



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

Uma Análise de Cenários para a Produção de Etanol no Brasil

Marina Andries Barbosa

Nicole Paes Vaz

Projeto de Graduação em Engenharia de Produção, pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, apresentado como um dos requisitos à colação de grau.

Orientador: José Roberto Ribas

Rio de Janeiro

Setembro de 2012

Uma Análise de Cenários para a Produção de Etanol no Brasil

Marina Andries Barbosa

Nicole Paes Vaz

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Examinado por:

__ José Roberto Ribas, D.Sc.

__ Rosemarie Broker Bone, D.Sc.

__ Lino Guimarães Marujo, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO de 2012

Barbosa, Marina Andries

Vaz, Nicole Paes

Uma Análise de Cenários para a Produção de Etanol no Brasil /
Marina Andries Barbosa, Nicole Paes Vaz - Rio de Janeiro: UFRJ / Escola
Politécnica, 2012.

xii, 68 p.: Il.; 29,7 cm.

Orientador: José Roberto Ribas

Projeto de Graduação - UFRJ / Escola Politécnica / Curso de
Engenharia de Produção, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 64

1. Etanol 2. Cana-de-açúcar 3. São Paulo

I. Ribas, José Roberto. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ,
Curso de Engenharia de Produção. Uma Análise de Cenários para a
Produção de Etanol no Brasil

"E assim, depois de muito esperar, num dia como outro qualquer, decidi triunfar...
Decidi não esperar as oportunidades e sim, eu mesmo buscá-las.
Decidi ver cada problema como uma oportunidade de encontrar uma solução.
Decidi ver cada deserto como uma possibilidade de encontrar um oásis.
Decidi ver cada noite como um mistério a resolver.
Decidi ver cada dia como uma nova oportunidade de ser feliz.
Naquele dia descobri que meu único rival não era mais que minhas próprias limitações e que
enfrentá-las era a única e melhor forma de as superar.
Naquele dia, descobri que eu não era o melhor e que talvez eu nunca tivesse sido.
Deixei de me importar com quem ganha ou perde.
Agora me importa simplesmente saber melhor o que fazer.
Aprendi que o difícil não é chegar lá em cima, e sim deixar de subir.
Aprendi que o melhor triunfo é poder chamar alguém de "amigo".
Descobri que o amor é mais que um simples estado de enamoramento, "o amor é uma filosofia de
vida".
Naquele dia, deixei de ser um reflexo dos meus escassos triunfos passados e passei a ser uma tênue
luz no presente.
Aprendi que de nada serve ser luz se não iluminar o caminho dos demais.
Naquele dia, decidi trocar tantas coisas...
Naquele dia, aprendi que os sonhos existem para tornar-se realidade.
E desde aquele dia já não durmo para descansar...
Simplesmente durmo para sonhar."
Walt Disney

Dedico este trabalho ao meu querido e saudoso
padrasto Sérgio por ter sido exemplo de grande
homem e espelho em minha vida.

(Marina Andries Barbosa)

Aos meus pais,
que são o meu maior orgulho e
grande amor da minha vida.

(Nicole Paes Vaz)

Agradecimentos

Marina Andries Barbosa

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida, sempre iluminando o meu caminho.

Aos meus pais Valeria e Kenio, pelo apoio e amor incondicional. Pelos valores ensinados e por estarem sempre orientando as minhas escolhas.

Ao meu melhor amigo e irmão Pedro Henrique por estar sempre ao meu lado.

A toda a minha família, sempre torcendo e vibrando por minhas conquistas.

Aos meus queridos amigos pelos momentos e histórias compartilhadas, pela cumplicidade e pelo apoio nos momentos mais difíceis, especialmente Fernanda e Flávia.

Aos meus amigos da EP071, pela amizade contruída e por tornarem cada momento vivido ao longo desses anos único e especial. Em especial agradeço a Laura, Louise e a minha dupla Nicole.

Um agradecimento especial ao professor José Roberto Ribas pelos conhecimentos transmitidos e pelo exemplo de profissional.

Agradecimentos

Nicole Paes Vaz

Agradeço a Deus por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida e por me guiar em todas as escolhas tomadas.

Aos meus pais, Heloisa e Moacyr, pelo amor, carinho e confiança que sempre depositaram em mim. Por serem a minha base e terem tantas vezes renunciado aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Por buscarem incessantemente a minha felicidade e por fazerem de mim uma pessoa melhor. Aos meus queridos irmãos, Juliana e Henrique, pela nossa amizade e união, por fazerem parte dos melhores momentos da minha vida.

Ao meu namorado, Renato, pelo companheirismo e cumplicidade ao longo desses anos. Por me dar apoio e não me deixar fraquejar, por ser o exemplo de homem e de amigo.

Aos meus amigos, por estarem comigo durante toda essa caminhada e fazerem parte dessa história, em especial a Nycia e a minha querida dupla, Marina, pela nossa linda amizade.

Aos professores da UFRJ, pelos ensinamentos e minha formação acadêmica.

Um especial agradecimento ao meu orientador, professor José Roberto Ribas, pela seriedade e dedicação em tudo que faz e pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica / UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

Uma Análise de Cenários para a Produção de Etanol no Brasil

Marina Andries Barbosa

Nicole Paes Vaz

Setembro de 2012

Orientador: José Roberto Ribas

Curso: Engenharia de Produção

Esse projeto de graduação tem por objetivo avaliar o mercado brasileiro atual de etanol e possíveis cenários futuros de produção e de desenvolvimento logístico. Começaremos relatando a importância dos biocombustíveis, mais especificamente do etanol, como fonte de energia. Em seguida, expomos uma visão geral das etapas de processamento da cana-de-açúcar para produção de açúcar e etanol, desde o plantio até o produto final. Uma vez que o leitor esteja familiarizado com esse processo, apresentamos o cenário atual brasileiro do setor sucroalcooleiro, com dados dos principais Estados produtores e países importadores. Após essa apresentação, identificamos pontos críticos presentes nesse mercado que precisam ser desenvolvidos para possibilitar o atendimento da crescente demanda de etanol, tanto no país como no mercado externo. A partir desse levantamento crítico, iremos estudar a viabilidade de possíveis cenários futuros, destacando o papel de São Paulo como maior produtor, a fim de gerar um aumento na produção nacional.

Palavras-chave: Etanol, Cana-de-açúcar, São Paulo.

Abstract of Undergraduate Project presented to Poli / UFRJ as a part fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineer.

Review of Scenarios for Ethanol Production in Brazil

Marina Andries Barbosa

Nicole Paes Vaz

September / 2012

Advisor: José Roberto Ribas

Course: Industrial Engineering

This paper aims to evaluate the Brazilian Ethanol market and future scenarios of production and logistics development. We will start by exposing the importance of biofuels, specifically the ethanol as an energy source. Then, we show an overview of the processing steps of sugar cane to produce sugar and ethanol. Once the reader is familiar with this process, we present the current scenario of Brazilian sugarcane sector. After this presentation, we will identify critical points in this market which need to be developed to enable the growing demand of ethanol. From this critical review, we will study possible future scenarios, emphasizing the role of São Paulo as the largest producer, in order to increase the domestic production.

Keywords: Ethanol, Sugar cane, São Paulo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	A IMPORTÂNCIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS	17
2.1.	ETANOL.....	18
2.2.	BIODIESEL.....	19
3.	PROCESSO PRODUTIVO DE AÇÚCAR E ETANOL A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR	20
4.	CENÁRIO ATUAL DO MERCADO SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL.....	22
4.1.	PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR	22
4.2.	PRODUÇÃO DE AÇÚCAR.....	23
4.3.	PRODUÇÃO DE ETANOL.....	25
5.	A LOGÍSTICA DO ETANOL	28
5.1.	LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PLANTIO	28
5.2.	LOCALIZAÇÃO DAS USINAS SUCROALCOOLEIRAS.....	29
5.3.	LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E DISTRIBUIDORAS	30
5.4.	LOCALIZAÇÃO DO MERCADO CONSUMIDOR.....	32
5.4.1.	<i>Interno</i>	<i>32</i>
5.4.2.	<i>Externo.....</i>	<i>33</i>
5.5.	FLUXOS LOGÍSTICOS.....	35
5.5.1.	<i>Rodoviário.....</i>	<i>35</i>
5.5.2.	<i>Ferrovário</i>	<i>36</i>
5.5.3.	<i>Dutoviário</i>	<i>40</i>

5.5.4. Hidroviário	42
6. EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DE ETANOL NO MERCADO BRASILEIRO.....	44
7. O DÉFICIT NA OFERTA DE ETANOL NO BRASIL.....	47
8. ANÁLISE DE CENÁRIOS	49
8.1. CENÁRIO 1: DESCONCENTRAÇÃO DAS USINAS LOCALIZADAS EM SÃO PAULO	50
8.2. CENÁRIO 2: INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO EM SÃO PAULO	56
8.3. CENÁRIO 3: ATUAÇÃO DO GOVERNO E DA SOCIEDADE.....	59
9. CONCLUSÃO.....	61
10. BIBLIOGRAFIA	64

Índice de Figuras

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS MAIORES PRODUTORES DE CANA NA SAFRA 2010/2011	23
FIGURA 2 - SÉRIE HISTÓRICA DE PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE AÇÚCAR	24
FIGURA 3 - PRODUÇÃO DE AÇÚCAR NAS REGIÕES BRASILEIRAS	25
FIGURA 4 - PRODUÇÃO DE ETANOL NAS REGIÕES BRASILEIRAS	25
FIGURA 5 - SÉRIE HISTÓRICA DE PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE ETANOL	27
FIGURA 6 - EVOLUÇÃO DA ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR	28
FIGURA 7 - REPRESENTATIVIDADE ÁREA PLANTADA POR UF	29
FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO USINAS SUCROALCOLEIRAS.....	30
FIGURA 9 - LOCALIZAÇÃO DAS DISTRIBUIDORAS E BASES	31
FIGURA 10 - CAPACIDADE DE TANCAGEM DE ETANOL	32
FIGURA 11 – EXPORTAÇÃO DE ETANOL POR PAÍS EM 2010.....	34
FIGURA 12- EXPORTAÇÃO DE ETANOL	35
FIGURA 13 - TRANSPORTE FERROVIÁRIO	37
FIGURA 14 - MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA DE ETANOL	38
FIGURA 15 - COMPRA FERROVIÁRIA ETANOL	39
FIGURA 16 - REPRESENTATIVIDADE DO ETANOL NO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO	41
FIGURA 17 - PRINCIPAIS HIDROVIAS USADAS NO TRANSPORTE DE BIOCOMBUSTÍVEIS	42
FIGURA 18- PREÇO DO ETANOL AO CONSUMIDOR (R\$/L)	44
FIGURA 19 - PARIDADE DOS PREÇOS (ETANOL/ GASOLINA)	45

FIGURA 20 - RELAÇÃO ENTRE O AUMENTO DA PARIDADE E A QUEDA DO CONSUMO MENSAL DE ETANOL	46
FIGURA 21 - RELAÇÃO ENTRE O AUMENTO DA PARIDADE E A QUEDA DO CONSUMO ANUAL DE ETANOL	46
FIGURA 22 - PARTICIPAÇÃO DO CENTRO OESTE E SEUS ESTADOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL	52
FIGURA 23 - EVOLUÇÃO DE MINAS GERAIS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO	52
FIGURA 24 - SISTEMA LOGÍSTICO MULTIMODAL DE ETANOL DA LOGUM	54

Índice de Tabelas

TABELA 1 - ETANOL A PARTIR DE MILHO NOS EUA E A PARTIR DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL.....	18
TABELA 2 - RENDIMENTO BIODIESEL.....	19
TABELA 3- PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	23
TABELA 4 – VOLUME DE PRODUÇÃO POR UF	26
TABELA 5 - CONSUMO ETANOL POR ESTADO DO BRASIL (EM MILHÃO DE LITROS)	33
TABELA 6 - FLUXOS RODOVIÁRIOS ETANOL (EM MIL M ³)	36
TABELA 7 – TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE ETANOL	39
TABELA 8 - MOVIMENTAÇÃO DUTOVIÁRIA ETANOL.....	40
TABELA 9 - MOVIMENTAÇÃO E TANCAGEM DOS PRINCIPAIS PORTOS.....	43
TABELA 10 - PROJEÇÃO DA OFERTA DE ETANOL PARA ATENDER DEMANDA FUTURA.....	47
TABELA 11 - RENDIMENTO DA CANA POR ESTADO NA SAFRA 2010/2011	51
TABELA 12 - CUSTOS PARA 1000 TON DE ETANOL POR MODAL EM USD	53

Índice de Siglas

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ATR - Açúcares Totais Recuperáveis

DOU – Diário Oficial da União

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OPASC – Oleoduto Paraná – Santa Catarina

ORSUB – Oleoduto Reconcavo Sul da Bahia

OSBRA – Oleoduto São Paulo – Brasília

PDE – Plano Decenal de Energia

SIAMIG - Associação das Indústrias sucroenergéticas de Minas Gerais

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar

1. Introdução

As discussões sobre energia limpa são cada vez mais frequentes em todo o mundo e o Brasil desempenha papel de destaque nesse cenário, fruto da eficiência na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Em 1975 foi criado o Programa Nacional do Álcool, o Proálcool¹, que impulsionou o álcool combustível na busca pela diminuição da dependência do combustível fóssil que era importado, em face à grande instabilidade internacional na sua comercialização. O interesse da sociedade pelos biocombustíveis e o desenvolvimento de novas tecnologias e tratos culturais tem impulsionado o setor sucroalcooleiro brasileiro. Hoje, o país ocupa o segundo lugar na produção mundial de etanol e é o maior exportador do produto, porém enfrenta um descompasso entre a oferta e a demanda que pode ameaçar essa posição.

Diante desse contexto, esse trabalho tem como objetivo analisar o atual cenário do mercado de etanol brasileiro e estudar possíveis cenários futuros de produção, considerando a importância desse biocombustível e os fatores envolvidos na sua produção e distribuição. A avaliação dos cenários será feita considerando dois aspectos principais – a capacidade produtiva e a infraestrutura necessária para distribuição do combustível. A metodologia utilizada na elaboração do trabalho foi fundamentada em pesquisas bibliográficas, através da coleta de dados secundários em artigos, revistas, jornais, e Internet.

O trabalho será apresentado em nove seções, incluindo essa introdução. O capítulo seguinte irá tratar da importância dos biocombustíveis para a sociedade, dentre eles o etanol, seguido de uma breve descrição do processo produtivo do açúcar e do etanol a partir da cana-de-açúcar. Na seção quatro será exposto o cenário atual do mercado brasileiro sucroalcooleiro e, posteriormente, a cadeia logística e a evolução dos preços do etanol. Após essa contextualização, serão identificados pontos críticos nesse mercado no capítulo 7, para uma discussão subsequente de possíveis cenários futuros que mitiguem esses problemas, seguido das considerações finais que aprofundam os resultados encontrados.

¹ O Proálcool foi criado pelo governo através do decreto nº76.593, com o objetivo de estimular a produção de etanol, visando ao atendimento das necessidades do mercado interno e externo

2. A Importância dos Biocombustíveis

A matriz energética mundial atualmente é altamente dependente de recursos não renováveis. Cerca 80% da participação total são fontes de carbono fóssil, sendo 36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural (Biodieselbr,2012). Dois fatores contribuem para a necessidade de se alterar essa configuração – o esgotamento dos recursos naturais e os impactos ambientais.

Segundo GÓES e MARRA (2008), as reservas mundiais de petróleo somam 1,137 trilhão de barris (cerca de 80% estão localizados nos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo -OPEP), volume apenas suficiente para suprir a demanda mundial por aproximadamente 40 anos, desde que não haja alteração nos atuais níveis de consumo, hipótese totalmente improvável.

Os impactos ambientais vão desde o aumento da poluição atmosférica, derramamento de óleo e geração de resíduos sólidos até as mudanças climáticas, como agravamento do gás efeito estufa (GEE), que pode provocar a elevação do nível dos oceanos, ocorrência de secas, enchentes e furacões, cada vez mais devastadores.

