 2005.

- SINICIO, M. F.. *Produção e Utilização do Etanol como Carburante: Países que se Destacam neste Setor e Recentes Desenvolvimentos Tecnológicos Internacionais*. Campinas, 1997. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
- SOUZA, S. A. V.. Uso de fertilizantes. In: MACEDO, I. C. (Org). *A Energia da Cana-de-Açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: UNICA, 2005. 237 p. cap. 9, p. 159-171.
- SOUZA, Z. J.. Evolução e considerações sobre a co-geração de energia no setor sucroalcooleiro. In: MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. (Orgs). *Agroindústria Canavieira no Brasil: Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. São Paulo: Atlas, 2002. 367 p. cap. 10, p. 214-240.
- STUPIELLO, J. P.. A expansão canavieira no Brasil. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2005, Piracicaba. Piracicaba: Unipress Disc Records do Brasil, 2005. 1 CD.
- SZMRECSÁNYI, T.. Efeitos e Desafios das Novas Tecnologias na Agroindústria Canavieira. In: MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (Orgs). *Agroindústria Canavieira no Brasil: Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. São Paulo: Atlas, 2002. p. 93-119.
- TAYLOR, M.. Australia's Approach to Managing na Oil Emergency. In: WORKSHOP OIL SUPPLY DISRUPTION MANAGEMENT ISSUES. Cambodia, 2004.
- TETTI, L. M. R. Protocolo de Kyoto: Oportunidades para o Brasil com Base em seu Setor Sucroalcooleiro; Um Pouco da História da Questão “Mudanças Climáticas e Efeito Estufa”. In: MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (Orgs). *Agroindústria Canavieira no Brasil*. São Paulo: Atlas, 2002. 367p. Cap. 9, 199-213.
- _____. Perspectivas dos mercados tradicionais dos produtos da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE BIOELETRICIDADE: “A SEGUNDA REVOLUÇÃO ENERGÉTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR”, 2005, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2005c. 1 CD.
- THOMAS, V.; KWONG, A.. *Ethanol as a lead replacement: phasing out leaded gasoline in África*. Energy Policy, nº 29, 2001. p. 1133-1143. Disponível em: <<http://www.science.com>>. Acesso em: 19 dez. 2005.

TRANSPETRO – Petrobras Transporte S.A. Condições Gerais de Serviço: Álcool. 2005a. Disponível em: <<http://www.transpetro.com.br/portugues/negocios/dutosTerminais/files/CGSA.pdf>>. Acesso em: 05 Jan. 2006.

_____. Dutos de Transporte: Histórico de Transporte mensal em métricos cúbicos a 20°C. 2005b. Disponível em: <<http://www.transpetro.com.br/portugues/negocios/dutosTerminais/dutosPetroleo.shtml>>. Acesso em: 02 Fev. 2006.

_____. Mapas de Dutos. 2006. Disponível em: <http://www.transpetro.com.br/portugues/negocios/dutosTerminais/mapaDutos.shtml>. Acesso em: 05 jan. 2006.

_____. Programa Transpetro de Etanol: mercado interno e exportação. 2005c.

UNIÃO EUROPÉIA. Diretiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 08 de maio de 2003. Relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes. Disponível em: <http://europa.eu.int/eur-lex/pri/pt/oj/dat/2003/l_123/l_12320030517pt00420046.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2005.

_____. Diretiva 2003/96/CE do Conselho, de 27 de outubro de 2003. Reestrutura o quadro comunitário de tributação dos produtos energéticos e da eletricidade. Disponível em: <http://europa.eu.int/eur-lex/pri/pt/oj/dat/2003/l_283/l_28320031031pt00510070.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2005.

UNICA. Cana, Açúcar e Álcool: Balanço e Avaliação da Safra 05/06 – região Centro-Sul. 2006a. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

_____. *Informação UNICA*. Ano 7, nº 63, Jan./Fev. 2005a. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/files/inf_unica/fil2474.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2005.

_____. *Estatísticas: Ranking de Produção*. 2006b. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/files/estatisticas/estatistica1720.htm>. Acesso em: 20 jul. 2005.

Entrevista:

Edimilson Antonio Dato Sant'Anna – Diretor de Operações e Logísticas da Petrobras Distribuidora S. A.. Rio de Janeiro, 12 jan. 2006.