Por essas razões, os biocombustíveis ganham cada vez mais destaque. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia.

Os tipos de biocombustível

Os principais biocombustíveis são o etanol, produzidos a partir do processamento e destilação de biomassa, ricas em açúcar, tal como a cana e o milho, e biodiesel, produzido a partir de plantas oleaginosas e gordura animal. O Brasil se destaca no cenário mundial pela produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Outras regiões importantes no que tange a produção deste tipo de combustível são: os Estados Unidos, produzindo etanol a partir do milho, a Europa, a partir de colza, linho e beterraba e o Sudoeste Asiático, particularmente a Indonésia e a Malásia, produzindo biodiesel a partir de óleo de palma (ROCHA, 2007).

2.1. Etanol

Atualmente, as principais matérias-primas utilizadas na produção do etanol são açúcar solúvel, principalmente oriundo da cana-de-açúcar, amido, como a mandioca e o milho, e a celulose, que dentre outros destacam-se o bagaço da cana, resíduos florestais e biomassa de gramíneas (EMBRAPA, 2012). O Brasil e os Estados Unidos são os países que mais produzem etanol, utilizando como principal componente a cana-de-açúcar e o milho, respectivamente.

Essas duas fontes, porém, apresentam características distintas que impactam na produção. Apesar de ser mais difícil transformar em açúcares as moléculas de amido - o processo de fermentação leva de 7 a 11 horas para a cana-de-açúcar e de 40 a 70 horas para o milho - o milho produz mais sacarose do que a cana-de-açúcar. Entretanto, a diferença mais importante é a produtividade. Como a planta ocupa menos espaço plantado, um hectare rende 90 toneladas de cana e produz cerca de 8 mil litros de etanol, enquanto que no milho um hectare produz 8 toneladas de milho, o que equivale a cerca de 3 mil litros de etanol (ANDREOLI e SOUZA, 2007).

Parâmetro	Unidades	Cana-de-açúcar	Milho
Produção [§]	milhões t	386,5	282,0
Rendimento	t/ha	90,0	8,1
Energia Exigida	kcal x1000	10.509	8.115
Energia entrada: saída	kcal	1: 4,60	1: 3,84
Produção de álcool	litros/ha	8.100	3.000
Produção de álcool	litros/ t	90	371
Taxa de Conversão	kg/ 1000L	11.110	2.690
Gasto de Energia Total	kcal/ 1000L	1.518.000	6.597.000
Produção Total Atual	Bilhões (L)	15,8	17,2
Balanco de Energia [#]	kcal input: output	1:3,24	1:1,29
Custo de Produção	US\$/L	0,28	0,45
Preço de Venda	US\$/ L	0,42	0,92
Número de Usinas ^a	unidade	140	101
Subsídio	US bilhões/ano	-	\$4,1

Tabela 1 - Etanol a partir de milho nos EUA e a partir de cana-de-açúcar no Brasil
Fonte: ANDREOLI e SOUZA (2007)

Diferentemente da cana, o amido e a celulose precisam passar pelo processo de fermentação para obtenção de açúcares simples e posterior transformação em etanol. Além disso, o litro de etanol de cana custa em média US\$ 0,28 por litro, enquanto que o do milho é um pouco menos que o dobro, US\$ 0,45 por litro (ANDREOLI e SOUZA, 2007).

2.2. Biodiesel

Segundo a ANP (2012), dezenas de espécies vegetais presentes no Brasil podem ser usadas na produção do biodiesel, entre elas soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso. Como fontes de gordura de origem animal pode-se citar o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros. Óleos residuais de processos domésticos, industriais ou comerciais também apresentam potencial de utilização como fonte de matéria-prima para geração dos biocombustíveis.

Existem 60 plantas autorizadas pela ANP para a produção do biodiesel. No Brasil, a soja e o sebo bovino destacam-se como as principais matérias-primas. A questão que envolve a utilização de gorduras animais ou vegetais está relacionada ao rendimento energético que pode ser obtido através de cada uma das fontes. A Tabela 2 indica o rendimento do óleo das principais espécies vegetais no país.

Tabela 2 - Rendimento Biodiesel

Espécie	Origem do óleo	Conteúdo de óleo (%)	Meses de colheita	Rendimento em Óleo (t/ha)
Dendê (<i>Elaeis guineensis</i> N.)	Amêndoa	26	12	3,0-6,0
Babaçu (<i>Attalea speciosa</i> M.)	Amêndoa	66	12	0,4-0,8
Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Grão	38-48	3	0,5-1,5
Colza (<i>Brassica campestris</i>)	Grão	40-48	3	0,5-0,9
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	Grão	43-45	3	0,5-1,0
Amendoim (<i>Arachis hipogaea</i>)	Grão	40-50	3	0,6-0,8
Soja (<i>Glycine max</i>)	Grão	17	3	0,2-0,6

Fonte: Biodieselbr, 2012

Embora não seja a matéria-prima de maior eficiência energética, conforme evidenciado na Tabela 2, a soja mantém sua liderança por ter estrutura de produção, distribuição e esmagamento de grãos já estabelecidos, além da forte demanda internacional por seu farelo, usado como ração para gado, frango e porco.

3. Processo produtivo de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar

O plantio² pode ser feito com variedades de cana, que é escolhida de acordo com as condições climáticas e do solo. No Brasil, a colheita manual é a mais tradicional e, diferentemente da colheita mecanizada, requer a queima da palha da cana antes do corte. Depois de colhida, a cana é picada e imediatamente levada à usina, devido a sua perecibilidade, sendo lavada em seguida para a remoção de impurezas. Além disso, são utilizados niveladores de cana para obter altura constante da cana que alimenta os picadores. O picador corta a cana, transformando-a numa massa mais densa e mais fácil de ser absorvida.

O processo de extração do caldo consiste na separação do bagaço através da moagem ou da difusão. A diferença entre ambos é que na moagem a separação é feita pela pressão dos rolos da moenda sobre a cana desfibrada e, na difusão, a separação é feita pela lavagem da sacarose. Na opção de extração por moendas, o caldo primário, que representa cerca de 70% do açúcar da cana, é retirado no primeiro terno da moenda. A cana desfibrada pelo primeiro terno é removida pela bagaceira para uma segunda etapa de esmagamento e assim sucessivamente. Todo o caldo extraído dá origem ao caldo misto. Já no processo de extração por difusão, a cana passa por difusores para que a sacarose absorvida pelas fibras seja diluída e removida. Apesar da vantagem de menor consumo de energia e maior pureza do caldo obtido nesse tipo de extração, a moenda é o processo mais utilizado no Brasil.

Após a extração do caldo, ocorre o peneiramento para retirada de partículas remanescentes, denominadas de bagacilho, usado na preparação do lodo. Já o bagaço final é usado nas caldeiras para a geração de energia. O caldo é pré-aquecido e, em seguida, sofre o processo de sulfitação, principal processo de clarificação do caldo de cana que possibilita maior fluidez ao líquido. Logo após a sulfitação ocorre a caleação, que consiste na adição de cal hidratado para neutralizar os ácidos presentes no caldo. Posteriormente, ocorre a decantação, removendo o lodo que, adicionado ao bagacilho, origina a torta de filtro, usada na lavoura como adubo orgânico.

² Essa seção foi elaborada com base em informações divulgadas no site da Embrapa sobre o processamento da cana-de-açúcar (Embrapa, 2012).

Na produção do açúcar, o caldo tratado passa por novo aquecimento em um evaporador, de onde é extraído o xarope. Este, por sua vez, recebe reagentes para remoção de impurezas e passa, então, por um cozimento, resultando em uma mistura de cristais de açúcar e mel. Os cristais de açúcar são separados do mel e enviados para secadores, que reduzem a umidade do açúcar, e para resfriadores, que baixam a temperatura do açúcar até a temperatura ambiente. O açúcar, depois de peneirado, é transportado até a área de acondicionamento. O mel obtido é enviado para cozedores, formando pequenos cristais de sacarose e melaço. Na centrifugação, o melaço é separado dos cristais e enviado para a fabricação do álcool. Todo esse processo de produção do açúcar, desde a chegada da cana na usina até o armazenamento, dura cerca de 15h.

Na produção do etanol, o caldo misto originado do tratamento do caldo é usado na preparação do mosto. Em seguida, o mosto é misturado ao fermento, permitindo que as leveduras transformem o açúcar em álcool e gás carbônico, produzindo o vinho. O vinho é, então, centrifugado e submetido a uma destilação, resultando no flegma e na vinhaça. A vinhaça pode ser utilizada como fertilizante devido à concentração de potássio e nutrientes. O flegma, por sua vez, é tratado para separar os álcoois superiores e concentrar no grau alcoólico do álcool hidratado (97%). Para a transformação do álcool hidratado em anidro, faz-se necessário o processo de desidratação.

Cada tonelada de cana produz cerca de 140 kg de bagaço, que pode ser utilizado para produção de energia elétrica (VIEIRA, 2007). A partir da década de 1980, as usinas passaram de um cenário de produção de 60% de sua energia elétrica para quase auto-suficiência, através do sistema de cogeração de bagaço. A queima do bagaço libera vapor, responsável por acionar uma turbina que está ligada a um gerador. Ao entrar em movimento, há geração de energia elétrica utilizada em todo o processo produtivo. O bagaço não utilizado pode ainda ser vendido para outras indústrias, maximizando a sua utilização.

4. Cenário atual do mercado sucroalcooleiro no Brasil

Na economia brasileira, o agronegócio representa quase um terço do PIB e contribui com as exportações de *commodities* e produtos agroindustriais, alocando cerca de 40% de toda a mão-de-obra do país. Inserida nesse contexto, a cana-de-açúcar é a terceira maior atividade agrícola tanto em valor como em área de produção, com aproximadamente 521 usinas e uma produção superior a 600 milhões de toneladas (ILOS). Essa produção ocupa 2,5% de toda a terra arável do país, o equivalente a 8 milhões de hectares.

A matriz energética do Brasil é 47% de fonte renovável e somente a cana-de-açúcar representa 18% deste valor (IBGE, 2009). Em 2010, foi registrada uma produtividade média nacional de quase 80 toneladas por hectare (MAPA, 2011). O cultivo brasileiro de cana-de-açúcar é feito em ciclos de cinco anos e, geograficamente, é bastante concentrado em São Paulo. Entretanto com o seu desenvolvimento no Centro-Oeste, a região vem se destacando como a nova fronteira da cultura.

O preço da cana é definido pela quantidade de Açúcar Total Recuperável (ATR) presente em cada tonelada de cana. Nas usinas processadoras de cana, a proporção de açúcar e etanol produzidos é uma decisão que fica a critério da própria empresa. Segundo dados da Conab, na safra brasileira de 2010/2011, observou-se que 46,2% destinaram-se ao açúcar e 53,8% ao etanol (MAPA, 2011).

4.1. Produção de cana-de-açúcar

A produção de cana-de-açúcar brasileira vem crescendo nos últimos anos tanto em área plantada como em quantidade de cana moída. Se no passado era a base da economia do Nordeste brasileiro, hoje é no Sudeste que a indústria sucroalcooleira mais tem se desenvolvido. Na safra 2010/2011, esta região foi responsável por aproximadamente 68% da produção nacional, dos quais 86% foram produzidos em São Paulo, estado que contribui com 58% de toda a produção nacional (SIAMIG, 2012).

Esse mercado também tem ganhado significativa importância na região Centro-oeste, que produziu 15,04% do total do país, com destaque para o estado de Goiás. Nessa mesma safra, Minas Gerais foi o terceiro maior produtor de cana-de-açúcar, como pode ser observado na Figura 1 com a evolução histórica da participação dos três Estados.

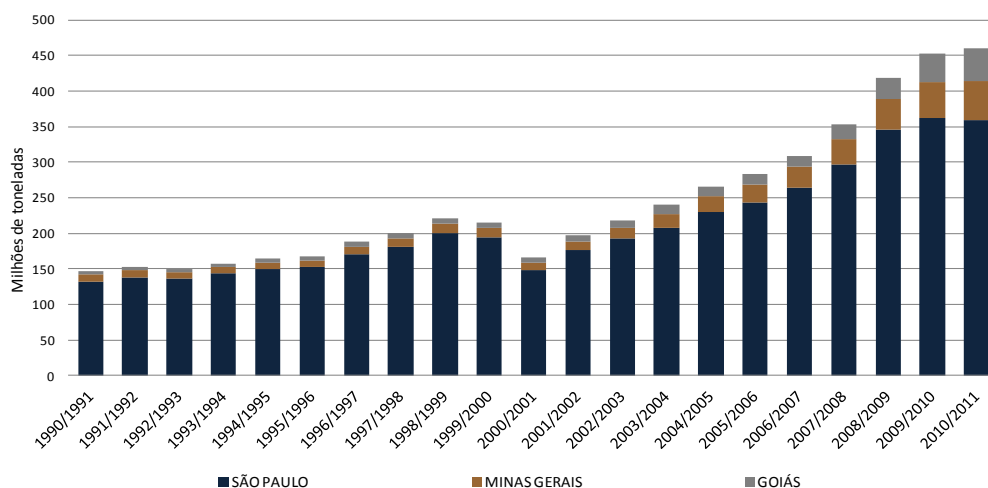


Figura 1 - Evolução histórica dos maiores produtores de cana na safra 2010/2011

Fonte: Elaboração própria (SIAMIG, 2012)

A região nordeste, por sua vez, contribuiu com 9,93% em 2011, com destaque para Alagoas, com 46,8% da produção nessa região.

Tabela 3- Participação dos Estados na produção de cana-de-açúcar

UF	% Participação	UF	% Participação
ACRE	0,01%	MINAS GERAIS	8,76%
RONDONIA	0,02%	ESPIRITO SANTO	0,57%
AMAZONAS	0,06%	RIO DE JANEIRO	0,34%
PARÁ	0,08%	SÃO PAULO	57,63%
TOCANTINS	0,04%	SUDESTE	67,29%
NORTE	0,20%	PARANÁ	6,95%
MARANHÃO	0,37%	SANTA CATARINA	0,00%
PIAUI	0,13%	R. G. SUL	0,01%
CEARÁ	0,01%	SUL	6,96%
R. G. NORTE	0,44%	MATO GROSSO	2,19%
PARAIBA	0,84%	MATO GROSSO DO SUL	5,37%
PERNAMBUCO	2,71%	GOIÁS	7,47%
ALAGOAS	4,64%	CENTRO-OESTE	15,04%
SERGIPE	0,33%		
BAHIA	0,45%		
NORDESTE	9,93%		

Fonte: Elaboração própria (SIAMIG; 2012)

4.2. Produção de açúcar

Em termos de produção de açúcar, são produzidos cerca de 120kg (EMBRAPA,2012) para cada tonelada de cana. Em 2008, o Brasil foi o maior produtor mundial de açúcar, seguido da União Europeia e da Índia. Estes países também se destacam entre os principais

consumidores, sendo a Índia o maior deles, seguida da União Europeia, do Brasil e dos Estados Unidos. Além de ser o maior produtor, o Brasil é também o maior exportador de açúcar do mundo, respondendo por cerca de 20% da produção e 40% das vendas no mercado internacional.

Até 2004 a produção de açúcar manteve um crescimento constante, a uma taxa média de 13% ao ano, acompanhado pela mesma tendência de exportação, como poder ser visto na Figura 2. Na safra de 2009/2010, porém, a produção atingiu o recorde de quase 34 milhões de toneladas, tornando o país o líder mundial. As exportações também apresentaram um crescimento bastante expressivo devido ao déficit mundial de oferta, aumentando, assim, a demanda. O maior importador do açúcar brasileiro é a Rússia, seguido da Índia, Irã, China, Argélia e Indonésia (ALICEWEB, 2009).

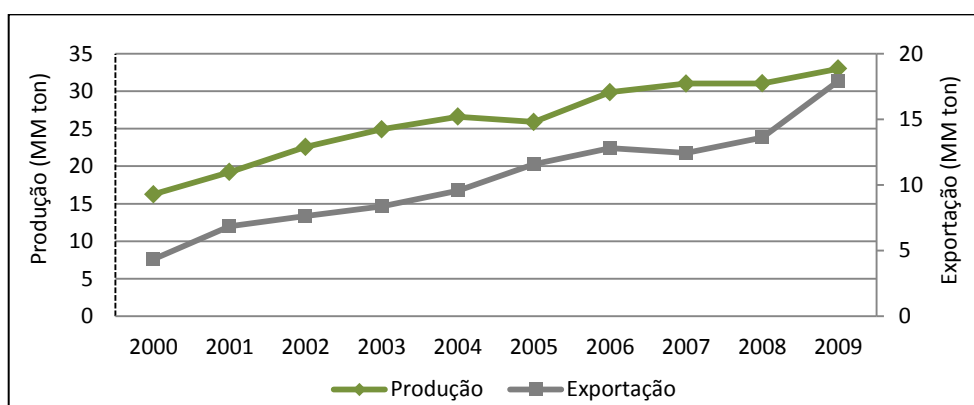


Figura 2 - Série Histórica de produção e exportação de açúcar

Fonte: Elaboração própria (ALICEWEB, 2009)

A região Sudeste é a maior produtora de açúcar no país, representando aproximadamente 71% da produção total, em 2011. Dentre todos os estados, São Paulo destaca-se nesse cenário como o de maior peso, com 61,6% na participação dos resultados nacionais. Seguido da região Sudeste, o Nordeste ocupou o segundo lugar, com 11,69%, originados, sobretudo, de Alagoas (SIAMIG, 2012).

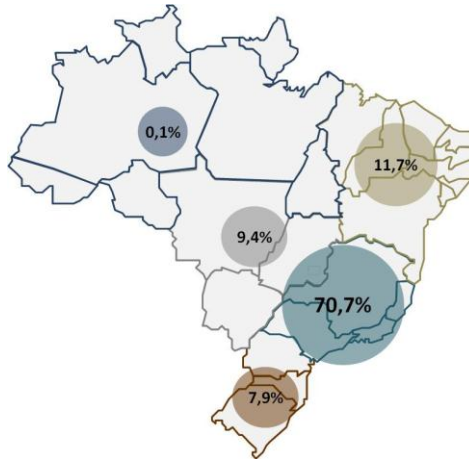


Figura 3 - Produção de açúcar nas regiões brasileiras

Fonte: Elaboração própria (SIAMIG, 2012)

4.3. Produção de etanol

Na década de 90, foi iniciado o processo de desregulamentação do setor sucroalcooleiro, com a liberação do etanol anidro, antes controlado pelo governo. O etanol anidro é usado na mistura para formação da gasolina C. Ele atua como oxigenante da gasolina, sendo uma alternativa a aditivos poluentes como o chumbo e alguns derivados do petróleo. O Brasil passou a ocupar o segundo lugar em produção de etanol, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

De acordo com a Embrapa, mais da metade da cana-de-açúcar moída no Brasil é destinada para a fabricação de etanol. A região Sudeste caracteriza-se por ser a maior produtora de etanol, com papel muito importante do estado de São Paulo. Seguida do Sudeste, a região Centro-Oeste apresenta a segunda maior produção.

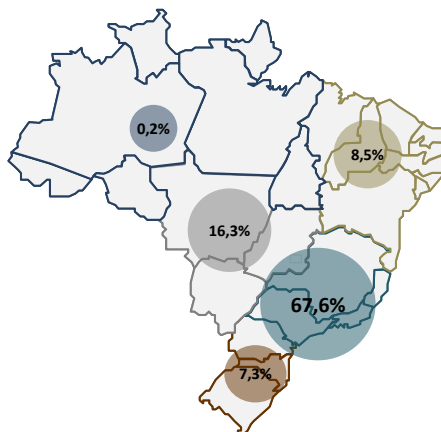


Figura 4 - Produção de etanol nas regiões brasileiras

Fonte: Elaboração própria (ILOS, 2011)

A Tabela 4 mostra os volumes de produção por estado.

Tabela 4 – Volume de Produção por UF

UF	Etanol Hidratado (mil m ³)	Etanol Anidro (mil m ³)	Total (mil m ³)	Representatividade Volume Produção
SP	10.889	4.152	15.041	57,6%
MG	1.793	491	2.284	8,7%
GO	1.685	436	2.121	8,1%
PR	1.526	372	1.898	7,3%
MS	1.089	243	1.332	5,1%
MT	538	272	810	3,1%
AL	422	369	791	3,0%
PE	309	160	469	1,8%
PB	238	157	395	1,5%
ES	131	108	239	0,9%
MA	59	110	169	0,6%
RN	82	35	117	0,4%
BA	73	44	117	0,4%
RJ	103	10	113	0,4%
SE	85	16	101	0,4%
PI	5	36	41	0,2%
PA	32	4	36	0,1%
CE	11	-	11	0,0%
RO	9	-	9	0,0%
AM	5	-	5	0,0%
RS	2	-	2	0,0%
TO	2	-	2	0,0%
Total	19.088	7.015	26.103	100,0%

Fonte: Elaboração Própria (ILOS, 2011)

Os maiores importadores do etanol brasileiro são Coreia do Sul, Estados Unidos, Japão, Países Baixos, Reino Unido, Jamaica e Nigéria (PDE, 2012). Apesar de ser o maior exportador, mais de 80% do etanol produzido é consumido no mercado interno.

Esse consumo interno de etanol teve um grande impulso em 2003, com a entrada do veículo *flex-fuel* no mercado brasileiro, veículo que permitia o uso de etanol hidratado como combustível. Por conta disso, a demanda de hidratado praticamente triplicou entre os anos de 2003 e 2007.

Esse aumento crescente da produção também foi acompanhado de um aumento significativo do volume exportado, atingindo em 2004 um valor três vezes maior do que o de 2003, representado no Figura 5. Em 2007, o volume foi aproximadamente seis vezes maior que a média anual entre os anos de 2001 e 2003 e a produção aumentou em 27% se comparado a 2006 (ALICEWEB, 2009).

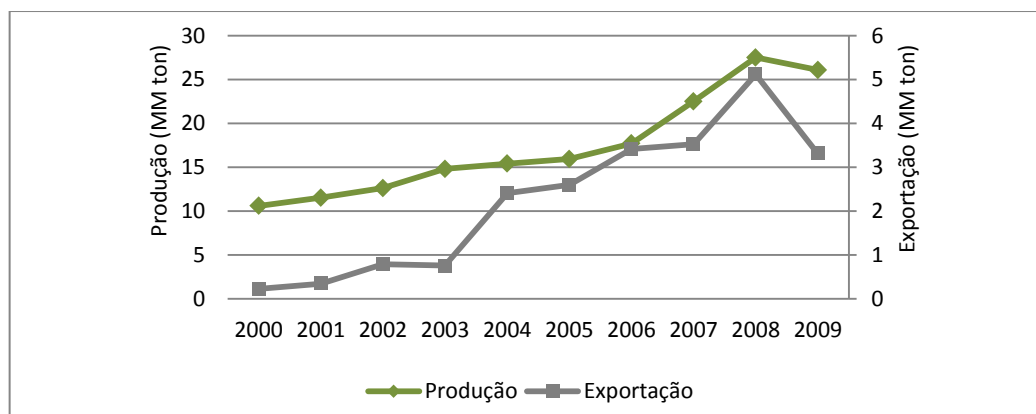


Figura 5 - Série Histórica de produção e exportação de etanol

Fonte: Elaboração própria (ALICEWEB, 2009)

Em 2008, o etanol hidratado já era o combustível mais viável economicamente em 19 estados e os veículos *flex* representavam 87,4% nas vendas totais de veículos leves (EPE, 2011). Nesse mesmo ano, as fortes chuvas nas regiões produtoras de milho dos Estados Unidos fizeram com que houvesse aumento significativo na demanda pelo etanol brasileiro, contribuindo para o aumento das exportações. Ainda de acordo com Figura 5, pode-se perceber que na safra de 2009/2010 houve queda na produção do etanol, ocorrido, principalmente, devido ao menor rendimento da cana-de-açúcar em função do excesso de chuvas e da valorização do açúcar no mercado, o que fez com que a produção de açúcar fosse priorizada em detrimento do etanol.

Para os próximos anos, a demanda interna de etanol carburante deve crescer 8,7% de 2012 a 2017, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2011). Em relação à demanda internacional, o crescimento das exportações brasileiras tem sido alavancado por fatores externos, como as legislações em alguns países que tem aumentado as metas de uso do biocombustível. Nesse cenário, a expectativa é que o Brasil ultrapasse os 4 bilhões de litros de etanol exportados em 2011 e atinja 8 bilhões de litros em 2017.

Com esse forte incremento na demanda por etanol, o Instituto de Economia Agrícola (IEA) estima que a área destinada para o cultivo de cana-de-açúcar na safra de 2015-2016 será de 12,2 milhões de hectares, produzindo cerca de 902,8 milhões de toneladas de cana para a indústria, suficiente para a fabricação de 36 bilhões de litros de álcool (Revista O Brasil Agrícola, 2012).

5. A Logística do Etanol

5.1. Localização das Áreas de Plantio

O plantio de cana-de-açúcar teve início no Brasil colônia, quando foi trazido da Ásia pelos portugueses, principalmente devido ao alto valor do açúcar na Europa. Nos séculos XVI e XVII, o Brasil se tornou o maior produtor do mundo, com grande parte dos canaviais concentrados na região Nordeste. Em menor escala, o cultivo também era feito no Rio de Janeiro e em São Vicente (São Paulo). Passados cinco séculos e com a importância da cana para a produção de etanol, a localização das áreas de plantio concentra-se em grande parte da região Centro-Sul do país. O Nordeste tem apenas 13% da área cultivada (UNICA, 2010).

A Figura 6 ilustra a evolução da área plantada de cana-de-açúcar a partir dos anos 80. Observa-se uma estabilização do plantio na região Norte-Nordeste, enquanto o Centro-Sul se destaca pelo grande aumento de área plantada. Entre os anos de 2001 e 2010, registrou-se um crescimento de 82% do total de hectares cultivados nessa região, que atualmente concentra 86% do total.

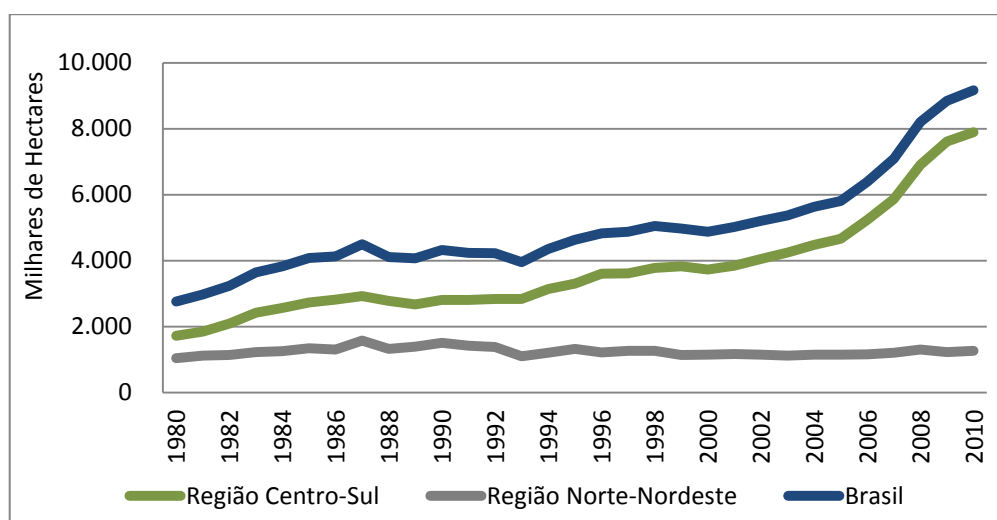


Figura 6 - Evolução da Área de Cultivo de Cana-de-Açúcar

Fonte: Elaboração Própria (Dados: UNICA, 2011)

A cana-de-açúcar se caracteriza por se adaptar a diversos tipos de solo, inclusive aqueles com características físico-químicas mais hostis, o que facilita o plantio em diversas regiões. Porém, quanto mais afastadas das condições consideradas ideais, menor a produtividade.

A Figura 7 mostra a representatividade de cada estado no total de área plantada neste período de crescimento. São Paulo se mantém na primeira posição, com mais de 50% da plantação brasileira. Além de São Paulo, três estados crescem em representatividade: Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, que passam a ter 8%, 6% e 4% do total de hectares plantados com cana. O Paraná se mantém com o mesmo percentual: 7%. Por outro lado, pode-se destacar a perda de importância de estados do Nordeste, como Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

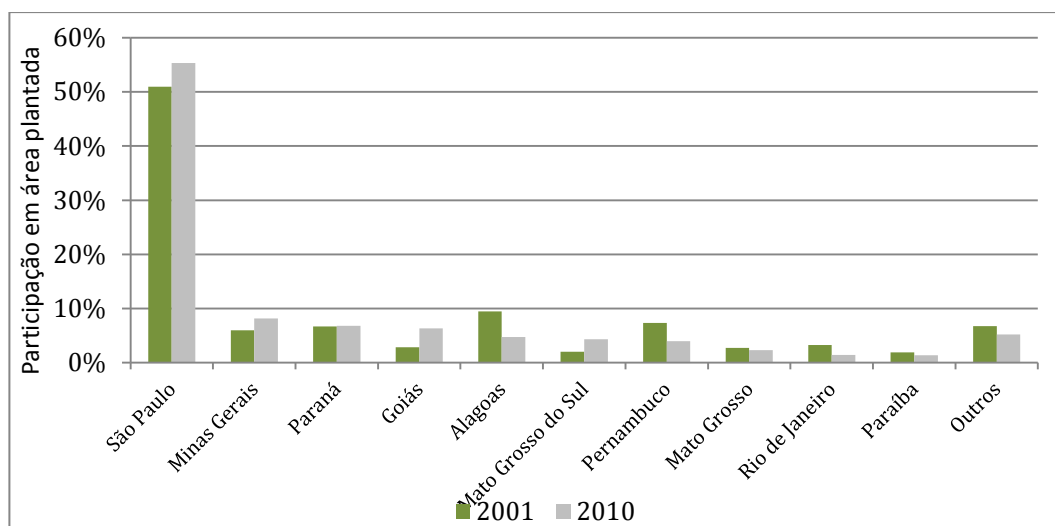


Figura 7 - Representatividade área plantada por UF

Fonte: Elaboração própria (Dados: UNICA, 2010)

Nesta década, verifica-se crescimento vertiginoso do plantio nos estados da região Centro-Oeste – 219%, enquanto para o território brasileiro no mesmo período o crescimento foi de 82%. Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso representam 13% da área plantada de cana-de-açúcar.

5.2. Localização das Usinas Sucroalcooleiras

Em dezembro de 2011, existia no Brasil um total de 521 usinas produtoras de etanol, conforme estudo do Instituto ILOS (2011). A região Sudeste, concentra 66% da quantidade de usinas existentes, sendo São Paulo o estado mais representativo, com 283 unidades, o equivalente a 54,3% do país e 82,5% da região. O norte do Brasil é a região menos representativa com apenas 1% do total de instalações. A Figura 8 ilustra a distribuição das

unidades produtoras, representado pela cor verde, e centros coletores, representados pela cor laranja, pelo país.



Figura 8 – Localização Usinas Sucroalcooleiras

Fonte: ILOS (2011)

São Paulo é também o estado com o maior volume de produção total, somando-se etanol anidro e etanol hidratado, com aproximadamente 15 milhões de metros cúbicos produzidos no ano de 2010 (ILOS, 2011).

5.3. Localização dos Reservatórios e Distribuidoras

A sazonalidade característica da produção de etanol torna a formação de estoques extremamente importante para garantir o abastecimento nos períodos de entressafra. Para isso, é necessária infraestrutura adequada e eficiente para o armazenamento dos combustíveis.

O armazenamento do etanol é feito em bases primárias – localizadas junto às usinas produtoras – ou bases secundárias – a partir das quais é feita a distribuição do combustível.

MILANEZ *et al.* (2010) indicam que as bases primárias cumprem um papel voltado à formação de estoques para entressafra, sendo seu crescimento relacionado às estratégias de produção e comercialização das unidades industriais. As bases secundárias de tanques tem como objetivos a consolidação de carga e o apoio ao suprimento do mercado consumidor, logo com maior influência para a distribuição do etanol e a evolução do seu consumo regional.

Pode-se fazer uma analogia entre as bases de distribuição de combustível e os centros de distribuição na distribuição de bens e consumo, já que as operações executadas são o recebimento, a armazenagem e a expedição de produtos (MALIGO, 2005 apud XAVIER, 2008).

O Instituto ILOS (2011) mapeou a localização das principais bases e distribuidoras. Através da Figura 9, pode-se observar a concentração dessas unidades no Sul e Sudeste do país – mais próximas ao mercado consumidor, principalmente no Estado de São Paulo. SOARES (2003) apud XAVIER (2008) destaca a importância dos terminais principalmente nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Uma vez que tais regiões possuem a produção de derivados mais baixa, a chegada dos produtos só pode ser viabilizada através dos terminais.

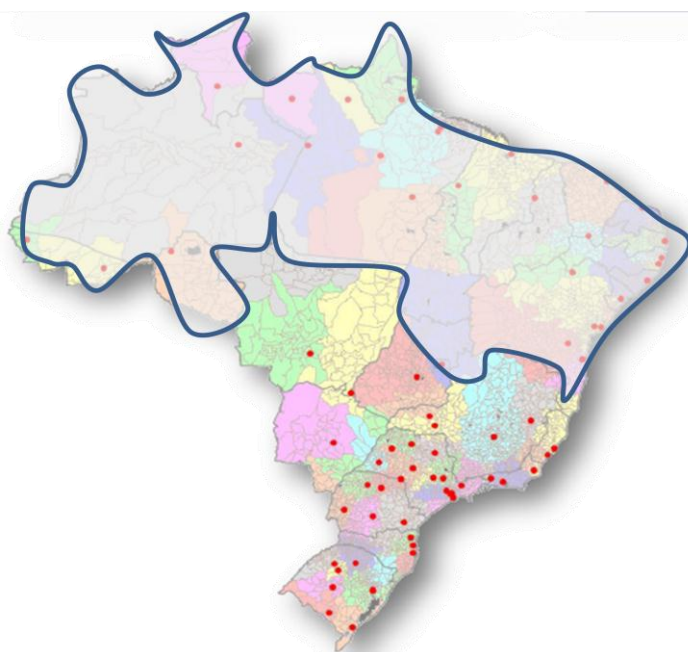


Figura 9 - Localização das Distribuidoras e Bases

Fonte: Instituto Ilos (2011)

Com o aumento do consumo de etanol, era de se esperar que a capacidade de tancagem acompanhasse esse crescimento. Porém, entre 2003 e 2009, foi registrada uma redução dessa capacidade, conforme evidenciado na Figura 10.

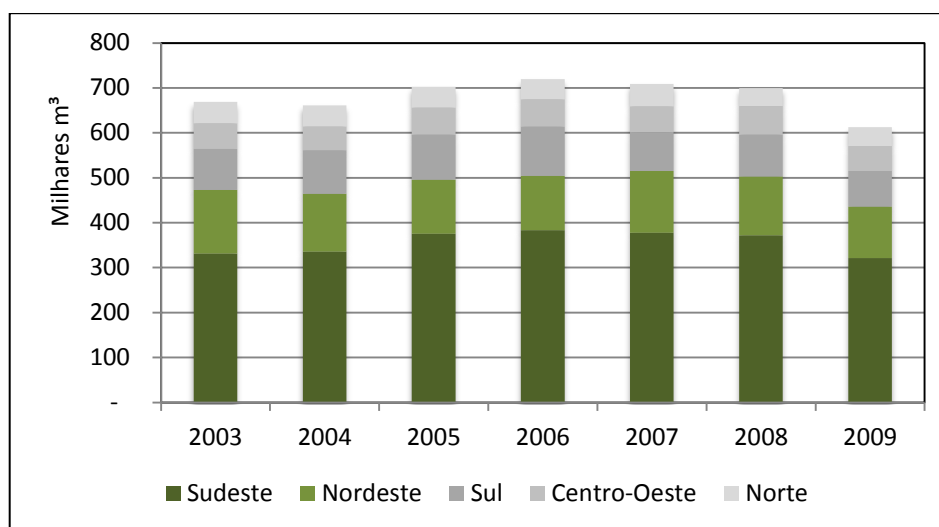


Figura 10 - Capacidade de tancagem de etanol

Fonte: Elaboração Própria. (Dados: MILANEZ *et al.*, 2010)

MILANEZ *et al.* (2010) citam algumas razões para essa retração: existência de infraestrutura ociosa para a distribuição; aumento da eficiência operacional da utilização dos tanques de distribuidores e finalmente, a diminuição na participação das pequenas distribuidoras no mercado desse combustível.

5.4. Localização do Mercado Consumidor

5.4.1. Interno

O mercado consumidor interno do etanol, assim como a produção do combustível, é altamente concentrado na região Centro-Sul, com destaque para o estado de São Paulo, que responde por cerca de 45% do consumo total. Destacam-se também os estados de Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Goiás, que juntos consomem cerca de 70% da demanda nacional – todos eles superando o patamar de um bilhão de litros de etanol, somando-se o etanol hidratado e o etanol anidro. A Tabela 5 contém dados do consumo brasileiro por estado.

Tabela 5 - Consumo etanol por estado do Brasil (em milhão de litros)

Estado	Etanol Hidratado	Etanol Anidro	Total	Percentual
São Paulo	6.490	2.236	8.726	45,2%
Minas Gerais	569	971	1.540	8,0%
Paraná	811	567	1.378	7,1%
Rio de Janeiro	532	540	1.072	5,6%
Goias	705	297	1.003	5,2%
Rio Grande do Sul	137	666	803	4,2%
Bahia	254	376	630	3,3%
Santa Catarina	123	475	598	3,1%
Mato Grosso	339	115	454	2,4%
Pernambuco	185	261	446	2,3%
Ceará	114	223	336	1,7%
Distrito Federal	84	237	321	1,7%
Mato Grosso do Sul	106	130	236	1,2%
Espírito Santo	56	169	225	1,2%
Pará	34	182	215	1,1%
Maranhão	35	148	184	1,0%
Paraíba	58	121	179	0,9%
Rio Grande do Norte	55	114	170	0,9%
Amazonas	41	123	164	0,8%
Alagoas	53	72	125	0,6%
Rondônia	27	77	103	0,5%
Piauí	14	88	102	0,5%
Tocantins	37	59	97	0,5%
Sergipe	25	71	96	0,5%
Acre	9	25	34	0,2%
Amapá	5	26	31	0,2%
Roraima	2	21	23	0,1%
Brasil	10.899	8.391	19.290	100,0%

Fonte: Elaboração própria (Dados: UNICA, 2010)

Na Tabela 5, observamos que os estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul se apresentam como importantes centros de consumo, com respectivamente 5,6% e 4,2% da demanda nacional. Esses estados, porém, não se destacam como os principais produtores de etanol. Por sua vez, o Mato Grosso do Sul, quinto maior produtor é apenas o 13º em consumo do combustível.

5.4.2. Externo

Atualmente, os maiores importadores do etanol brasileiro são a Coréia do Sul, os Estados Unidos, o Japão, os Países Baixos e o Reino Unido. A demanda desses países somada

equivale a 71% das exportações nacionais, superando a marca de um milhão de metros cúbicos do combustível.

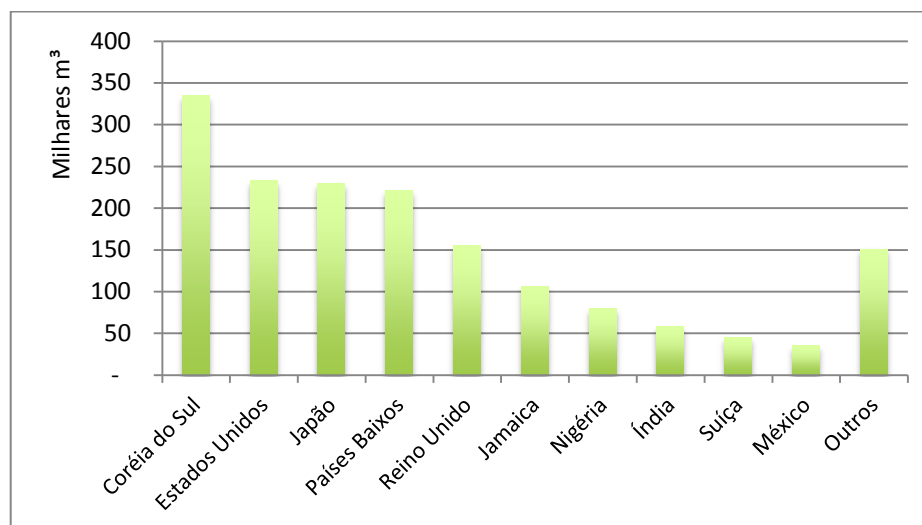


Figura 11 – Exportação de Etanol por País em 2010³

Fonte: Elaboração Própria (Dados: MAPA, 2011)

Os efeitos da crise financeira em 2008 ainda afetam o consumo do etanol brasileiro internacionalmente. Com a redução do nível de atividade econômica e, conseqüentemente, do consumo de energia, muitos países adotaram medidas protecionistas, contribuindo para a retração das exportações brasileiras.

Entretanto, com a necessidade dos principais consumidores reduzirem a sua dependência de combustíveis fósseis, o Ministério de Minas e Energia volta a projetar o crescimento da demanda, principalmente a partir de 2013, com crescimento de 240% até o ano 2020, como pode ser visto na Figura 12.

³ Em “Outros” estão compreendidos 60 países importadores do etanol brasileiro, todos com participação inferior a 2% do total de exportações.

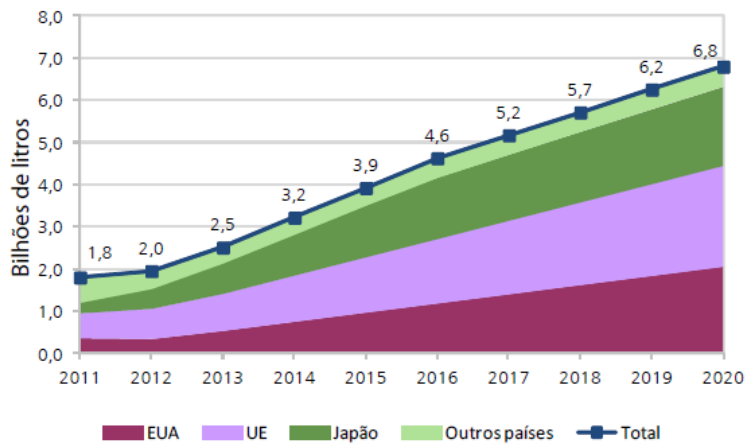


Figura 12- Exportação de Etanol

Fonte: PDE 2020

O crescimento das exportações será impulsionado principalmente pelos Estados Unidos, que terá o volume aumentado em mais de 100%, superando o patamar de um bilhão de litros anuais no ano de 2015.

5.5. Fluxos Logísticos

O fluxo logístico do etanol pode ser definido da seguinte forma: transferência primária entre usinas e bases primárias; transferência secundária entre as bases primárias e secundárias e distribuição entre bases secundárias e clientes. Seguindo a matriz de transporte brasileiro, na qual o modal rodoviário representa cerca de de 63% do transportes de carga nacional (Fleury, 2011), é também este o principal modal para o transporte do combustível.

5.5.1. Rodoviário

É por meio das rodovias que o etanol deixa as usinas em direção as distribuidoras e são distribuídos aos clientes. Ao todo, são cerca de 34 mil postos de revenda de combustíveis no país, dos quais 90% com venda de etanol hidratado (MITSUTANI, 2010), evidenciando a pulverização dos clientes e justificando o uso do modal rodoviário no fluxo de venda de etanol.

MILANEZ *et al.* (2010) apontam a competitividade do modal em rotas curtas e o baixo volume de carga como razões para justificar a predominância da modalidade rodoviária. As usinas estão situadas, em geral, em regiões agrícolas afastadas das importantes vias de

transporte e, isoladamente, não têm escalas de produção que viabilizem a utilização e os investimentos em outras modalidades de transporte.

Os principais fluxos de distribuição rodoviária do etanol ocorrem entre os estados do Centro-Sul, sendo que os maiores volumes movimentados concentram-se dentro dos próprios estados de São Paulo, Goiás e Paraná, conforme evidenciado pela Tabela 6.

Tabela 6 - Fluxos Rodoviários Etanol (em mil m³)

Fluxo	Volume	Fluxo	Volume
SP-SP	9.033	GO-SP	397
GO-GO	1.131	SP-MG	311
PR-PR	874	SP-RS	267
SP-RJ	827	GO-DF	222
MG-MG	760	PE-PE	216
MS-SP	750	MG-BA	200
SP-PR	651	MS-MS	188
MG-SP	521	AL-BA	169
MT-MT	477	MG-RJ	98
MS-PR	475		

Fonte: Elaboração Própria. (Dados: ILOS, 2011)

Confrontando os dados de fluxos rodoviários de etanol com o consumo de alguns estados, nota-se uma certa divergência entre o consumo total e o volume transferido, como por exemplo no Rio Grande do Sul. Uma razão para essa diferença seria o volume de etanol importado pelo Brasil para suprir a demanda interna, conforme noticiado pelo portal Bioetanol (2010).

5.5.2. Ferroviário

O modal ferroviário é utilizado principalmente nos fluxos de transferência – transporte entre bases primárias e secundárias. É pouco representativo, porém, o volume movimentado por esse modal, considerado ideal para o transporte de longas distâncias e grande volume. São movimentados por ferrovia menos de 3 milhões de m³ de etanol anualmente, cerca de 10% do volume total. O aumento do consumo de etanol, tanto para mercado interno quando para exportações, tende a viabilizar investimentos em ferrovias, principalmente pelo ganho de escala.

Atualmente, o transporte ferroviário do etanol enfrenta gargalos como a falta de vagões-tanques, a falta de tração das locomotivas, a baixa capacidade da linha causada por falta de manutenção, a baixa velocidade, a baixa frequência de viagens, os horários limitados de tráfego, a falta de terminais de transbordo e dificuldades de integração das diferentes concessionárias (MILANEZ *et al.*, 2010).

A maior parte do transporte ferroviário de etanol está concentrada na região Centro-Sul, assim como a produção e o consumo. O transporte de combustíveis no país é feito principalmente pelas ferrovias ALL Malha Sul, ALL Malha Oeste, ALL Malha Norte, ALL Malha Paulista, FCA, EFC e TNL. A Figura 13 ilustra as principais ferrovias brasileiras, com destaque para as já citadas.



Figura 13 - Transporte ferroviário

Fonte: ILOS (2011)

Na Figura 14 podemos verificar a evolução do volume de etanol movimentado nas principais ferrovias do país. Podemos observar um grande crescimento da ALL Malha Paulista e Norte, cujo volume movimentado foi de apenas 29 mil m³ em 2005, saltando para 483 mil m³ em 2009 – um salto de cerca de 1600% em apenas quatro anos. O trecho da Malha Paulista é responsável pela ligação entre a Baixada Santista/ Porto de Santos às cidades de Santa Fé do Sul, Colômbia e Panorama. Neste trecho, o etanol responde por cerca de 15% das cargas movimentadas. Além do etanol, são movimentados outros combustíveis e açúcar. Por sua vez, a ALL Norte liga Santa Fé do Sul à Alto Taquari, no sudeste do Mato Grosso. Neste trecho, o volume de etanol transportado é pouco

representativo, sendo apenas 0,3% do total. Os principais produtos dessa malha são o milho e a soja.

MILANEZ *et al.* (2010) apontam os principais motivos que proporcionaram o expressivo crescimento: revitalização do terminal de descarregamento da Tequimar e da BR Distribuidora em Paulínia, além dos investimentos em terminais de carregamento existentes em algumas usinas.

Embora menos vertiginoso que o crescimento supracitado, a FCA também apresentou evolução de 188% no volume transportado no período de 2006 a 2008. O etanol responde por 1,3% das cargas movimentadas pela ferrovia, cujos principais produtos de movimentação são o milho, a soja, o açúcar e o fosfato.

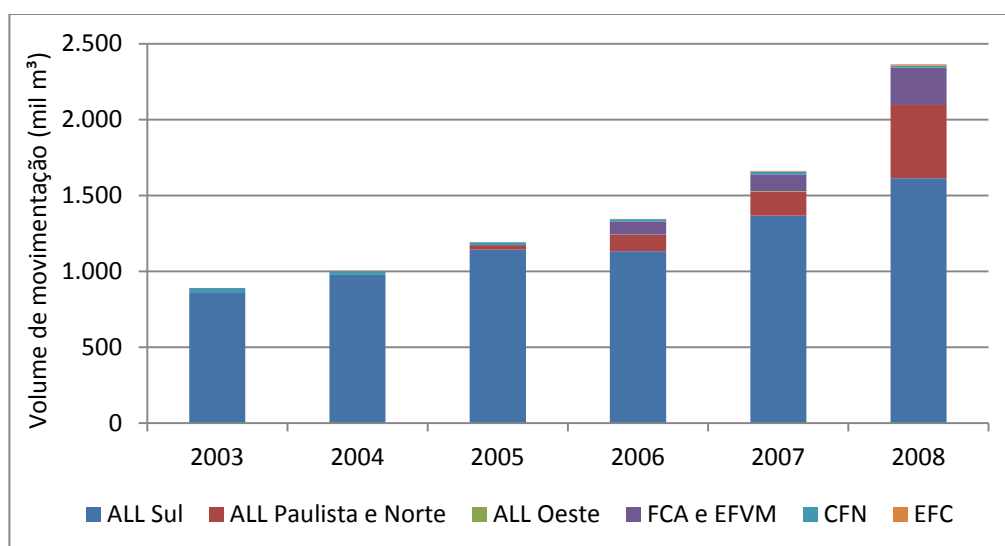


Figura 14 - Movimentação Ferroviária de Etanol

Fonte: Elaboração própria (Dados: MILANEZ *et al.* 2010)

A Tabela 7 contém informações sobre as ferrovias que movimentam etanol, indicando seus principais produtos e a representatividade do etanol na movimentação. A ALL Paulista, com extensão de 2916 km que é a operadora cujo transporte de combustíveis é mais representativo – cerca de 50% do seu volume total, sendo o etanol cerca de 15% do total.

Tabela 7 – Transporte Ferroviário de Etanol

Operadora	% Combustíveis	% Etanol nos Combustíveis	% Etanol na Ferrovia	Principais Produtos
TNL	30,0%	5%	1,5%	Combustíveis
EFC	0,2%	1%	0,0%	Minério de ferro
FCA	4,2%	32%	1,3%	Soja, milho, açúcar e fosfato
ALL Malha Paulista	49,9%	29%	14,5%	Combustíveis e açúcar
ALL Malha Norte	0,3%	100%	0,3%	Milho e soja
ALL Malha Oeste	4,4%	92%	4,0%	Minério de ferro
ALL Malha Sul	16,3%	31%	5,1%	Milho, açúcar e soja

Fonte: Elaboração própria (Dados: ILOS, 2011)

Uma pequena parcela do fluxo entre usina e bases é feita através do modal ferroviário – cerca de dois mil m³, dos quais 52% são transferências intraestaduais.

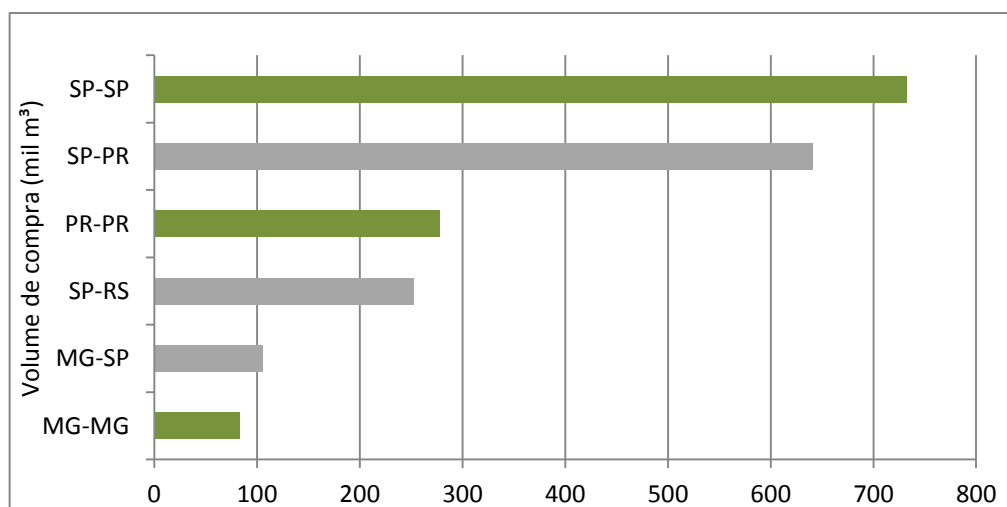


Figura 15 - Compra Ferroviária Etanol

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ILOS, 2010)

O transporte ferroviário dos combustíveis, embora mostre crescimento em algumas regiões ainda é pouco representativo para o potencial que apresenta. Essa situação reflete de certa forma a matriz de transportes brasileira, na qual as ferrovias respondem por 21,7%

do transporte de cargas, enquanto nos Estados Unidos este percentual é de 41,5% (Fleury, 2011).

5.5.3. Dutoviário

O transporte dutoviário constitui apenas 3,8% da matriz de transportes do Brasil, enquanto nos Estados Unidos esse percentual alcança a marca de 19%.

Segundo MILANEZ *et al.* (2010) a utilização de dutos para a movimentação de etanol é limitada a poucas rotas de curtas distâncias, ligando a refinaria de Paulínia ao Rio de Janeiro e a de Araucária a Paranaguá e bases de Santa Catarina. A Tabela 8 apresenta dados sobre a movimentação de etanol nesses trechos.

O volume de etanol movimentado nas dutovias praticamente triplica no período de 2003 a 2008, porém o etanol ainda tem participação pequena nos dutos existentes.

Tabela 8 - Movimentação dutoviária etanol

Trecho	Distância (km)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Araucária (PR)- Itajaí (SC)	200	261	290	283	263	327	390	356
Paulínia (SP)- Guararema (SP)	153	12	53	185	285	79	250	144
Guararema (SP)- Duque de Caxias (RJ)	372	12	45	138	211	133	237	194
Itajaí (SC)- Florianópolis (SC)	66	89	99	102	88	117	134	116
Barueri (SP)- Paulínia (SP)	99	50	5	37	63	40	85	127
Araucária (PR)- Paranaguá (PR)	93	16	5	23	21	19	17	12
Diversos		-	9	-	31	2	6	9
Total		440	507	766	962	717	1.118	958

Fonte: MILANEZ *et al.* (2010)

A Figura 16 mostra a participação do etanol nos trechos mencionados. No trecho Barueri-Paulínia o álcool é o principal produto, com 64 % do total do volume transportado. Na ligação entre Araucária e Itajaí esse percentual chega ao patamar de 20%, porém dos demais trechos, fica evidenciada a pequena representatividade deste tipo de combustível em relação aos demais produtos.

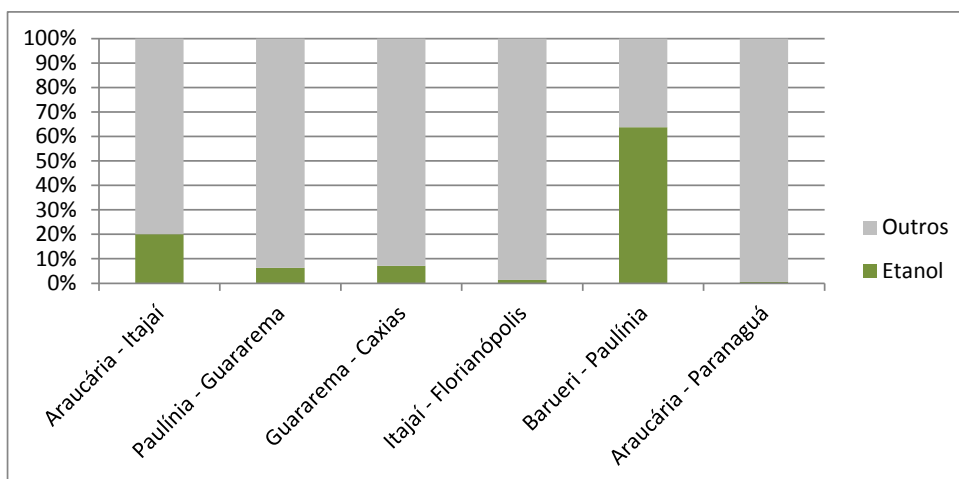


Figura 16 - Representatividade do etanol no transporte dutoviário

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ILOS, DOU e Milanez *et al.*)

Os dutos que se destacam no transporte dos derivados de petróleo são o OSBRA (Oleoduto São Paulo – Brasília), o OPASC (Oleoduto Paraná – Santa Catarina) e o duto ORSUB (Oleoduto Recôncavo Sul da Bahia), sendo que apenas o OPASC também movimentava etanol.

O OSBRA, com 964 km de extensão, é operado pela Transpetro e faz a ligação entre os terminais de Brasília e Paulínia. Ao longo do poliduto há também terminais nas cidades de Senador Canedo (GO), Uberaba e Uberlândia (MG) e Ribeirão Preto (SP). A capacidade do duto é de cerca de 900 mil m³ mensais (ILOS, 2011).

O duto ORSUB é composto por três trechos no Recôncavo Baiano. O trecho 1, com 75 km, liga as cidades de Ipiauí a Jequié, com capacidade máxima de aproximadamente 100 mil m³ por mês. O trecho 2, faz a ligação entre Ipiauí e Itabuna, com movimentação máxima de 85 mil m³ mensais e o trecho 3 conecta Madre de Deus a Ipiauí, com capacidade máxima de 187 mil m³/mês.

Para acompanhar o crescimento da demanda do etanol, inclusive com maior eficiência operacional, foram desenvolvidos três grandes projetos para alcooldutos: PMCC, Uniduto e Centro Sul. Em março de 2011, estes projetos foram integrados em um único Sistema Logístico multimodal de transporte e armazenagem de etanol, que prevê uma capacidade de tancagem de cerca de um milhão de m³ de etanol, e que será descrito na seção 9.

5.5.4. Hidroviário

Os fluxos hidroviários para o transporte de combustíveis são restritos à Bacia Amazônica. Entre os 50 mil km de vias navegáveis existentes, apenas 13 mil estão realmente em uso (ILOS, 2011). No caso do etanol, a principal rota é pelo Rio Madeira, entre Porto Velho e Manaus. Por esse trecho, escoam aproximadamente 200 mil m³ de etanol vindo do Mato Grosso para atender a quase todo o consumo do Amazonas, Acre e Roraima (MILANEZ *et al.*, 2010).

Segundo NUNES (2010), os rios brasileiros são navegáveis apenas em alguns trechos, determinando a necessidade de altos investimentos em infraestrutura de eclusas para possibilitar o transporte contínuo ao longo de um trecho mais longo; os rios nacionais geralmente não desembocam no oceano. Isso significa que o modal hidroviário deve ser complementado por outros modais para conseguir movimentar o produto até seu destino final.

No caso da cabotagem, são esporádicos e concentram-se na distribuição entre os terminais aquaviários exportadores do Nordeste e os estados do Norte-Nordeste.

Este modal tem potencial de expansão principalmente na hidrovía Tietê-Paraná. Há projetos de novas usinas que poderiam ser absorvidas por esta via e ter a produção escoada para o Sul e Sudeste.



Figura 17 - Principais hidroviárias usadas no transporte de biocombustíveis

Fonte: ILOS, 2011

Os principais portos para exportação do etanol brasileiro são o Porto de Santos e o Porto de Paranaguá, que movimentam, respectivamente, 75% e 15% da demanda internacional (NUNES, 2010). Entretanto, MILANEZ *et al.*(2010) apontam que o crescimento da demanda mundial fomenta a expansão de investimentos em criação, adaptação e ampliação dos terminais portuários. Os portos de Itaquí e Vitória receberam terminais de exportação de etanol nos anos de 2007 e 2008. O primeiro integrado às ferrovias CFN e EFC, enquanto o segundo é integrado à Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM). Santos e Paranaguá também receberam investimentos em terminais, processos de descarregamento rodoviário e ferroviário. Porém, enquanto Paranaguá já tem 40% dos fluxos de origem ferroviários ou dutoviários, o principal porto de exportação recebe o produto primordialmente por caminhões.

Na Tabela 9, observa-se a capacidade de tancagem e movimentação dos principais portos.

Tabela 9 - Movimentação e tancagem dos principais portos

Porto	Tancagem (m ³)	Capacidade	%
		Movimentação (m ³)	Exportações
Santos	295.000	5.310.000	75%
Paranaguá	102.500	1.845.000	15%
Rio de Janeiro	40.000	960.000	1%
Maceió	30.000	540.000	6%
Suape	43.430	781.740	2%
Outros	77.400	1.630.800	1%
Total	588.330	11.067.540	100%

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ILOS, 2011; NUNES, 2010)

A capacidade de movimentação dos portos atuais não se apresenta como um gargalo para a exportação de etanol. O porto de Santos poderia exportar sozinho o triplo do volume de exportações do ano de 2010, cerca de 1,6 milhões de m³. Para garantir o crescimento das exportações no futuro, será fundamental a integração dos terminais portuários com modais eficientes.

6. Evolução dos preços de etanol no mercado brasileiro

O preço do etanol é um dos fatores mais importantes para entendermos a lógica do mercado de etanol brasileiro. Conforme citado anteriormente, a criação dos carros *flex fuel* fez com que as vendas de etanol disparassem a partir de 2003. Os baixos preços do biocombustível o tornaram a escolha mais vantajosa para o proprietário do veículo, que passaram a ter benefício financeiro a partir do uso do etanol, além de ganho no rendimento do motor, por possuir maior octanagem que a gasolina.

Como já visto, existe uma concentração da produção de etanol no Centro-Sul do país, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás. Essa distribuição da oferta, aliada aos gargalos logísticos impacta diretamente na diferenciação do preço do etanol de acordo com a região do país, que pode ser visto na Figura 18.

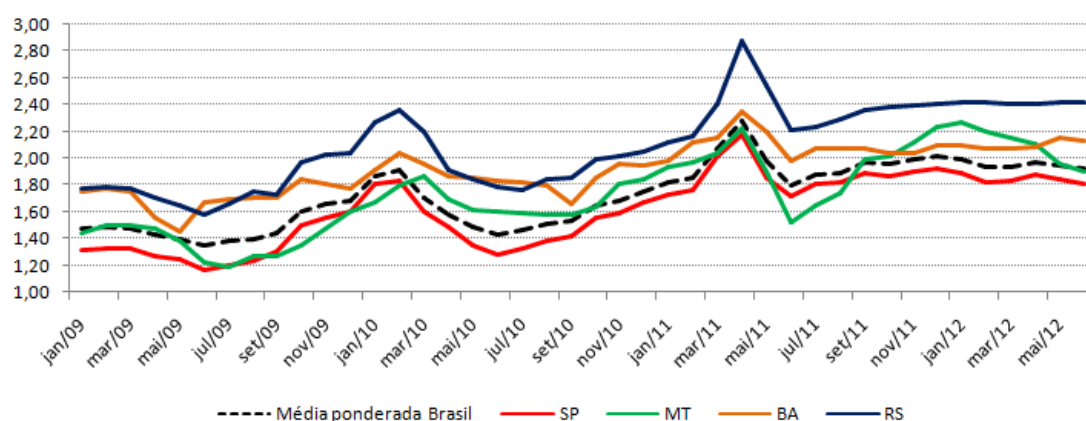


Figura 18- Preço do etanol ao consumidor (R\$/l)⁴

Fonte: Elaboração Própria (Dados: ANP, 2012)

O gráfico mostra que o preço pago pelo consumidor nos estados produtores é muito menor que os demais estados, favorecendo o consumo do mesmo somente em determinadas regiões. Essa diferença de preço em média chega a R\$ 0,48/litro, tornando o consumo do combustível menos vantajoso em regiões como o Sul, Norte e Nordeste do país.

O consumidor final considera a paridade do preço do etanol em relação ao preço da gasolina (preço do etanol dividido pelo preço da gasolina) como balizador no momento da

⁴ Os preços do etanol são relativos apenas ao etanol hidratado.

escolha do combustível no posto de abastecimento. Devido a diferenças energéticas, o preço do etanol deve ser até 70% do preço da gasolina para que seja vantajoso para o consumidor. A partir deste valor, a escolha financeiramente correta seria a gasolina. A Figura 19 mostra as diferentes paridades de preços nos estados tratados acima.

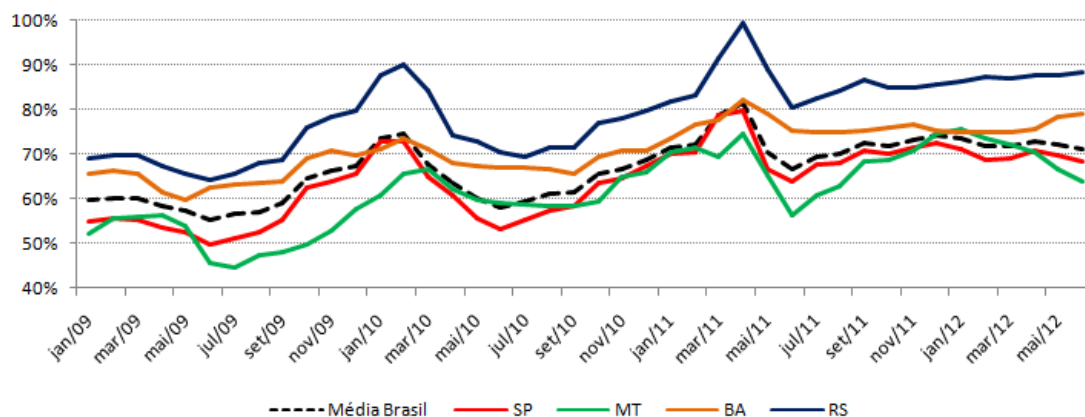


Figura 19 - Paridade dos preços (Etanol/ Gasolina)⁵

Fonte: Elaboração própria (Dados: ANP, 2012)

Novamente, a divergência de preços faz com que a paridade seja mais favorável nos estados onde a oferta está concentrada, ao contrário dos demais estados. Esse cenário faz com que o consumo de etanol seja tão concentrado quanto a sua oferta. O estado de São Paulo sozinho representa cerca de 50% do consumo total do país, seguido por Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Goiás, com menos de 10% cada um. A paridade de preços média do país é puxada para baixo, pois grande parte do consumo está presente em São Paulo, onde existe uma das menores paridades do Brasil.

A partir de 2010, problemas com a safra de cana-de-açúcar e o aumento do preço do açúcar no mercado internacional fizeram com que a oferta de etanol no Brasil decaísse significativamente. A redução da oferta, aliada ao crescimento da demanda por combustíveis, fez com que os preços do etanol disparassem principalmente nas entressafas (janeiro a março), fechando a paridade de preços do etanol, o que impacta diretamente as vendas do combustível, mesmo em São Paulo, como ilustra a Figura 20.

⁵ Paridade do preço do etanol hidratado com o preço da gasolina – preço final, incluindo o percentual de etanol anidro misturado à gasolina.

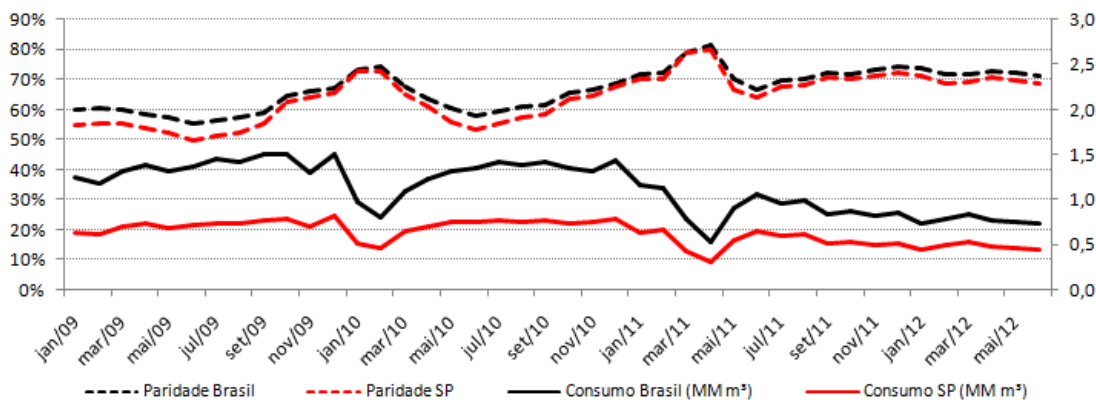


Figura 20 - Relação entre o aumento da paridade e a queda do consumo mensal de etanol

Fonte: Elaboração própria (Dados: ANP, 2012)

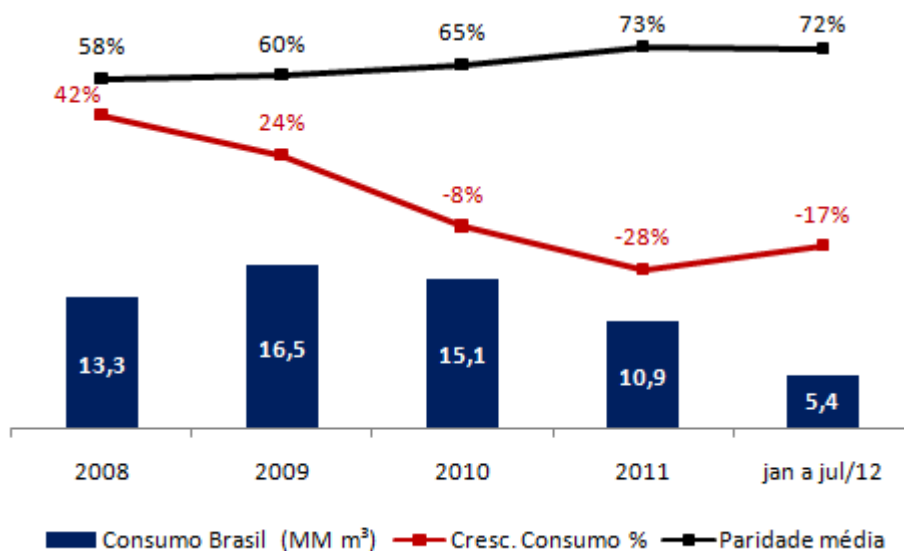


Figura 21 - Relação entre o aumento da paridade e a queda do consumo anual de etanol

Fonte: Elaboração própria (Dados: ANP, 2012)

Desde então, os preços não diminuíram do seu novo patamar. A crise de oferta de etanol que se perpetua desde 2010 fez com que a paridade média ficasse acima de 70% em todos os estados brasileiros. O cenário atual de preços coloca o futuro do combustível em risco, pois o consumo está em queda acentuada em 2012 e não há perspectiva de melhora a não ser que o cenário de oferta seja favorável. Com o aumento da oferta de etanol, os preços cairiam para patamares vistos anteriormente e a demanda responderia rapidamente, tornando o combustível um forte concorrente da gasolina novamente. Pode-se perceber através dessa análise que a oferta de etanol tem papel fundamental para a perspectiva futura do biocombustível no Brasil.

7. O déficit na oferta de etanol no Brasil

Desde 2008, o Brasil tem vivido um grande desequilíbrio entre a oferta e a demanda de etanol. De 2007 a 2010, o consumo de etanol foi quase três vezes maior que a produção, o que impactou diretamente no preço do produto. O preço médio do etanol subiu 27% entre as safras de 2008/2009 e 2010/2011 (ESALQ). Além disso, a alta do preço do açúcar no mercado externo estimulou as usinas a priorizar sua produção em detrimento do etanol.

Até 2015, a demanda de etanol deverá crescer 19,6 bilhões de litros, basicamente devido ao aumento da frota de veículos *flex*, de acordo com a EPE, o que significa que a produção de cana-de-açúcar precisará aumentar para que essa demanda possa ser atendida. Assumindo produtividade média de 90 toneladas de cana por hectare e de 80 litros de etanol por tonelada de cana, e mantidas constante ao longo do tempo, seria necessário 243,3 milhões de toneladas de cana adicionais para atender plenamente a demanda projetada de etanol (MILANEZ *et al.*, 2012).

	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Crescimento anual da demanda total por etanol (em bilhões de litros)	0,40	4,30	4,30	5,50	5,20	19,70
Crescimento anual da demanda por cana-de-açúcar destinada à produção de etanol (em milhões de toneladas)	5,00	53,80	53,80	68,80	65,00	246,30
Crescimento anual da demanda por área agrícola para cana destinada à produção de etanol (em milhões de hectares)	0,06	0,60	0,60	0,76	0,72	2,74

Tabela 10 - Projeção da oferta de etanol para atender demanda futura

Fonte: MILANEZ *et al.* (2012)

Ainda de acordo com os autores, como o preço do açúcar vem se mantendo mais valorizado que o do etanol desde 2006, o mix de produção das usinas tem se alterado para beneficiar a commodity, tornando a ociosidade das destilarias bem superior ao das produtoras de açúcar. A redução dos investimentos agrícolas decorrente da crise financeira de 2008 também foi outro agravante nesse cenário. Após um período de grande crescimento e endividamento das empresas com a introdução dos veículos *flex*, foi preciso aumentar muito a venda do combustível e, conseqüentemente, reduzir o preço, tornando a capacidade de investimento ainda mais complicada. As operações de fusões e aquisições

tornaram-se mais atraentes do que os *greenfields*⁶ e concentraram-se em São Paulo devido às condições já estabelecidas para construção de fábricas usinas de cana-de-açúcar.

Para responder à demanda crescente, o estímulo à produção de etanol deve ser analisado em primeiro momento em termos de produção de cana-de-açúcar, cuja ociosidade da capacidade de moagem atinge, hoje, quase 20%, o que representaria aproximadamente 120 milhões de tonelada de cana (MILANEZ *et al.*, 2012).

Além disso, outro problema que afeta diretamente esse mercado é a baixa competitividade do preço do etanol, que se agrava em algumas regiões do país localizadas longe dos centros produtores e que, apesar de potenciais consumidoras, possuem baixa demanda devido ao encarecimento do etanol. Com base em dados da ANP, a região Norte é a que mais se enquadra nessa situação, onde quase não há produção de cana-de-açúcar e a distância aos estados produtores é grande, refletindo na paridade desfavorável do preço do etanol com o da gasolina. A região Nordeste, apesar de participar em 8,5% da produção de etanol brasileiro (SIAMIG, 2012), ainda apresenta uma demanda reprimida em alguns estados como Bahia, Sergipe, Piauí e Rio Grande do Norte. O mesmo ocorre no Sul que, mesmo com o destaque do Paraná, sua produção não foi capaz de atender toda a demanda da região em 2008. A região Sudeste, por sua vez, é a maior produtora de etanol no país e concentra a maior parte das usinas processadoras de cana-de-açúcar, destacando-se também, e sobretudo por isso, como grande centro consumidor.

⁶ Os investimentos *greenfield* envolvem projetos incipientes, ainda no papel, construção da estrutura necessária para a operação. Ao contrário do *greenfield*, os investimentos *brownfield* envolvem recursos destinados a uma companhia com estrutura pronta e que, na maioria das vezes, será reformada ou demolida (Revista Capital Aberto, março 2010).

8. Análise de cenários

Hoje, a produção de açúcar é mais vantajosa para o produtor do que a de etanol, visto que além dos altos preços cotados no mercado, são fixados contratos de compra e venda, garantindo maior segurança e previsibilidade das operações, enquanto que o etanol é ofertado no mercado spot e, portanto, fica mais exposto às oscilações.

Essa fragilidade poderá comprometer o fornecimento de etanol no mercado brasileiro em face à crescente demanda pelo produto. Nesse contexto, serão estudados três possíveis cenários futuros para a produção do etanol brasileiro, visando o aumento da capacidade produtiva e, conseqüentemente, da quantidade ofertada.

- Cenário 1: Desconcentração das usinas localizadas em São Paulo

São Paulo concentra boa parte das usinas e o Estado possui preços mais competitivos de etanol devido à tributação e custo logístico mais baixo. Esse cenário irá analisar a viabilidade do deslocamento das usinas de São Paulo para outros estados, focando na região Centro-Sul, em termos da capacidade de produção frente à qualidade do insumo, por exemplo quanto ao teor de açúcar e umidade, às condições climáticas e à produtividade.

- Cenário 2: Intensificação da produção nas atuais usinas em São Paulo

Esse cenário, ao contrário do anterior, estudará a possibilidade de ampliar o volume de etanol produzido em São Paulo, já que se configura hoje como o maior estado produtor, para atender a demanda crescente, identificando a viabilidade de ampliação do número de usinas na região e/ou o aumento da produtividade na etapa agrícola e industrial com a mecanização e com novos métodos que otimizem o processo produtivo.

- Cenário 3: Atuação do governo e da sociedade

Por fim, o último cenário irá levantar o papel do governo como agente regulador, incentivador e financiador do mercado sucroalcooleiro e os benefícios e custos sociais relacionados a essa atividade.

8.1. Cenário 1: Desconcentração das usinas localizadas em São Paulo

Hoje, o Estado de São Paulo concentra boa parte das usinas sucroalcooleiras do país, porém já é possível observar um movimento migratório para novas áreas, visto à saturação de algumas regiões produtoras, em especial São Paulo, que teve um aumento de mais de 100% no custo da terra nua entre 2002 e 2005 (IPEA, 2011).

A escolha de um novo local implica necessariamente na existência de condições que propiciem o seu desenvolvimento. O sucesso da produção em qualquer região requer a alocação de espécies adequadas às condições agroclimáticas. Dentre a grande variedade ofertada, o agricultor precisa escolher a cana com as características ideais, como o porte da cana e o fechamento da entrelinha, que podem reduzir os custos com manejo e colheita, o volume e a maturação. Além disso, o clima é um fator que também interfere na cultura da cana-de-açúcar, que se desenvolve em ambientes com temperatura predominante entre 19º e 32ºC (Embrapa, 2012). Os solos considerados ideais para essa cultura são profundos, com boa retenção de água para o desenvolvimento das raízes, caso contrário o seu rendimento pode ficar comprometido. Os solos arenosos são os menos indicados, já que não são capazes de armazenar muita umidade. O pH também está diretamente relacionado à produtividade.

O Estado de São Paulo destaca-se por possuir condições climáticas excelentes para a produção, permitindo crescimento na primavera e no verão e a maturação e colheita no outono e no inverno. A região Centro-Oeste, por sua vez, também tem ganhado destaque, apesar de exigir um suporte hídrico maior no inverno devido à deficiência hídrica.

A qualidade da cana-de-açúcar é medida pelo teor de sacarose nela contida e varia de acordo com a região em que é plantada. Em São Paulo, a qualidade da cana equivale a um rendimento médio de 140 kg a 145 kg de açúcares totais recuperáveis (ATR) por tonelada de cana, sendo essa quantidade de ATR que define o preço da cana, e um rendimento médio de 80 a 85 litros de etanol por tonelada (VIEIRA, 2007). Como pode ser visto na Tabela 11, São Paulo apresenta um rendimento superior à média nacional, mas vale o destaque também para a região conhecida como a Nova Fronteira, que abrange os Estados de Goiás e Mato Grosso, sendo propícios ao desenvolvimento da cultura.

Tabela 11 - Rendimento da cana por Estado na safra 2010/2011

UF	ATR/ton de cana
AC	73,76
AL	132,85
AM	93,9
BA	120,69
CE	117,63
MA	139,33
PA	116,75
PB	133,45
PE	121,52
PI	132,07
RN	117,04
RO	131,97
SE	125,13
TO	117,01
N / NE	128,14
ES	117,81
GO	145,59
MG	141,34
MS	134,87
MT	140,92
PR	136,33
RJ	94,54
RS	118,63
SC	-
SP	140,84
C. SUL	140,23
BRASIL	139

Fonte: Elaboração própria (Dados: MAPA, 2011)

Como pudemos ver anteriormente, a Nova Fronteira⁷ possui condições climáticas favoráveis para a expansão do cultivo da cana, além de ter o ATR/tonelada de cana em patamares iguais ou superiores que do estado de São Paulo. Essas características elegeram essa região como uma possível candidata à intensificação da produção de etanol.

Com isso, a participação do Centro-oeste tem se tornado cada vez mais expressiva na produção de etanol com o passar dos anos, sendo que Goiás foi o estado que apresentou

⁷ A Nova Fronteira da cana é representada sobretudo pelos estados do Centro-oeste, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, mas abrange também o estado de Minas Gerais (Portal Sincopetro UNICA, 2012)

a maior taxa de crescimento. Nesse estado, a participação na produção de etanol teve um aumento de mais de 6% entre os anos de 2003 e 2010 (SIAMIG, 2012).

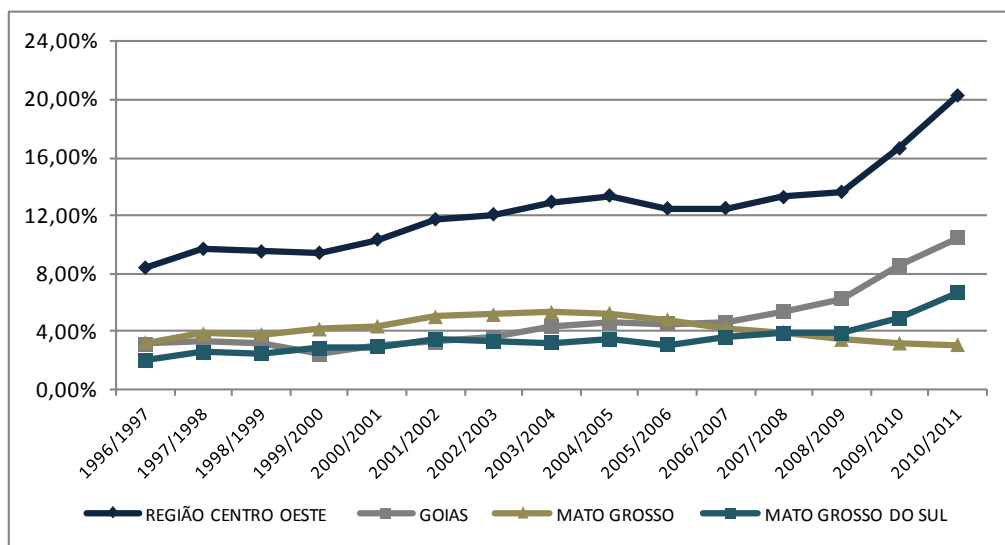


Figura 22 - Participação do Centro Oeste e seus Estados na produção de etanol

Fonte: Elaboração própria (Dados: SIAMIG, 2012)

Outro estado que tem ganhado força no setor é Minas Gerais, tradicional centro de pecuária. Antigas áreas destinadas à lavoura de grãos e ao pasto tem, hoje, dado espaço aos canaviais, pois, além de possuir clima favorável ao desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, os custos de produção, principalmente ao de arrendamento, são inferiores ao tradicional estado de São Paulo. Em 2007 foram ocupados por canaviais cerca de 70 mil hectares, destinados anteriormente à soja, ao milho e à pastagem, totalizando uma área de 467 mil hectares de cana-de-açúcar (Anuário do Agronegócio Exame, 2008).



Figura 23 - Evolução de Minas Gerais no setor sucroalcooleiro

Fonte: Anuário do Agronegócio Exame (2008)

Aliado a esse processo já iniciado de instalação de usinas em regiões produtoras não tradicionais, principalmente para a região da Nova Fronteira, em 2012 o Conselho

Administrativo de Defesa Econômica do Ministério da Justiça, o Cade, aprovou a formação da Logum, associação entre a Copersucar, Cosan, Odebrecht, Camargo Correa e Petrobras, para a construção de um Sistema Logístico Multimodal de Etanol que liga as regiões Sudeste e Centro-oeste por meio de dutos. O etanol passará a ser captado em terminais, localizados em São Paulo, Minas Gérias, Goiás e Mato Grosso do Sul, e transportado por dutos, de Jataí, em Goiás, até Paulínia, em São Paulo, e pela hidrovía Tietê-Paraná, sendo armazenado no hub em Paulínia para distribuição em terminais e portos no Rio de Janeiro e São Paulo.

A eficiência desse novo sistema logístico permitirá a redução dos custos logísticos repassados ao produto, tornando o preço mais competitivo, além de ser uma alternativa menos poluente. MENDONÇA e JUNIOR (2010) estimam que o frete médio de transporte para o modal dutoviário é quase metade do modal rodoviário e que o hidrovário é 150% menor que o rodoviário, conforme pode ser visto na Tabela 12. O custo de transporte representa 54% dos custos logísticos totais (ILOS, 2011), evidenciando a importância de se ter um modal competitivo que viabilize a produção de etanol em distâncias maiores dos centros de consumo.

Tabela 12 - Custos para 1000 ton de etanol por modal em USD

Modal	Custo de Transporte	Custo Total da Cadeia	% Custo de Transporte
Dutoviário	60.793	482.869	13%
Ferrovário	75.992	498.067	15%
Hidrovário	45.595	467.671	10%
Rodoviário	113.987	536.063	21%

Fonte: MENDONÇA e JUNIOR (2010)

Entretanto, a previsão é de que os terminais terrestres no estado de Goiás só entrem em operação a partir de 2015, o que significa que nos próximos três anos o modal rodoviário ainda continuará sendo o meio mais utilizado para o transporte de etanol, mantendo os custos logísticos em patamares elevados.



Figura 24 - Sistema Logístico Multimodal de Etanol da Logum

Fonte: Logum (2012)

Na análise de instalação de usinas em novas localidades, devem ser levados em consideração não apenas a qualidade dos insumos, como exposto anteriormente, mas também os desafios de projetos *greenfields* em áreas sem a existência de um parque industrial. Questões como a disputa com outras culturas, complexidade na implantação do canavial (limpeza da área e conservação do solo), escolha da cana adequada ao solo, obtenção de benefícios fiscais adequados, estudos de impacto ambiental e o próprio licenciamento ambiental, além das questões logísticas e de comercialização precisam ser consideradas, já que as novas áreas nem sempre possuem a estrutura requerida para o desenvolvimento da atividade, o que acaba por encarecer esse tipo de projeto.

Essas questões citadas anteriormente, aliadas à crise de 2008 e a priorização do açúcar no mix de produção das usinas, fizeram com que houvesse uma diminuição considerável de investimentos no setor, dificultando o aumento da oferta. Estima-se que cerca de um terço das usinas do Centro Sul esteja encontrando problemas financeiros para quitar dívidas de safras passadas, podendo ser sentido na redução de projetos *greenfields* nos últimos anos (UNICA). Com o câmbio se valorizando e os juros em queda, a tendência é que sejam feitos investimentos *brownfields* e investimentos para ampliação de capacidade.

Essa tendência pode ser percebida tanto em São Paulo como no Centro Oeste e Minas Gerais. Por exemplo, o grupo São Martinho planeja, até a safra de 2016/2017, aumentar sua capacidade produtiva nas usinas de Boa Vista, em Goiás, e São Martinho, em São Paulo, além da aquisição de 100% da usina Santa Cruz, também em São Paulo, que hoje

detém apenas de 32,2%. Até 2015, a usina Boa Vista deve processar 8 milhões de toneladas de cana e produzir 700 milhões de litros de etanol por ano, tornando-se a maior produtora de etanol do mundo. A Raízen, fruto da parceria da Shell e Cosan, também prevê investimentos nos próximos cinco anos para ampliar a produção e, seguindo essa posição, adquiriu recentemente duas usinas do grupo Zanin, localizadas em Prata, Minas Gerais, e Araraquara, São Paulo. A Petrobras Biocombustível, por sua vez, está estudando o projeto greenfield da Usina Bom Jesus, localizada na Nova Fronteira em Quirinópolis, Goiás, próxima à Usina Boa Vista, segundo informações da Agência Estado, além do investimento na ampliação da Boa Vista juntamente com a empresa São Martinho.

Conforme apresentado, o cenário de intensificação da produção de etanol fora do Estado de São Paulo é viável no que tange a produção agrícola e industrial. A região da Nova Fronteira, junto com Minas Gerais, possui um potencial para tal expansão como evidenciado no crescimento de volume produzido nessas regiões. A crise financeira pela qual passam os produtores pode ser um entrave nesse movimento, visto que muitas usinas projetadas ainda não foram construídas e os demais investimentos da indústria estão focados na ampliação da produção existente, conforme discutido nesta seção.

Entretanto, esses novos investimentos podem não ser suficientes para reduzir os custos logísticos e, conseqüentemente, tornar os preços do etanol competitivos, já que São Paulo é o principal centro consumidor, com aproximadamente 50% do consumo brasileiro do combustível. A competitividade do etanol e conseqüente viabilização deste cenário é extremamente dependente de infraestrutura adequada – com modais mais eficientes, que reduzam o custo logístico total.

Porém, essa tendência de deslocamento para a nova fronteira ainda não representa possibilidades de fomentar o consumo nos estados com demanda reprimida. Esse movimento para o interior poderá tornar o preço do etanol mais competitivo nessas regiões, impactando no consumo do combustível, mas ainda assim não conseguirá fazer com que os custos logísticos viabilizem o consumo nas regiões Norte e Nordeste.

8.2. Cenário 2: Intensificação da produção em São Paulo

Desde a década de 50, a produção de cana-de-açúcar veio ganhando força no Estado de São Paulo, expandindo-se por todo território paulista e chegando a ocupar quase 25% da área agrícola do Estado na safra de 2008/2009 (TORQUATO *et al.*, 2009). Em 2012, São Paulo é capaz de responder por cerca de 60% da produção brasileira de cana-de-açúcar e 55% da produção de etanol.

TORQUATO *et al.* (2009) analisaram a eficiência econômica das lavouras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, considerando variáveis como área plantada, custo de produção e preço de arrendamento nos anos de 2006 e 2007. O estudo mostrou que a região de Dracena, seguida de General Salgado, apresentam a maior eficiência, ambas com produção recente e onde o preço da terra foi o menor observado, indicando que existe relação entre eficiência e custo de arrendamento. Nos cinco últimos anos o custo agrícola subiu 38%, sendo que o arrendamento foi responsável pelo aumento de 57% (UNICA). Portanto, para se manter no mercado, muitas empresas têm focado no aumento da eficiência por meio da redução de custos, além do aumento da produtividade.

A safra 2011/2012 foi extremamente afetada por conta da baixa produtividade da cana-de-açúcar. Nas áreas tradicionais da atividade canavieira, como São Paulo e Paraná, a média foi de 70,3 toneladas por hectare, enquanto que nas áreas de expansão, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, esse número chegou a 68,7. A região nordeste, historicamente, apresenta produtividade mais baixa que as outras áreas e, especificamente nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, a média nesse período foi de 62,3 toneladas por hectare (ESALQ, 2012).

Esse impacto negativo na produtividade pode ser explicado não só por questões climáticas, mas também pela idade avançada do canavial brasileiro, que necessita de renovação. A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é feita num ciclo de cinco anos e com número médio de cinco cortes. O governo liberou uma linha de crédito com taxa de 6,75% e prazo de 5 anos para o pagamento, na busca por fomentar a renovação (BNDES, 2012).

A contínua necessidade de aumentar a produtividade mostra a importância de se desenvolver novas tecnologias para aumentar a eficiência com qualidade, relacionadas ao melhoramento genético da cana-de-açúcar, monitoramento do solo, novos equipamentos e

novas formas de manejo, com destaque para a colheita mecanizada, além da ampliação e construção de novas usinas, principalmente no Estado de São Paulo, onde se concentra a maior parte das usinas, da produção, do consumo e da infraestrutura necessária.

Como já foi visto anteriormente, as dificuldades financeiras enfrentadas pelas usinas frearam os grandes investimentos e muitos projetos *greenfields* ainda continuam em carteira, desfavorecendo o cenário de construção de novas usinas. Porém, a tendência percebida no mercado é de operações de fusão e reestruturação de usinas já existentes, possibilitando o aumento da capacidade produtiva.

O progresso técnico nesse setor já vem sendo impulsionado há algum tempo, desde a mudança do método de pagamento da cana-de-açúcar, que passou de tonelada como unidade de medida para teor de sacarose. Com essa alteração, quanto maior a qualidade, maior o ágio recebido sobre o preço base definido pelo governo e, por isso, maior o interesse em investir na melhoria da qualidade.

Para melhoria do processo na etapa agrícola e, conseqüentemente, aumento da capacidade produtiva, muitas usinas passaram a utilizar o sensoriamento remoto para captar imagens que caracterizem o solo, identifiquem pragas e doenças e detectem problemas de erosão na terra, de modo a auxiliar o planejamento do melhor uso da terra e, assim, aumentar sua eficiência. Além disso, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) desenvolveu um novo sistema para o corte da cana feito por lâminas serrilhadas com corte por deslizamento, reduzindo a quantidade de soqueiras arrancadas, que não nascem mais (Revista Globo Rural, 2011). Essas técnicas auxiliam no melhor uso da terra e na otimização dos recursos, possibilitando uma produção com mais qualidade e maior eficiência.

Em 1993, a mecanização no corte e na colheita da produção nos canaviais não chegava a 0,5% do total da produção, mas em 2003 alcançou 35% da produção brasileira (RODRIGUES, 2006 *apud* LEVI, 2009). O corte manual tem um rendimento médio de 5 a 6 toneladas/homem/dia, enquanto que uma colheitadeira chega a colher até 800 toneladas de cana por dia.

Com o mesmo objetivo, o tratamento genético das mudas é considerado um dos melhores mecanismos de aumento de produtividade, possibilitando desenvolver variedades que melhor se adaptem às condições climáticas, do solo e da incidência de pragas. O

tratamento possibilita o desenvolvimento de características que variam de acordo com a tendência de mercado e o desafio é encontrar o equilíbrio no trade-off entre teor de açúcar e rusticidade, visto que no cenário de valorização do etanol, o foco é menor no teor de açúcar da cana e maior na produção de biomassa.

A produtividade média nacional dos canaviais, em 1961, passou de 43 para 74 toneladas por hectare, em 2005, e hoje já chega a quase 80 toneladas por hectare, podendo atribuir parte desse aumento ao melhoramento genético (Embrapa, 2012). A expectativa é de que, com a biotecnologia, o produtor consiga obter cana com uma quantidade de toneladas por hectare 25% maior e com aumento vertical da produção, além de um aumento de 20% no teor de açúcar (Centro de Tecnologia Canavieira, 2012).

Além do tratamento genético, muitos estudos têm sido desenvolvidos na busca pelo aumento da produção de etanol celulósico, a partir do aproveitamento da palha e do bagaço da cana, também conhecido como etanol de segunda geração. Essa nova tecnologia poderá dobrar a quantidade de etanol produzida, sem necessidade de expandir a área plantada para que isso se concretize. A Petrobras já vem desenvolvendo essa modalidade e estima atingir uma escala comercial desse novo combustível em 2015, sem que haja diferença de preço com relação ao do etanol de primeira geração (Petrobras, 2012). Com o desenvolvimento das pesquisas, a expectativa é da utilização também de outros resíduos de celulose, como por exemplo a palha do milho. O aproveitamento da palha contribuirá para a maior adesão à colheita mecanizada, sem a queima da palha.

Com base nas informações acima, fica claro que o aumento da produtividade no Estado de São Paulo é viável e extremamente necessário, visto que a região é o maior pólo consumidor do país e configura-se como o maior produtor do combustível. A questão da idade dos canaviais precisa ser tratada com mais atenção, porém o desenvolvimento tecnológico nesse setor e os investimentos brownfields para aquisições e reestruturações de usinas são grandes indícios da possibilidade de o Estado aumentar sua capacidade produtiva.

8.3. Cenário 3: Atuação do governo e da sociedade

A importância do cultivo da cana pode ser sentida na sociedade. Em 2008, a cultura foi responsável pela geração de quase 4,76 milhões de empregos formais, informais, diretos e indiretos (IBGE, 2007). Até 2020, a estimativa do BNDES com base em dados da UNICA é que as usinas de etanol passem a gerar 350 mil empregos diretos adicionais e 700 mil empregos indiretos adicionais, ressaltando a relevância do setor na sociedade.

Com a evolução das tecnologias empregadas, observa-se menor crescimento dos requerimentos de pessoal, acompanhado de uma elevação da capacitação requerida e do aumento da qualidade do trabalho desenvolvido (FERRES, 2010). Por exemplo, com a colheita mecanizada da cana, o trabalhador passou a ser treinado a operar os equipamentos ao invés de fazer a colheita manual, elevando sua renda.

Governo como incentivador

Conforme foi visto no capítulo 6, o preço do etanol tem sido ofertado com baixa competitividade, devido à redução da oferta e ao crescimento da demanda pelo combustível. Para que essa demanda seja atendida, é importante que a produção industrial do etanol seja incentivada, dentre outras maneiras, por meio de incentivos tributários⁸ além de maior planejamento quanto ao preço e volume de demanda, através de contratos futuros de compra e venda para assegurar o preço.

Nesse sentido, o BNDES desenvolveu, em 2012, o Programa de Apoio à Renovação e Implantação de Novos Canaviais, o Prorenova, com intuito de estimular investimentos nessa área. O programa consiste na oferta de linhas de crédito para a renovação da lavoura, disponibilizando um total de R\$ 4 bilhões (BNDES, 2012). Desde o seu início em janeiro do mesmo ano, o programa conseguiu aprovar 6% do montante, destinados à Usina Santa Teresinha, no Paraná, para o plantio de 67 mil hectares de cana – 9 mil hectares de novos canaviais e o restante com reforma - que sofre com capacidade ociosa dos canaviais de quase 25%. Com vigência até o final do ano de 2012, a expectativa é do financiamento de mais de um milhão de hectares, o que permitiria o aumento da produtividade de 70 para

⁸ A carga tributária em uma nova usina processadora de cana-de-açúcar pode chegar a 20% do montante total investido (MILANEZ, A. Y. *et al.* 2012).

mais de 90 toneladas por hectare até 2015. Entretanto, as usinas tem encontrado dificuldades em atender o nível de exigência requerido para tomada do crédito, o que pode ser um entrave ao sucesso do programa. Diante da necessidade dessa renovação para o aumento de produtividade e garantia do abastecimento, torna-se importante a revisão desses requisitos para aumentar a quantidade de empréstimos concedidos às empresas.

Ao mesmo tempo, está em análise a possibilidade da redução de PIS/COFINS incidente sobre a compra de cana destinada para a produção de etanol para a mesma alíquota aplicada à cana usada para fabricação de açúcar, além de possível redução do Imposto de Renda pago pelas usinas que produzem o biocombustível, contribuindo para a redução do custo de produção e, conseqüentemente, do preço do etanol anidro no mercado (UNICA, 2012).

A atuação do governo passou a se estender também à regulação direta sobre o etanol anidro. Devido a problemas de abastecimento de álcool e com estoques em baixa, foi preciso elevar as importações do combustível para atender o mercado interno. Diante disso, a ANP passou a ser a responsável por controlar a oferta do combustível e definir regras de comercialização, sendo informada dos dados de capacidade e período de safra de todas as usinas. A partir da safra 2012/2013, os produtores precisarão assegurar um estoque equivalente a 25% da soma dos contratos anuais de entrega de anidro para garantir o período de entressafra, enquanto que os distribuidores precisarão garantir estoque suficiente para a mistura na gasolina (ANP, 2012). Essa medida, juntamente com os incentivos tributários, tendem a reduzir a volatilidade do preço do etanol anidro no mercado, além de garantir o seu fornecimento, beneficiando o consumidor que ficará menos vulnerável às variações do preço.

As medidas reguladoras ainda são direcionadas apenas ao etanol anidro, mas indicam a tendência do governo em atuar sobre o mercado. A expectativa é de que no futuro essa regulação seja estendida também ao etanol hidratado.

9. Conclusão

A necessidade de promover uma mudança na matriz energética é fundamental no cenário atual, no qual o petróleo ainda responde pela maior parte da energia gerada, principalmente pelo esgotamento de recursos naturais. Porém, o impacto ambiental provocado pela combustão dos derivados de petróleo vem se tornando cada vez mais relevante nesse cenário, evidenciando a necessidade de tornar competitivo em relação a outros combustíveis.

Neste contexto, o etanol brasileiro, obtido a partir do processamento da cana-de-açúcar se apresenta como uma das principais alternativas para reconfiguração dessa matriz. Este estudo buscou trazer uma discussão sobre o produto, fazendo uma análise dos cenários atual e futuro para sua produção e distribuição.

O primeiro passo nessa nova direção é a realização de investimentos na produção – seja na renovação dos canaviais, na ampliação de capacidade das usinas atuais ou investimentos em novas usinas. Nos últimos anos, verificou-se um déficit de oferta, que se torna ainda mais crítico se observadas as projeções de crescimento da demanda do biocombustível. Diante dessa situação foram analisados cenários diferentes para o aumento de produção. A principal contribuição desta análise é identificar a viabilidade de cada uma das alternativas.

O primeiro cenário analisou a ampliação da capacidade produtiva para fora do estado de SP, que atualmente concentra 55% dos canaviais e 58% do volume de etanol produzido. Do ponto de vista de produção, é possível ampliar essa capacidade para os estados da nova fronteira, uma vez que há disponibilidade de terras e bom rendimento energético da cana nesses estados.

Este cenário porém, é altamente dependente de grandes investimentos de infraestrutura logística. Atualmente, o aumento da movimentação de etanol vem sendo atendido pela oferta de transporte rodoviário, que não apresenta grandes entraves à expansão. Essa tendência, que caracteriza a matriz de transportes brasileira, poderá inviabilizar o deslocamento da produção para a nova fronteira, uma vez que o modal rodoviário tem custo muito superiores ao de outros modais.

Os altos custos logísticos contribuem para o encarecimento do preço do etanol, diminuindo a sua competitividade. Com uma grande frota de veículos *flex fuel*, o consumidor faz a escolha do combustível no momento do abastecimento nos postos, optando por aquele mais vantajoso financeiramente. Se a paridade do etanol em relação a gasolina for superior a 70%, a opção do consumidor tende a ser o derivado. Como foi visto também, essa paridade é mais vantajosa nos estados aonde há maior oferta e menores custos, principalmente pelas menores distâncias percorridas na distribuição. Além do impacto na ponta da cadeia, o alto custo do etanol impacta também os produtores, que acabam tendo sua margem reduzida. Dessa forma, a produção de açúcar pode passar a ser mais lucrativa, visto que a *commodity* tem elevados preços no mercado.

A necessidade de manter o etanol com preços competitivos torna fundamental a eliminação dos gargalos logísticos para escoamento do produto, principalmente no primeiro cenário, onde a produção tende a crescer em locais mais distantes dos principais centros de consumo. O Sistema Logístico Multimodal de Etanol, sem dúvida, é um grande passo, mas ainda é necessário avaliar novas alternativas, que possam conectar as unidades produtoras aos mercados mais distantes, como os do Nordeste, por exemplo.

O segundo cenário considera o aumento de produção das usinas existentes, principalmente pelo ganho de produtividade com o uso de novas tecnologias. Conforme foi apresentado, existem tecnologias disponíveis, mas que dependem da realização de novos investimentos.

O terceiro cenário avaliou principalmente a atuação do Governo, cujo papel como incentivador da produção e regulador do mercado será fundamental para garantir a competitividade do etanol brasileiro. Também deve ser do Estado a maior responsabilidade por investir em infraestrutura logística, cujas deficiências são graves e grandes entraves à competitividade dos produtos nacionais. É de suma importância desenvolver alternativas como o Prorenew, conceder benefícios fiscais e criar leis que estimulem e protejam o mercado. A atuação do Governo como regulador de estoques do etanol anidro deveria se estender também para o hidratado, trazendo mais garantias ao consumidor.

Uma possível extensão deste estudo seria uma análise de viabilidade financeira de projetos de infraestrutura, tanto os planejados como a avaliação de novas alternativas de trechos e modais, como o ferroviário, no qual é possível integrar o transporte de etanol com

outros bens. Outra possibilidade seria confrontar economicamente os cenários um e dois, avaliando qual a alternativa de maior retorno financeiro – a de maior necessidade de investimentos em infraestrutura ou em tecnologias.

Também seria de notável importância a avaliação de projetos nos quais a distribuição do etanol pudesse ser integrada a de outros combustíveis, como o gás natural e a gasolina, aproveitando-se de estruturas já existentes e que poderiam ser compartilhadas.

Essas futuras análises permitiram identificar dentre os cenários apontados nesse trabalho aquele de maior possibilidade de sucesso, com maior retorno para o país, dado a importância do biocombustível e o atual cenário brasileiro de descompasso entre a oferta e a demanda de etanol.

10. Bibliografia

ABARCA, C. D. G. Inovações tecnológicas na agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil. Pesquisado em <www.ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP1999_A0105_000fxgg417302wyiv80soht9h4yxjyhn.pdf> acessado em 29/08/2012

ALENCAR, K. (2012). Análise do Balanço Entre Demanda por Etanol e Oferta De Cana de Açúcar no Brasil. Dissertação de M.Sc., Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, São Paulo, SP, Brasil.

AliceWeb. Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet. Disponível em <www.aliceweb2.mdic.gov.br> acessado em 15/01/2012

ALMEIDA, A. F. S., RIBEIRO, S. K. Importância dos Biocombustíveis para o transporte no Brasil. Pesquisado em <www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/bndes_iiriotransp/AutoPlay/Docs/artigo14.pdf> acessado em 20/07/2012

ANDREOLI, C., SOUZA, S. P. Cana-de-açúcar: A melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. Disponível em <www.ecen.com/eee59/eee59p/cana_melhor_conversorl.htm> acessado em 15/07/2012

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento. Pesquisado em <www.bndes.gov.br> acessado em 01/09/2012

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. Disponível em <www.ctcanavieira.com.br> acessado em 30/08/2012

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <www.embrapa.br>

EXAME. Anuário do Agronegócio Exame 2008

FERRER, D. H. S. Competitividade dos Biocombustíveis no Brasil: uma comparação entre os principais biocombustíveis – etanol e biodiesel. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia, Fundação Getúlio Vargas.

FLEURY, P. 2011. Desafios para a Infraestrutura Logística Brasileira. Disponível em <http://www.tendencias.com.br/news_files/41_06_Paulo_Fleury.pdf> acessado em 20/08/2012

GOES, T., MARRA, R. Biocombustíveis – Uma alternativa para o mundo, uma oportunidade para o Brasil. 2008. Disponível em <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2008/Biocombustuivel%202008%20PDF3.pdf>> acessado em 15/06/2012

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisado em <www.panoramabrasil.com.br> acessado em 10/06/2012

ILOS (2011). Planejamento Integrado de Cadeias Logísticas para Combustíveis no Brasil. Disponível em <<http://www.ibp.org.br>> acessado em 02/04/2012.

JANNUZZI, G. D. M., GOMES, R. D. M. Aspectos da Sustentabilidade Ambiental da Produção de Etanol no Brasil: Tecnologias e Práticas. Pesquisado em <www.pt.scribd.com/doc/17896357/ASPECTOS-DA-SUSTENTABILIDADE-AMBIENTAL-DA-PRODUCAO-DE-ETANOL-NO-BRASIL-TECNOLOGIAS-E-PRATICAS> acessado em 27/07/2012

JOSEPH, L. C. R.; PEREIRA, B. D.; ZABALA, A. Z.; FARIAS, A. M.; RAMOS, P. Biocombustibles: ¿una estrategia de desarrollo o de mercado lucrativamente sostenible? Pesquisado em <<http://www.scielo.cl/pdf/polis/v7n21/art08.pdf>> acessado em 10/02/2012

JUNIOR, O. F. Combustível com futuro – Brasil precisa investir para aproveitar crescimento do consumo mundial de álcool. IPEA

KOHLHEPP, G. (2010). Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. Disponível em <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100017> acessado em 30/07/2012

LEVI, E. R. (2009). Análise do Mercado e estimação das Demandas de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol Brasileiro (1990 – 2008). Monografia, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LOGUM. Pesquisado em <www.logum.com.br> acessado em 14/08/2012

MENDONÇA, .F. J., JUNIOR, I. C. L. 2010. Comparação dos Custos de Produção e Transporte de Etanol entre Brasil e Estados Unidos. VII Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia. Disponível em <http://www.aedb.br/seget/artigos10/272_ETANOL%20BR%20X%20EUA%20SEGET2010%20rev01.pdf> acessado em 06/07/2012

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D. Informe setorial: O setor sucroalcooleiro em 2009. *BNDES Setorial*, abril 2010.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; GARCIA, J. L. F.; REIS, B. L. S. F. S. O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015: determinantes, consequências e sugestões políticas. *BNDES Setorial*, março 2012.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; GARCIA, J. L. F.; XAVIER, C. E. O. Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, junho 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Decenal de Energia 2020. Disponível em <www.epe.gov.br> acessado em 17/06/2012

MITUTANI, C. (2010). A Logística do Etanol de Cana-de-Açúcar no Brasil: Condicionantes e Perspectivas. Dissertação de M.Sc., Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. (2007). Sistema Agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica

NUNES, P.B. (2010). Caracterização Logística do Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar no Centro-Sul no Brasil. Monografia, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.

Petrobras. Pesquisado em <www.petrobras.com.br/pt/noticias/rio-20-apresentamos-o-etanol-produzido-com-bagaco-de-cana/> acessado em 28/08/2012

Portal BIODIESELBR. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com>>. acessado em 30/05/2012

Portal BIOETANOL. Disponível em < <http://www.bioetanol.org.br>>. acessado em 01/08/2012

Revista O Brasil Agrícola. Disponível em <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=589>> acessado em 31/08/2012

Revista Globo Rural. Disponível em <www.revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI215715-18078,00-NOVA+TECNOLOGIA+REDUZ+PERDAS+NA+COLHEITA+DA+CANA.html> acessado em 20/08/2012

ROCHA, L. (2007). Etanol e Biocombustíveis Problemas Sociais, Problemas Ambientais e Eficiência Energética. Disponível em: <www.odiarior.info/articulo.php?p=246&more=1&c=1> acessado em 18/01/2012

SIAMIG. Associação das Indústrias sucroenergéticas de Minas Gerais. Pesquisado em <www.siamig.org.br> acessado em 05/06/2012

SILVA, Leonardo Daemon d'Oliveira. Sustentabilidade do Etanol Brasileiro: Uma Proposta de Princípios e Critérios – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. Disponível em <www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/leonardo_daemon.pdf> acessado em 18/01/2012

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para a indústria: o quanto vai precisar crescer. Instituto de Economia Agrícola

TORQUATO, S. A.; MARTINS, R.; RAMOS, S. F. Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção, março 2009. Pesquisado em <www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=10490> acessado em 29/08/2012

UNICA. União da Indústria de cana-de-açúcar. Disponível em <www.unica.com.br>

UNICA. Usinas de São Paulo avançam para banir queimada no campo (2012) – Portal Sincopetro. Disponível em <www.unica.com.br/clipping/show.asp?cppCode=422DA81B-E837-4B65-B520-781037DBC43F>

VIEIRA, M. C. A. Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas. *BNDES Setorial*, junho 2007.

XAVIER, C. E. O. (2008). Localização de tanques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização. Dissertação de M.Sc., Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil.