

Universidade Estadual Paulista - Unesp

Programa de Pós-Graduação em Economia

**Etanol: Impactos Sócio-Ambientais de uma *Commodity* em
Ascensão**

Candidata: Zelineide Novaes do Espírito Santo

Orientadora: Luciana Togeiro de Almeida

Araraquara

Agosto de 2007

Universidade Estadual Paulista - Unesp

Programa de Pós-Graduação em Economia

**Etanol: Impactos Sócio-Ambientais de uma *Commodity* em
Ascensão**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Economia da
Unesp para obtenção do título de
Mestre em Economia

Candidata: Zelineide Novaes do Espírito Santo

Orientadora: Luciana Togeiro de Almeida

Araraquara

Agosto de 2007

Agradecimentos

A realização deste trabalho contou tanto com a contribuição valiosa de profissionais e pesquisadores, que, direta ou indiretamente, estão envolvidos com o tema pesquisado, como também com o apoio de pessoas de valor imensurável na minha vida pessoal.

Em especial agradeço aos professores:

Carlos Eduardo de Freitas Vian (Departamento de Economia e Sociologia Rural - ESALQ/USP), pela “influência” na escolha do tema, pelas indicações de fontes e pela participação na minha banca;

Ao Sérgio Rangel Figueira (Departamento de Economia – FCLAR/UNESP), que sempre esteve disposto a me atender, indicando e emprestando fontes de pesquisa e também por ter participado da minha banca;

Ao Daniel Bertoli Gonçalves (Departamento de Engenharia Ambiental – UNESP/Sorocaba) e ao Luís Fernando Guedes Pinto (Imaflora), pelas inúmeras vezes que os contatei.

À Maria Aparecida de Moraes Silva (Departamento de Sociologia – FCLAR/UNESP), pelo atendimento e indicação de fontes.

À Maria Lúcia Ribeiro, a Bilú (Programa de Mestrado em Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente – UNIARA/Araraquara) e Mary Rosa Rodrigues de Marchi (Instituto de Química - IQ/UNESP), pelas entrevistas concedidas.

Agradeço também, à Luciana Togeiro de Almeida, a minha orientadora, que de forma paciente, sempre esteve ao meu lado, me conduzindo a uma análise crítica sobre a pesquisa proposta e me orientando em todas as etapas do trabalho.

Não poderia deixar de mencionar a colaboração da Siciliano S/A, em especial, do ex-presidente, Álvaro Silva, pela licença concedida, tornando viável o meu ingresso no curso; ao meu diretor, Deric Degasperi, que sempre concordou em me liberar das atividades profissionais, de forma que foi possível conciliá-las com as minhas necessidades acadêmicas; à minha pequena, mas competente equipe, Danilo, Elias e Leonardo, que sem questionamentos, sempre supriram as minhas faltas.

À minha família, em especial:

Aos meus pais, Ludugero e Creuza, que apesar da distância, sempre estiveram do meu lado; à minha irmã, Maria Creuza e ao meu cunhado Dory Edson pelo apoio necessário para chegar até aqui.

Às amigas da República, Érica, Esther, Karem, Marina e Rosiany, pelas hospedagens constantes.

Às colegas de curso, Katiana, Maristela, Sílvia e Simone, hoje minhas amigas, pelas angústias compartilhadas.

Por fim, porém não menos importante, aos meus amigos e ao Guilherme, meu afilhado, pela ausência e pela força nos momentos de desânimo.

A Deus, sempre e por tudo....

Resumo

Este estudo discute a sustentabilidade do etanol brasileiro com base nos aspectos sócio-ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados na cadeia produtiva do setor sucro-alcooleiro, e do consumo de etanol combustível em substituição à gasolina. Apresenta também as oportunidades de expansão do mercado internacional para este produto, em razão dos incentivos para a busca de substitutos para o petróleo, combustível fóssil sujeito ao esgotamento e responsável por grande parte da emissão de CO₂ na atmosfera. Essas oportunidades são reforçadas pelas metas firmadas no Protocolo de Quioto, que estipulam redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa, favorecendo o investimento das empresas em energias renováveis e tecnologias menos poluentes, contribuindo para o desenvolvimento sustentável dos países. O Brasil, que foi o pioneiro na produção de álcool combustível em larga escala e ocupa atualmente a liderança na exportação, dispõe de extensões de terras para ampliação da sua produção e tem grande potencial para se tornar líder nesse mercado. Esta é a percepção do Governo, que tem feito esforços diplomáticos para promover o etanol a uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira, incluindo negociações na OMC para maior acesso a mercado. No entanto, os aspectos avaliados neste estudo servem de alerta para os possíveis impactos sócio-ambientais associados a essa expansão.

Palavras-chave: etanol, energia renovável, impactos sócio-ambientais, sustentabilidade.

Abstract

This is a study of the sustainability of Brazilian ethanol and the socio-environmental aspects of production methods and processes used in the sugar and alcohol sector and of the substitution of gasoline with ethanol fuel. The study also presents opportunities for expansion of the international market for this product that have appeared with the growing search for substitutes for fossil fuels, which are bound to run out and which are responsible for a large part of the emission of CO₂ into the atmosphere. These opportunities are substantiated by the objectives laid down in the Kyoto Protocol, which stipulate the reduction in the emission of greenhouse gasses, favoring investment in renewable energy sources, less polluting technologies and sustainable development. In Brazil, which was a pioneer in the development of alcohol fuel in large scale and which is currently the largest exporter, there are large areas which can be used to expand production and make the country the market leader. This is the view of the country's government, which has made diplomatic efforts to promote ethanol as a leading Brazilian export commodity, including negotiations with the WTO to gain better access to the market. However, the aspects assessed in this study are a warning of the socio-environmental impact associated with this expansion.

Key Words: ethanol, renewable energy, socio-environmental impact, sustainability.

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1:</i> Distribuição das terras brasileiras (em milhões de hectares).....	10
<i>Tabela 2:</i> Ranking dos principais países produtores de cana: 2000-2005.....	12
<i>Tabela 3:</i> Produtividade dos principais países produtores de cana: 2000-2005.....	12
<i>Tabela 4:</i> Produção de cana-de-açúcar das regiões Norte/Nordeste (em toneladas).....	13
<i>Tabela 5:</i> Produção de Cana-de-açúcar das regiões Centro/Sul (em toneladas).....	13
<i>Tabela 6:</i> Produção de Álcool Anidro no Brasil (em m3).....	14
<i>Tabela 7:</i> Produção de Álcool Hidratado no Brasil (em m3).....	15
<i>Tabela 8:</i> Principais destinos das exportações brasileiras de álcool em 2006.....	21
<i>Tabela 9:</i> Gases responsáveis pelo efeito estufa.....	37
<i>Tabela 10:</i> Principais países emissores de CO ₂ e reduções estipuladas.....	38
<i>Tabela 11:</i> Consumo e geração de energia na produção de cana-de-açúcar e etanol.....	53
<i>Tabela 12:</i> Balanço energético da produção de etanol no Brasil.....	53
<i>Tabela 13:</i> Emissões de GEE no ciclo de vida do etanol.....	55
<i>Tabela 14:</i> Redução da emissão de CO ₂ pela utilização de álcool, em 1996.....	56
<i>Tabela 15:</i> Gases emitidos na queima da cana-de-açúcar (safra 2000/01).....	58
<i>Tabela 16:</i> Potencial de reciclagem de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar.....	70
<i>Tabela 17:</i> Consumo relativo de herbicidas nas principais culturas comerciais brasileiras (1999-2003).....	71
<i>Tabela 18:</i> Perda de solo em cultivos anuais.....	73
<i>Tabela 19:</i> Rendimento e a escolaridade dos trabalhadores nas principais atividades agrícolas brasileiras.....	76

Lista de Figuras

<i>Figura 1:</i> Usinas e Destilarias Brasileiras cadastradas no MAPA.....	11
<i>Figura 2:</i> Áreas aptas para a produção de cana-de-açúcar.....	66
<i>Figura 3:</i> Avanço da plantação de cana para região do cerrado.....	67

Lista de Gráficos

<i>Gráfico 1:</i> Consumo Mundial de Etanol por grupo.....	17
<i>Gráfico 2:</i> Produção Mundial de Etanol por continente.....	18
<i>Gráfico 3:</i> Principais países produtores de etanol no período 2000-2005.....	19
<i>Gráfico 4:</i> Custos de produção de etanol.....	20
<i>Gráfico 5:</i> Composição da matriz energética mundial e brasileira.....	27
<i>Gráfico 6:</i> Projeção de produção, consumo e exportação do etanol brasileiro.....	44
<i>Gráfico 7:</i> Projeção da produção mundial de etanol (2007-2012).....	45
<i>Gráfico 8:</i> Evolução da colheita mecanizada no Centro/Sul.....	60

Lista de Quadros

Quadro 1: Evolução da formalização do emprego no setor sucro-alcooleiro (1992-2003).....	75
--	----

Sumário

Introdução.....	1
1 Caracterização Econômica da Produção Brasileira de Etanol.....	5
1.1 A Regulação do Setor Sucro-Alcooleiro Brasileiro e a Evolução do Programa de Álcool como Combustível no Brasil.....	6
1.2 A Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar e Álcool no Período 2000-2006.....	9
1.2.1 A Participação na produção interna, consumo e geração de emprego.....	15
1.3 A Produção, Consumo e Comércio Mundial de Etanol.....	17
1.3.1 Os custos da produção de etanol.....	19
1.3.2 O mercado internacional.....	21
1.4 Considerações Finais.....	23
2 Oportunidades de Comércio para o Etanol Brasileiro.....	25
2.1 A Instabilidade na Oferta de Petróleo.....	25
2.2 A Biomassa como Fonte de Energia Renovável.....	26
2.3 Os Programas de Utilização do Etanol como Combustível.....	28
2.3.1 O Programa norte-americano de etanol combustível.....	28
2.3.2 O Programa de etanol como combustível da União Européia.....	31
2.3.3 O Programa de etanol como combustível do Japão.....	32
2.4 O Meio Ambiente na Regulação do Comércio Internacional.....	33
2.4.1 O Comitê de comércio e meio ambiente da OMC e os acordos ambientais multilaterais.....	36
2.4.1.1 O Protocolo de Quioto e o aquecimento global.....	37
2.4.2 Bens Ambientais no mandato negociador da Rodada Doha.....	40
2.4.2.1 Bens ambientais: o que são?.....	41
2.5 Cenários sobre a Expansão da Produção e Comércio de Etanol do Brasil.....	42
2.6 Considerações Finais.....	45
3 Caracterização Sócio-Ambiental da Produção Brasileira de Etanol....	48
3.1 A Cadeia Produtiva do Setor Sucro-Alcooleiro.....	48
3.1.1 A Etapa agrícola.....	49
3.1.2 A Etapa industrial.....	49
3.2 Aspectos Sócio-Ambientais da Cadeia Produtiva do Etanol Brasileiro.....	50
3.2.1 Impactos sobre o meio ambiente.....	51
3.2.1.1 Os impactos na qualidade do ar e no clima.....	52
3.2.1.2 Os impactos no suprimento e qualidade da água.....	61
3.2.1.3 A ocupação do solo: a expansão para novas áreas e a perda da biodiversidade.....	63
3.2.1.4 O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas.....	67
3.2.1.5 A preservação dos solos agrícolas.....	72
3.2.2 Os Impactos sociais.....	73
3.3 Considerações Finais.....	78
Conclusão.....	80
Referências Bibliográficas.....	84

Introdução

Este estudo discute a sustentabilidade do etanol brasileiro com base nos aspectos sócio-ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados na cadeia produtiva do setor sucro-alcooleiro, e do consumo de etanol combustível em substituição à gasolina. Trata-se de um setor com elevada importância econômica para o país, para o qual se projeta um significativo crescimento incentivado pelas novas oportunidades de mercado internacional para o etanol, o que torna evidente a necessidade de se sistematizar as evidências sobre seus possíveis impactos sócio-ambientais.

Para uma melhor compreensão do conceito de sustentabilidade aqui empregado, cabe discorrer brevemente sobre a origem e a institucionalização do termo desenvolvimento sustentável, que remonta ao debate sobre problemas ambientais iniciado na década de 1970, refletindo a crescente preocupação com os efeitos ambientais negativos do rápido crescimento econômico do pós-guerra.

Desenvolvimento sustentável, termo consagrado na década de 1980, emergiu como uma proposição conciliadora – o desenvolvimento capaz de conciliar crescimento econômico com prudência ecológica e equidade social –, de caráter normativo, num contexto de controvérsias sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente. Trabalhos científicos feitos na época previam poluição e escassez crescente dos recursos naturais, caso nenhuma medida que limitasse o crescimento fosse tomada, aumentando assim a polêmica sobre a conciliação entre desenvolvimento sustentável e equilíbrio ecológico. Alguns grupos chegaram a propor crescimento econômico e populacional zero, como solução para os problemas ambientais. Entretanto, os países em desenvolvimento viam esta posição como injusta, uma vez que os problemas ambientais da época estavam associados principalmente ao crescimento econômico dos países industrializados, propostas de crescimento zero significavam estagnação das suas economias já atrasadas (NOBRE, 2002).

Há muitas controvérsias sobre a interpretação do conceito de desenvolvimento sustentável. O debate na literatura sobre a definição de sustentabilidade é amplo, se estendendo para vários campos do conhecimento, além da economia.

Em economia do meio ambiente, o debate sobre a definição de desenvolvimento sustentável se divide entre duas correntes principais: a economia ambiental (o *mainstream* neoclássico) e a economia ecológica. Enquanto a primeira defende que os recursos naturais não representam a longo prazo um limite absoluto à

expansão econômica, pois parte do pressuposto que a economia é o sistema geral e a natureza o subsistema, a segunda estabelece relações entre ecossistemas e o sistema econômico, onde a questão ambiental se apresenta como uma restrição dada para o funcionamento da economia, isto é, nesta abordagem, a economia é um subsistema do ecossistema (ROMEIRO, 2003).

Na economia ambiental, a sustentabilidade é interpretada como um problema que pressupõe a manutenção do consumo potencial, o qual compreende tanto o consumo dos bens produzidos pelos homens, como o consumo dos bens ambientais. Percebe-se, portanto, que o consumo potencial é uma função do capital produzido e dos recursos naturais e que a condição para alcançar o desenvolvimento sustentável exigirá a manutenção dos dois tipos de consumo. Neste contexto a ciência e a tecnologia apresentam papel fundamental para o crescimento econômico e para o desenvolvimento sustentável, pois os recursos exauríveis poderão sempre ser contornados pelos recursos reprodutíveis ou pelo aumento na eficiência técnica. Já a economia ecológica assinala que há limites à substituição dos recursos ambientais e ao progresso técnico (NOBRE, 2002). Assume ainda que o capital construído e os recursos naturais são complementares, concordando com a corrente ambiental sobre o papel do progresso tecnológico na eficiência da utilização dos recursos naturais, porém discorda em relação à sua capacidade de superação indefinida dos limites ambientais (ROMEIRO, 2003).

Mesmo após a institucionalização do conceito de desenvolvimento sustentável - pelos acordos ambientais multilaterais e regionais e políticas ambientais nacionais -, as divergências quanto a sua interpretação ainda persistem. Até o momento, a dimensão econômica, baseada nas proposições do mainstream - que considera o problema ecológico superável -, tem sobressaído sobre a dimensão ambiental - que defende a posição oposta -, prevalecendo assim as proposições defendidas pela teoria neoclássica.

Diante das distintas abordagens sobre desenvolvimento sustentável e o que vem a ser sustentabilidade, cabe explicitar que, para fins do presente estudo, que focaliza os impactos sócio-ambientais da produção e consumo do etanol, por sustentabilidade entende-se a capacidade do setor sucro-alcooleiro de se expandir de modo consistente com responsabilidade ambiental e social.

A metodologia empregada neste estudo consistiu no levantamento de informações e dados empíricos que retratassem, de um lado, a situação atual e as oportunidades de expansão de mercado para o etanol e, de outro, os aspectos ambientais e sociais da cadeia de produção e do consumo do etanol brasileiro, de modo a sistematizar

um conjunto de informações que tornassem possíveis apresentar um confronto sobre as vantagens e desvantagens da expansão da sua produção no Brasil. Além da revisão bibliográfica de estudos publicados, foram realizadas entrevistas com pesquisadores que estão envolvidos de forma direta ou indireta com o tema estudado.

O trabalho está estruturado em três capítulos, conforme se descreve a seguir, além da conclusão.

O capítulo 1 apresenta as características econômicas da produção de álcool brasileiro no período 2000-2006, compreendendo indicadores de produção (participação na renda e emprego), distribuição geográfica, competitividade, consumo e exportação. O panorama traçado neste capítulo tem como objetivo revelar o perfil atual da produção não somente de etanol, mas também da cana-de-açúcar, sua principal matéria-prima. Para uma melhor compreensão da situação atual, ainda no capítulo 1, é feito um relato sobre a evolução do programa de álcool combustível no Brasil a partir da criação do Proálcool, em 1975, até a desregulamentação do setor na década de 1990.

O capítulo 2 apresenta os principais fatores que estão impulsionando o comércio mundial de etanol, a saber: a instabilidade na oferta mundial de petróleo, que incentiva os países dependentes deste combustível a procurar formas alternativas de energia; e o Protocolo de Quioto, que estabelece metas de redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa, favorecendo o crescente uso de energias renováveis em geral e, em particular, do etanol para substituir os combustíveis fósseis. Comentam-se, ainda neste capítulo, os esforços diplomáticos do Governo em tornar o etanol uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira, incluindo as negociações de acesso a mercado na Organização Mundial de Comércio (OMC).

A análise da sustentabilidade do etanol brasileiro é feita no capítulo 3, onde se confrontam as evidências e argumentos apresentados no livro **Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**, organizado por Isaías Macedo e publicado pela União da Agroindústria Canavieira (UNICA) com estudos de outros pesquisadores que aportam evidências e argumentos em contrário. O debate é focalizado nos principais riscos ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados na etapa agrícola, ou seja, na cultura de cana-de-açúcar, a saber: as emissões atmosféricas geradas pelas queimadas dos canaviais, a contaminação das águas e do solo por efluentes, a expansão territorial para áreas de proteção ambiental, a contaminação por agrotóxicos e a erosão do solo. A estes impactos ambientais potenciais

acrescentam-se também os aspectos sociais, como as condições de trabalho no campo e a forma de remuneração prevalecente na atividade sucro-alcooleira¹.

Deste modo, o presente estudo pretende contribuir para o debate sobre as oportunidades de expansão do mercado global para o etanol produzido no Brasil *vis-à-vis* seus possíveis impactos sócio-ambientais.

¹ Uma dimensão de sustentabilidade não tratada neste estudo refere-se à sustentabilidade da base de produção agrícola da cana-de-açúcar, isto é, sua capacidade de resistir a pragas, doenças e variações climáticas. Tomada nesta acepção, a sustentabilidade do setor sucro-alcooleiro é considerada forte, pois o setor tem investido significativamente no desenvolvimento de variedades resistentes e em programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar. Entretanto, cabe lembrar que variedades originárias de organismos geneticamente modificados, ainda não autorizadas para a comercialização pelo governo brasileiro, podem vir a sofrer restrições de acesso a mercados onde produtos que contêm OGMs são rigorosamente regulados, como é o caso da União Européia (DUFÉY, 2006).

1. Caracterização Econômica da Produção Brasileira de Etanol

O etanol ou álcool etílico é um líquido incolor, inflamável e de odor agradável, que pode ser obtido por meio de uma variedade de culturas, por processos de produção diferenciados e apresentar utilidades distintas, de acordo com a categoria em que esteja inserido - cultura, composição e uso final. Os processos através dos quais o etanol é produzido são diversos: enquanto o álcool sintético pode ser derivado de gás ou óleo cru e carvão, o álcool agrícola pode ser destilado, entre outros recursos, de grãos, frutos, cana-de-açúcar e celulose. A composição química do álcool sintético é idêntica à do álcool obtido por fermentação – C_2H_5OH (BERG, 2004). Em relação ao uso final, como veremos adiante, a maior parte do etanol produzido mundialmente é direcionada para o combustível automotivo, sendo utilizada de duas formas distintas: o álcool anidro, que pode ser misturado à gasolina numa proporção de 5% a 30%, e o álcool hidratado usado como substituto direto da gasolina. Até o momento, o uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado apenas no Brasil, mas países como Estados Unidos, União Européia, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, o Japão utilizam o álcool como aditivo à gasolina (MAPA, 2005).

Segundo Berg (2004) mais de 95% do álcool produzido mundialmente é de origem agrícola e, em se tratando de obtenção por meio de biomassa, a cana-de-açúcar, que é a principal fonte de recurso da destilação brasileira, tem apresentado relevância econômica. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 1/3 da produção mundial. O país possui, aproximadamente, 330 unidades processadoras, sendo que destas 226 situam-se no Centro Sul, divididas em: usinas que produzem apenas açúcar, usinas com destilarias anexas, as quais produzem açúcar e álcool e destilarias autônomas que produzem apenas álcool.

Antes de apresentar os dados que demonstram o comportamento econômico do setor no período em análise no presente estudo, 2000-2006, será feita uma abordagem sobre a evolução do programa de álcool como combustível no Brasil e quais foram as principais implicações da desregulamentação ocorrida no setor no final da década de 1990, com a liberalização dos preços dos produtos sucro-alcooleiros em conformidade com o que se propôs para os demais preços administrados pelo Governo Federal. Esta abordagem se faz necessária para um melhor entendimento das questões a serem exploradas,

especialmente no que se refere à concentração regional e à diversificação da produção do setor.

1.1 A Regulação do Setor Sucro-Alcooleiro Brasileiro e a Evolução do Programa de Alcool como Combustível no Brasil

Desde o fim do século XIX, frente às crises de superprodução do açúcar, o Estado atuava no setor como órgão regulador, procurando assegurar a sua posição no mercado internacional, seja por meio de políticas de desvalorização cambial ou de subsídios à produção.

A intervenção estatal no setor acentuou-se no início dos anos de 1930, buscando administrar os conflitos internos (usina *versus* fornecedor e as disputas de mercado entre São Paulo e Pernambuco), como também os conflitos gerados pela crise mundial. Nesta década, foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), que propôs um conjunto de medidas em forma de lei, visando estipular as cotas de produção² e o controle de preços, dar assistência técnica, jurídica, financeira e social, buscando assim disciplinar as relações conturbadas existentes entre usineiros e fornecedores (VIAN, 2003). Em 1931, o governo brasileiro autorizou que uma proporção entre 2% e 5% de álcool fosse misturada à gasolina; já no ano de 1961, o intervalo de mistura foi elevado para 5% a 10%. Estas não foram as primeiras experiências com a utilização do etanol como combustível. A utilização deste combustível em motores do ciclo Otto³ datam do início do século XX e, no Brasil, em 1912, alguns veículos foram movimentados em caráter experimental.

Com a primeira crise do petróleo, em 1973⁴, que provocou a queda no preço do açúcar e aumento do preço da gasolina, o Brasil buscou formas alternativas e passou a utilizar o álcool anidro como complemento da gasolina e, assim, em 14 de novembro de 1975 foi criado o Proálcool.

² O IAA controlava a produção de açúcar através das cotas, baseadas na capacidade instalada de cada unidade produtiva e nas previsões de crescimento no mercado. O IAA era responsável também pela autorização para a instalação de novas unidades ou ampliação das existentes (VIAN, 2003).

³ O motor ciclo Otto é o chamado motor a explosão, no qual o combustível misturado a uma certa quantidade de ar é comprimido na câmara de combustão até atingir uma certa taxa (taxa de compressão), quando então a centelha fornecida pela vela de ignição inicia a combustão. Neste tipo de motor a principal qualidade exigida do combustível é sua octanagem (resistência à compressão). Quanto maior a octanagem, maior a resistência (FIGUEIRA, 2005).

⁴ No ano de 1973, os países integrantes da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), atuando na forma de um cartel, determinaram de forma coordenada os níveis de produção para cada país membro. A redução da oferta de petróleo provocou um aumento do preço desse combustível no mercado internacional, afetando todos os países importadores.

[...] um programa que permitiu, numa primeira fase, a montagem e ampliação das destilarias anexas às usinas, para produção fundamentalmente de álcool anidro e, numa segunda fase, a montagem de destilarias autônomas para a produção de álcool hidratado. (BELIK, VIAN e RAMOS, 1998, p.5).

O Proálcool ganhou reforço durante o segundo choque do petróleo e, frente às estimativas de esgotamento desse combustível, passou a contribuir com o crescimento da produção de álcool hidratado. Os impactos gerados pelo desenvolvimento do Programa do Álcool compreenderam aspectos econômico, social, ambiental⁵ e energético, além dos impactos positivos para o desenvolvimento tecnológico (OMMETO, 1998 apud SILVEIRA, 2001). O governo brasileiro fomentou, nesse período, a fabricação de carros movidos exclusivamente a álcool. Entre 1983 e 1988, estes veículos já representavam, em média, mais de 90% dos novos veículos comercializados (MAPA, 2005). Entre os incentivos oferecidos pelo governo brasileiro, aos consumidores de álcool combustível, destacaram:

- Redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para os veículos a álcool;
- Redução da Taxa Rodoviária Única (TRU), depois substituída pelo Imposto sobre Veículos Automotores (IPVA);
- Isenção do Imposto Único sobre Combustíveis Líquidos (IUCLG) nas vendas do álcool carburante;
- Garantia de um diferencial de até 40% entre os preços da gasolina e do álcool hidratado⁶. (OMETTO, 1998 apud SILVEIRA, 2001).

Entre os anos de 1985-1989 ocorreu uma reversão no preço do petróleo no mercado mundial, que apresentou uma abrupta queda, reduzindo-se de uma média superior de US\$ 27,00/barril em 1985 para menos de US\$ 14,00/barril em 1986. Internamente, o Brasil passava por uma crise nas finanças públicas que aliada ao problema inflacionário dificultava o apoio subsidiado ao Proálcool (GONÇALVES, 2005). O país passou, então, a adotar políticas de investimentos na produção de petróleo, o que levou a uma desconfiança no álcool combustível.

⁵ Com o uso do etanol, o Brasil foi o primeiro país a banir totalmente o uso do chumbo na gasolina, substituindo o aditivo MTBE (Metil Tributílo Etano) pelo álcool anidro.

⁶ Isto somente foi possível porque o preço da gasolina no Brasil era estabelecido pelo Governo, a um valor aproximadamente o dobro do preço nos Estados Unidos. A cobrança desta taxa permitia a redução dos custos de outros derivados de petróleo, como GLP e nafta e, no caso do etanol, cobria o seu custo de produção, considerado mais alto do que o da gasolina (MORAES, 2000 apud SILVEIRA, 2001).

Diante dos problemas apresentados pela economia brasileira no fim da década de 1980 e frente aos movimentos crescentes do processo de globalização, em 1990, no governo de Fernando Collor promoveu-se a liberalização comercial brasileira. Seguindo os pressupostos do livre mercado, o papel do governo como interventor econômico perdeu forças. O setor sucro-alcooleiro foi desregulado e com isso o controle das cotas regionais de produção, da exportação e dos preços foi extinto. O Complexo Canavieiro, até então fortemente apoiado na ajuda estatal, entrou num processo de descontrole estrutural e surgiram conflitos de interesses internos, entre os usineiros e distribuidores de combustível.

A saída do Estado tornou as relações no interior do complexo totalmente privadas. O governo não interfere mais na fixação dos preços da cana e nem dos preços internos ou de exportação do açúcar e do álcool. Isto somado à extinção do IAA fez com que as relações entre fornecedores de cana e usineiros se tornassem inteiramente dependentes do poder de barganha de cada um dos atores. Como existe um grande número de fornecedores e um pequeno número de usinas, caracterizando um mercado de características oligopolistas e oligopsônicas, há um maior poder de barganha das usinas e destilarias. (ALVES et al., 2003 apud GONÇALVES, 2005, p.87).

Mesmo após a desregulamentação, percebe-se que o governo brasileiro ainda mantém um certo nível de controle fiscal sobre a atividade sucro-alcooleira, como o incentivo ao uso de carros movidos à álcool, a isenção da CIDE (Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico) sobre o álcool e a administração do percentual de anidro a ser mistura à gasolina, o que tem sido importante para a estabilidade econômica do setor.

Com a extinção do IAA em 1997, surgiram novas tentativas de auto-regulação do setor, entre elas, a criação da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA) (VIAN, 2003). O controle e o planejamento do complexo ficaram inicialmente a cargo da Secretaria de Desenvolvimento Regional da Presidência da República e, posteriormente, do Conselho Interministerial do Álcool (CIMA), presidido pelo Ministério da Indústria e Comércio até o ano de 1999, quando passou para o Ministério da Agricultura.

Segundo VIAN (2003), as características estruturais no início da década de 1990 podem ser assim resumidas: produção agrícola sob o controle dos usineiros, heterogeneidade produtiva (especialmente na industrialização da cana), aproveitamento baixo de subprodutos, competitividade fundamentada nos baixos salários e na expansão extensiva.

Em 1999, cerca de 170 usinas se uniram para formar a Bolsa Brasileira de Álcool numa tentativa de controlar a comercialização do produto das empresas associadas. Os preços do álcool subiram continuamente, mas a retomada do preço do açúcar no mercado internacional levou muitas usinas a reduzir a produção de combustível em prol do açúcar (VIAN, 2003). Paralelamente a este processo, as cotações do petróleo assumiram uma trajetória ascendente e entre os anos de 2000 e 2002 passou a flutuar entre US\$ 25,00/barril. Com estes preços mais elevados, o álcool retomou a sua atratividade, motivando a indústria automobilística a investir no desenvolvimento de um novo padrão tecnológico, o “*flex-fuel*”⁷, que permitiu ao consumidor, com base em considerações econômicas, ambientais e de desempenho do veículo, decidir sobre qual combustível prefere abastecer o seu carro. Segundo informações da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), a frota de automóveis por tipo de combustíveis, em março de 2007, considerando o peso bruto de até 3,5 toneladas, foi representada por:

- 11,9% - “*flex-fuel*”;
- 13,7% - álcool;
- 9,2% - diesel;
- 65,2% - gasolina (ARDENGHY, 2007).

Este foi um dos principais impactos da desregulamentação do setor; muitas destilarias passaram a diversificar a sua produção. Outro aspecto importante foi a crescente participação das regiões Centro-Sul e uma migração de empresários nordestinos para Minas Gerais, São Paulo e região do Centro-Oeste.

1.2 A Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar e Álcool no Período 2000-2006

O Brasil é reconhecido mundialmente como líder na produção de cana-de-açúcar, matéria-prima utilizada no país especialmente para a fabricação de açúcar e álcool. A sua produção cresceu em mais de 120% desde 1982. Como apresentado nas tabelas 5, 6 e 7, pode-se notar que a região Centro/Sul lidera a produção de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, de álcool anidro e hidratado, sendo que São Paulo se destaca entre os

⁷ Estudos indicam que é mais vantajoso abastecer o veículo “*flex-fuel*” com etanol hidratado, se o preço do litro for inferior a 70% do preço do litro da gasolina. Na região Centro/Sul é vantagem abastecer o carro com o combustível renovável, porém na região Nordeste o preço vem apresentando oscilações, ora acima, ora abaixo. Entretanto, na região Norte o preço do litro do etanol hidratado está quase sempre acima dos 70% correspondente ao preço do litro da gasolina.

estados produtores. Atualmente está ocorrendo uma expressiva expansão da produção nos estados de Goiás, que teve um aumento de 81% na área plantada entre as safras 1999/2000 e 2003/2004 no leste do Mato Grosso Sul e no sudeste de Minas Gerais (IEL, 2006 apud RODRIGUES e ORTIZ, 2006).

Segundo dados da UNICA (2007b), que reúne as empresas que produzem mais da metade da cana-de-açúcar do país, 52% da produção brasileira destina-se para a produção de álcool (hidratado e anidro) e 48% para a produção de açúcar, ocupando aproximadamente 5,6 milhões de hectares, que correspondem a cerca de 2,4% do solo agricultável brasileiro. Na tabela 1 pode-se notar como estão distribuídos os 851 milhões de hectares de terras brasileiras.

Tabela 1: Distribuição das terras brasileiras (em milhões de hectares)

Floresta Amazônica	345
Pastagens	220
Áreas Protegidas	55
Culturas Anuais	47
Culturas Permanentes	15
Cidades, lagos e estradas	20
Florestas Cultivadas	5
Sub-total	707
Outros usos	38
Áreas não exploradas	106
Total	851

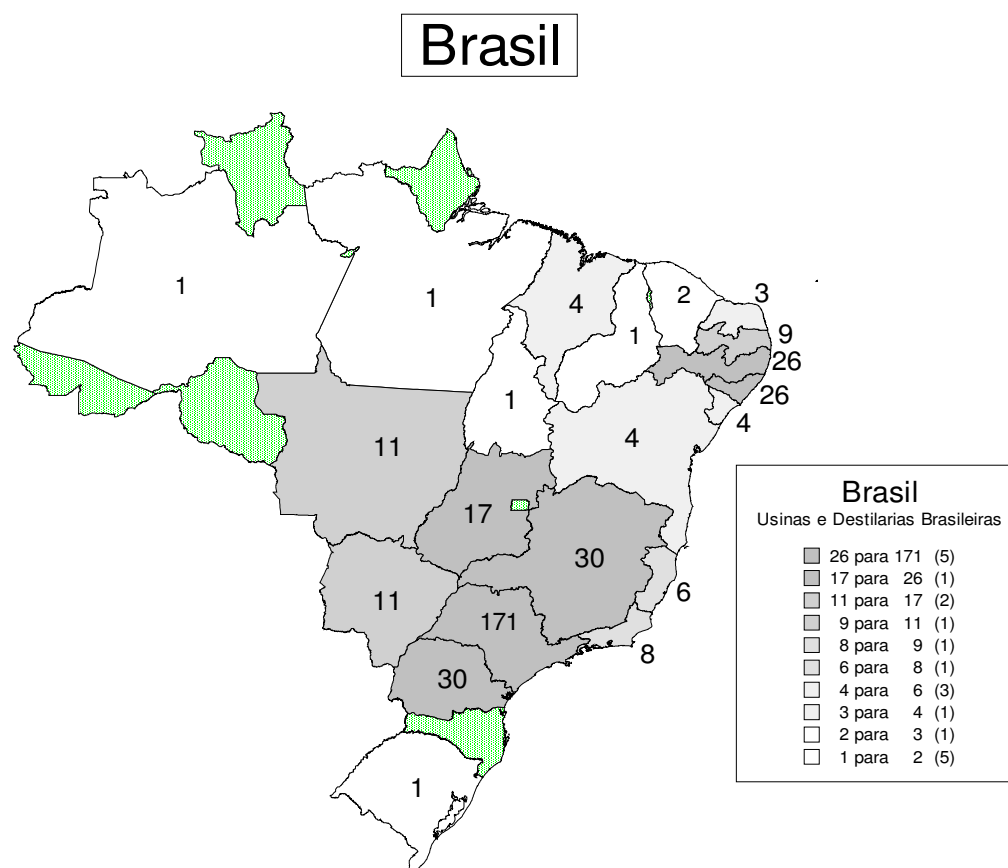
Fonte: Embrapa, 2007 apud Rodrigues 2007.

De acordo com a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), ainda há 106 milhões de hectares de terras não exploradas e disponíveis para o cultivo agrícola no Brasil (tabela 1).

Hoje existem 367⁸ usinas e destilarias (em operação e projetos) cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conforme apresentadas na figura 1. A região Norte/Nordeste possui 82 unidades, as quais estão concentradas principalmente nos estados de Pernambuco (26) e Alagoas (26), seguido por Paraíba (9). Entre os estados do Centro/ Sul destacam-se: São Paulo (171), Minas Gerais (30) e Paraná (30), seguidos por Goiás (17), Mato Grosso (11) e Mato Grosso do Sul (11).

⁸ Posição de 16/07/2007.

Figura 1: Usinas e Destilarias Brasileiras cadastradas no MAPA



Fonte: Elaboração própria com base em MAPA (2007).

Apesar de liderar a produção mundial de cana-de-açúcar, como notado na tabela 2, quando se analisa a questão da produtividade, países como Colômbia e Austrália estão à frente do Brasil, porém o setor vem investindo cada vez mais em tecnologias, que poderão resultar em incremento da sua produtividade.

Tabela 2: Ranking dos principais países produtores de cana: 2000-2005

	Produção de cana-de-açúcar (mil toneladas)					
Países	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Brasil	327.705	345.942	363.721	383.232	411.010	422.926
Índia	299.230	295.956	279.208	289.630	244.800	232.300
China	71.275	77.966	92.203	92.370	92.000	87.768
Tailândia	59.436	60.013	74.258	64.408	63.707	43.665
Paquistão	46.333	43.606	48.042	52.056	52.040	47.244
México	44.150	47.275	45.635	45.127	45.125	45.195
Colômbia	32.750	33.400	35.800	36.600	37.100	39.849
Austrália	38.165	31.228	32.260	36.012	36.892	37.822
Estados Unidos	32.762	31.377	32.253	31.301	27.501	25.307

Fonte: FAO Stat Database (2007).

De acordo com a tabela 3, observa-se que houve um crescimento na produtividade brasileira de aproximadamente 8% entre os anos 2000 e 2005. Nota-se também, que a produtividade dos Estados Unidos, que lidera a produção mundial atualmente, manteve-se constante, em torno de 77 tonelada/hectare entre os anos 2000 e 2003, porém vem decrescendo nos dois últimos anos do período analisado.

Em níveis regionais há uma discrepância entre os estados brasileiros. Enquanto a produtividade na safra de 2003 no Mato Grosso, São Paulo, Paraná e Goiás oscilou entre 80 e 110 toneladas por hectare, no Rio Grande do Sul e Ceará não chegou a atingir 40 toneladas por hectare. Vale ressaltar que os estados de maior produtividade respondem por aproximadamente 75% da produção brasileira. A produtividade média nacional está em torno de 73/tonelada por hectare, enquanto o rendimento médio da cana-de-açúcar na região Sudeste é de 84/tonelada por hectare e na região Nordeste de 54/tonelada por hectare.

Tabela 3: Produtividade dos principais países produtores de cana: 2000-2005

	Produtividade (toneladas por hectares)					
Países	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Brasil	67.62	69.77	71.32	71.73	73.71	73.00
Índia	70.91	68.57	63.28	62.85	59.27	64.48
China	59.95	60.86	64.79	69.56	65.68	64.49
Tailândia	64.46	70.6	93.64	66.4	62.28	39.79
Paquistão	45.87	45.38	48.04	47.93	49.70	48.87
México	71.44	75.76	72.21	70.62	75.58	71.08
Colômbia	82.49	82.88	83.26	84.14	91.49	93.60
Austrália	91.09	75.98	77.36	85.13	82.64	87.15
Estados Unidos	78.38	75.43	77.91	77.48	69.33	67.76

Fonte: FAO Stat Database (2007).

A participação das regiões Norte e Nordeste na produção nacional de cana-de-açúcar tem apresentado uma tendência decrescente. Em 1990, por exemplo, detinham 23% da produção nacional, ao passo que hoje respondem por 13% da produção total de cana-de-açúcar brasileira, sendo os principais estados produtores: Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte e Bahia. Os custos de produção nestas regiões são mais elevados do que na região Centro/Sul, pois a topografia é menos apta à mecanização da produção e a qualidade do solo é inferior.

Tabela 4: Produção de cana-de-açúcar das regiões Norte/Nordeste (toneladas)

Estados/Safra	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Amazonas			201.036	255.852	250.881	267.767	252.672
Pará	521.339	527.383	283.406	311.492	419.514	580.999	510.086
Tocantins							95.314
Maranhão	938.174	799.490	1.094.115	1.105.114	1.303.509	1.275.119	1.797.490
Piauí	218.022	248.289	273.691	284.180	322.802	349.329	492.369
Ceará	131.166	65.671	73.637	88.954	63.907	79.444	40.709
R. G. Norte	1.892.617	2.388.270	2.064.515	2.681.857	2.614.068	2.917.677	2.356.268
Paraíba	3.418.496	3.594.320	4.001.051	4.335.516	5.017.263	5.474.229	4.291.473
Pernambuco	13.320.164	14.366.994	14.351.050	14.891.497	17.003.192	16.684.867	13.858.319
Alagoas	19.315.230	25.198.251	23.124.558	22.645.220	29.536.815	26.029.770	22.532.291
Sergipe	1.163.285	1.413.639	1.316.925	1.429.746	1.526.270	1.465.185	1.109.052
Bahia	2.098.231	1.920.653	2.048.475	2.213.955	2.136.747	2.268.369	2.391.415
NORTE-NORDESTE	43.016.724	50.522.960	48.832.459	50.243.383	60.194.968	57.392.755	49.727.458

Fonte: Adaptado a partir de boletins da UNICA (2006a).

Nota: Como a produção de cana ocorre o ano todo, porém em períodos intercalados, a safra é representada em dois anos. Na região Centro/Sul a colheita da cana ocorre de março a outubro, enquanto na região Norte/Nordeste este período compreende de outubro a abril.

O Centro-Sul responde por cerca de 87% da produção brasileira, compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Tabela 5: Produção de Cana-de-açúcar das regiões Centro/Sul (em toneladas)

Estados/Safra	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Minas Gerais	13.599.488	10.634.653	12.204.821	15.599.511	18.915.977	21.649.744	24.583.570
Espírito Santo	2.126.902	2.554.166	2.010.903	3.292.724	2.952.895	3.900.307	3.849.092
Rio de Janeiro	4.953.176	3.934.844	3.072.603	4.478.142	4.577.007	5.638.063	4.799.351
São Paulo	194.234.474	148.256.436	176.574.250	192.486.643	207.810.964	230.310.237	242.828.824
Paraná	24.351.048	19.320.856	23.075.623	23.892.645	28.485.775	28.997.547	24.808.908
R. G. Sul			80.262	102.999	93.836	77.997	57.976
Mato Grosso	10.110.766	8.669.533	10.673.433	12.384.480	14.349.933	14.447.155	12.335.471
Mato Grosso Sul	7.410.240	6.520.923	7.743.914	8.247.056	8.892.972	9.700.048	9.037.918
Goiás	7.162.805	7.207.646	8.782.275	9.922.493	13.041.232	14.006.057	14.555.819
CENTRO-SUL	263.948.899	207.099.057	244.218.084	270.406.693	299.120.591	328.727.155	336.856.929
BRASIL	306.965.623	257.622.017	293.050.543	320.650.076	359.315.559	386.119.910	386.584.387

Fonte: Adaptado a partir de boletins da UNICA (2006a).

O advento do Proálcool, na década de 1970, promoveu tanto uma expansão da agroindústria canavieira como uma concentração em determinadas áreas e regiões, sendo a mais importante a área que corresponde ao estado de São Paulo (SZMRECSÁNYI, 1994). Hoje, São Paulo representa 62% da produção nacional⁹ (UNICA, 2007b).

A maioria das usinas instaladas no Brasil produz tanto álcool anidro como álcool hidratado e açúcar, o que permite uma flexibilidade no sistema produtivo do setor, porém neste capítulo a ênfase será dada à produção, consumo e comercialização do álcool, particularmente do etanol.

Tabela 6: Produção de Álcool Anidro no Brasil (em m³)

Estados/Safra	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Amazonas			963				
Pará	14.160	12.192	14.048	16.677	30.696	42.230	34.531
Tocantins							4.108
Maranhão	43.440	38.918	65.714	77.355	84.256	87.190	116.561
Piauí	6.482	8.426	5.507	11.229	18.026	15.126	26.597
R. G. Norte	41.099	32.811	46.592	48.679	45.880	48.109	50.811
Paraíba	97.494	112.808	87.832	106.613	126.603	156.672	108.759
Pernambuco	154.135	164.345	120.417	154.677	212.002	278.924	207.102
Alagoas	332.436	398.691	317.573	255.820	281.282	276.449	212.334
Sergipe	19.089	21.468	27.728	33.031	30.215	28.172	19.306
Bahia	30.672	28.920	32.898	41.577	30.665	45.103	84.147
NORTE-NORDESTE	739.007	818.579	719.272	745.658	859.625	977.975	864.256
Minas Gerais	374.020	280.149	331.438	331.871	387.378	357.134	397.133
Espírito Santo	88.697	101.463	76.299	121.204	121.669	156.845	178.476
Rio de Janeiro	70.291	52.999	23.960	44.499	39.621	61.230	50.935
São Paulo	3.799.829	3.555.033	4.254.838	4.589.574	5.943.156	5.320.973	5.078.940
Paraná	417.716	262.429	362.207	399.572	488.704	424.671	346.574
Mato Grosso	319.832	268.614	276.007	323.526	479.088	443.120	295.720
Mato Gross Sul	179.799	139.172	225.201	203.345	219.751	207.177	184.340
Goiás	128.893	142.526	195.876	256.217	373.058	360.228	369.279
CENTRO-SUL	5.379.077	4.802.385	5.745.826	6.269.808	8.052.425	7.331.378	6.901.397
BRASIL	6.118.084	5.620.964	6.465.098	7.015.466	8.912.050	8.309.353	7.765.653

Fonte: Adaptado a partir de boletins da UNICA (2006a).

⁹ Segundo boletins de informações da UNICA (2006b), as principais cidades do estado de São Paulo que apresentaram maior produção em termos absolutos na safra 05/06 foram: Ribeirão Preto, Jaú, Barretos, Catanduva, Orlândia, Araraquara, Limeira e Piracicaba. Comparando esta safra com a anterior, as cidades que tiveram crescimento mais expressivo foram: Jaú (29%), Bauru (29%), São João da Boa Vista (21%), Barretos (17%), Franca (16%), Orlândia (15%) e Presidente Venceslau (15%).

Tabela 7: Produção de Álcool Hidratado no Brasil (em m³)

Estados/Safra	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Amazonas		3.854	1.703	3.889	4.375	4.671	6.009
Pará	11.344	19.081	10.945	9.749	4.316	6.175	8.194
Tocantins							110
Maranhão	13.734	8.026	9.383	6.224	5.609	8.715	22.287
Piauí	8.958	8.198	13.169	11.602	4.347	4.327	8.486
Ceará	2.435	783	1.186	976	317	153	1.022
R. G. Norte	27.459	60.998	33.273	50.336	48.990	41.354	22.838
Paraíba	104.099	105.514	138.774	133.754	151.160	181.275	158.819
Pernambuco	185.758	132.979	141.516	152.297	166.259	135.919	120.957
Alagoas	218.078	313.943	244.713	312.048	444.234	410.716	333.712
Sergipe	27.750	37.152	24.296	28.294	31.851	36.113	28.634
Bahia	29.470	19.564	21.514	16.314	18.985	17.920	19.128
NORTE-NORDESTE	629.085	710.092	640.472	725.483	880.443	847.338	730.196
Minas Gerais	269.785	204.914	193.003	303.945	411.874	446.441	568.989
Espírito Santo	37.522	49.200	54.721	81.355	62.290	80.929	79.012
Rio de Janeiro	47.562	39.597	40.832	64.543	68.313	101.644	84.601
São Paulo	4.692.539	2.884.080	2.879.691	3.101.115	2.885.197	3.782.967	4.872.770
Paraná	625.749	536.935	598.063	580.900	735.306	784.997	696.072
R. G. Sul			5.306	6.411	6.045	4.823	3.338
Mato Grosso	224.365	195.743	304.120	330.393	313.081	371.547	474.865
Mato Grosso Sul	191.247	175.605	171.320	214.707	260.820	326.403	311.251
Goiás	185.866	175.905	183.408	198.907	273.286	356.709	349.135
CENTRO-SUL	6.274.635	4.261.979	4.430.464	4.882.276	5.016.212	6.256.460	7.440.033
BRASIL	6.903.720	4.972.071	5.070.936	5.607.759	5.896.655	7.103.798	8.170.229

Fonte: Adaptado a partir de boletins da UNICA (2006a).

Além da concentração regional, o setor apresenta também uma concentração fundiária, pois estima-se que somente 20% da cana produzida no Brasil seja originada de pequenas propriedades. Recentemente tem ocorrido a fusão e a aquisição de usinas brasileiras por grupos estrangeiros, entre eles: Louis Dreyfus, Béghin-Say e Trading Sucden¹⁰. Com a consolidação do mercado de bioenergia, os processos de fusão e aquisição devem se intensificar¹¹.

1.2.1 A Participação na produção interna, consumo e geração de emprego

¹⁰ O Grupo Cosan, que conta com a participação de 17 unidades produtoras e dois terminais portuários, sendo o maior grupo individual do mundo na produção de derivados de cana-de-açúcar, em 2002 se associou com o grupo Béghin-Say e ao Trading Sucden (Franco Brasileira Açúcar e Álcool).

¹¹ O Infinity Bio-Energy, fundo criado por investidores britânicos e americanos, por exemplo, planeja investir até 2010, cerca de US\$ 560 milhões na ampliação e construção de novas usinas na região do Espírito Santo. Neste ano adquiriu o controle acionário das usinas Alcana e Cridasa, tendo o ambicioso objetivo de alcançar a liderança global na produção e distribuição de álcool e de outros combustíveis renováveis, além de se tornar um relevante produtor e exportador de açúcar.

Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), o PIB do agronegócio brasileiro apresentou um crescimento de 3,2% no ano de 2006, ficando acima do crescimento médio da economia brasileira que foi de 2,9%¹² e sendo responsável por 20,6% do PIB nacional. Comparando o desempenho anual, no período de junho de 2006 a maio de 2007, o superávit no Balanço Comercial do Agronegócio foi de 46.458 bilhões de dólares. O setor sucro-alcooleiro contribuiu com aproximadamente 17% para o incremento nas exportações. O Ministério da Agricultura prevê que a produção brasileira de álcool combustível na safra 2007/08 atingirá cerca de 20 bilhões de litros.

O consumo interno de álcool, segundo o Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE, 2005), tem se mantido constante nos últimos anos. Entretanto, vem ocorrendo uma transição na forma de consumo, com a quase extinção dos carros movidos completamente a álcool hidratado, e aumento no consumo do álcool anidro.

Em termos de geração de emprego, o setor sucro-alcooleiro responde por 14% dos empregos totais do país e por 6% dos empregos agroindustriais brasileiros, empregando aproximadamente um milhão de pessoas, das quais 511.000 trabalham na produção agrícola, sobretudo no corte de cana. Em São Paulo o PIB da produção da cana, que ocupa cerca de 3 milhões de hectares, está entre 10 a 11 milhões. O setor sucro-alcooleiro é responsável por 35% do PIB e do emprego rural do estado (CORTEZ, 2006).

As admissões efetuadas pelo setor durante o primeiro quadrimestre de 2007, apresentaram um crescimento se comparadas ao mesmo período dos anos anteriores: foram de 44,4 mil contratados para a produção de álcool e 104,6 mil para a produção de açúcar. O total de lavradores contratados para atuar no cultivo da cana-de-açúcar foi de 156,3 mil. Com base nas contratações efetuadas no mesmo período no ano de 2005, o crescimento na produção de álcool e cana foi, respectivamente, de 54% e 55% (CAGED, 2007).

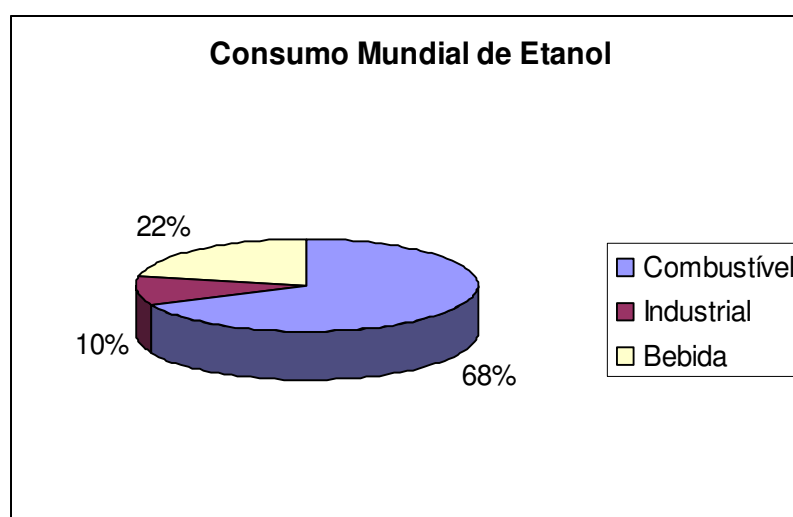
Em 2006 cerca de 70% do corte da cana no Brasil foi manual (UNICA, 2007b). A mecanização do corte depende da topografia do terreno, pois as colheitadeiras somente podem ser utilizadas em áreas com declive de até 12%. As controvérsias sobre a mecanização do corte de cana no Brasil e as possibilidades de crescimento nos níveis de desemprego no setor serão discutidas no capítulo 3.

¹² De acordo com a nova metodologia utilizada pelo IBGE para cálculo do PIB, o crescimento da economia brasileira no ano de 2006 em relação a 2005 foi de 3,7%, sendo que o setor agropecuário representou um crescimento de 4,1% (IBGE, 2007).

1.3 A Produção, Consumo e Comércio Mundial de Etanol

O álcool etílico, em geral, vem sendo utilizado internacionalmente para usos industriais (para a produção de cosméticos, tintas, tinta de impressão, etc), em bebidas alcoólicas e como combustíveis. Neste último caso pode ser misturado à gasolina, na forma de aditivo (álcool anidro), ou usado como combustível puro (álcool hidratado). Desde a década de 1980 a produção de etanol está mais direcionada para o uso como combustível (BERG, 2004) e segundo dados divulgados pela F. O. Licht (2003), 68% da produção mundial de etanol é utilizada para este fim, conforme mostrado no gráfico 1. Devido a sua afinidade com a água e às suas propriedades solventes, que podem dissolver substâncias presentes nos gasodutos, tanques de estoque, introduzindo impurezas no combustível, a distribuição do etanol é um fator preocupante.

Gráfico 1: Consumo Mundial de Etanol por grupo



Fonte: F. O. Licht (2003).

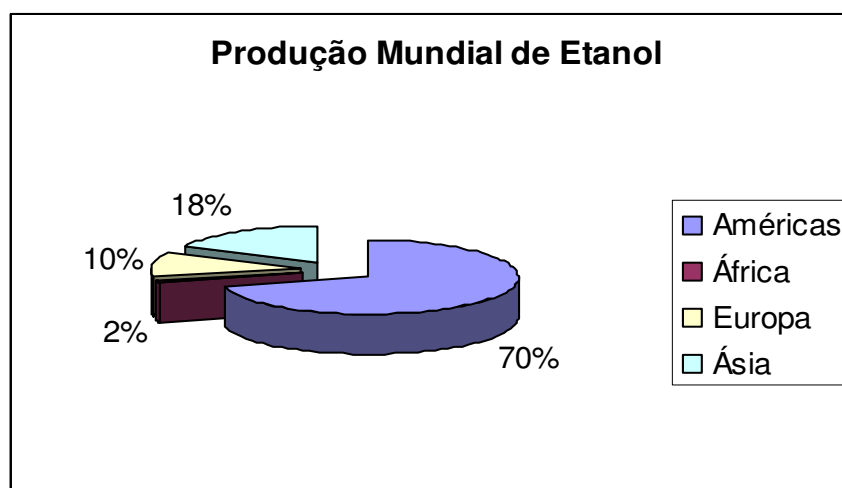
O Brasil, altamente dependente das importações de petróleo, foi o pioneiro na produção de álcool em grande escala com a criação do Proácool na década de 1970, o que possibilitou diversificar os seus recursos energéticos. Entre o período de 1975 a 2002, o uso do álcool combustível no país substituiu o equivalente a 55 bilhões de galões de gasolina.

O Brasil e os Estados Unidos se destacam como potenciais produtores mundiais de etanol; juntos são responsáveis por mais de 70% da produção global. O total mundial de etanol produzido em 2005 foi de 12,2 bilhões de galões. Observando o total utilizado como combustível, o Brasil foi responsável por 44% desse total, enquanto os

Estados Unidos, que lideram a produção mundial, produziram aproximadamente 47% do total global (VIAN, BURNQUIST, FILHO, 2006). Outros produtores significantes são: China, União Européia e Índia, conforme apresentado no gráfico 3.

Estima-se que em 2006, a produção global de etanol tenha chegado a 39 bilhões de galões.

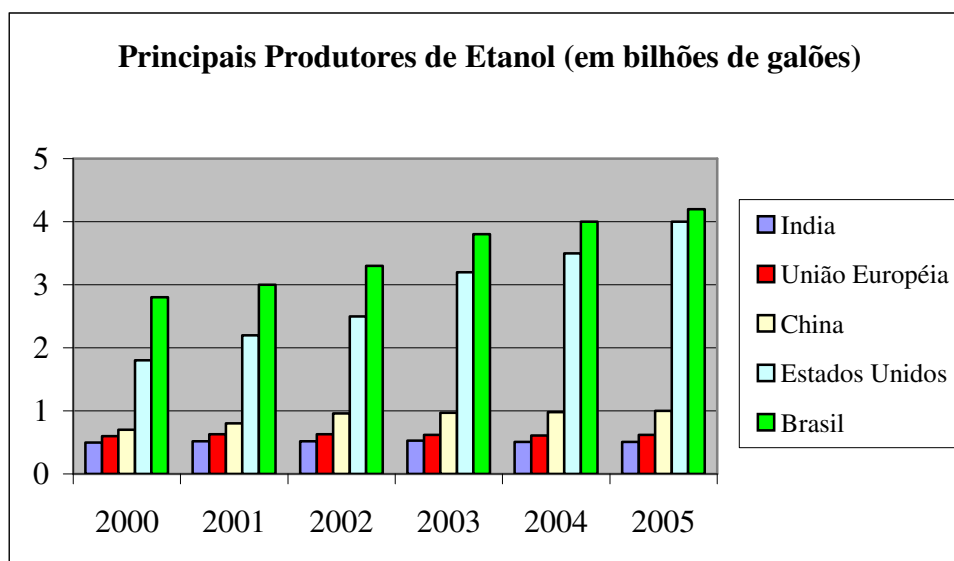
Gráfico 2: Produção Mundial de Etanol por continente



Fonte: F. O Licht (2003).

A produção de etanol nos Estados Unidos começou a crescer rapidamente em meados dos anos de 1990, enquanto a expansão no Brasil tem aumentado desde o ano 2000. Entre os anos 2000–2005 a produção mundial cresceu a uma taxa de 13% ao ano. O Brasil na safra 04/05 liderou tanto a produção mundial de cana-de-açúcar, representando 34% do total produzido, como a produção de seus derivados: açúcar, com 19% do total e etanol, que teve uma participação de aproximadamente 37% sobre o total global (ORTIZ, RODRIGUES, 2006).

Gráfico 3: Principais países produtores de etanol no período 2000-2005



Fonte: VIAN, BURQUIST e FILHO, RFA (2007), UNICA (2007b).

Nota: Para converter litros em galões, considerou-se que 1 litro corresponde a 0,2641 galões.

Atualmente a produção norte-americana ultrapassou a brasileira, porém os custos de produzir o etanol brasileiro, derivado da cana-de-açúcar, é inferior ao custo do etanol derivado de milho, principal matéria-prima utilizada nos Estados Unidos para a fabricação de álcool, tornando o etanol brasileiro mais competitivo do que o americano.

1.3.1 Os Custos da produção de etanol

O custo real da produção de etanol é difícil de ser avaliado devido à variedade de fatores específicos envolvidos na sua produção. Os custos variam com o valor das diferentes culturas usadas e escala de produção, com a localização e tipo de tecnologia empregada, com os custos para a fermentação e destilação do produto final e ainda com o modo de operação utilizado na alocação e destino dos resíduos. A adoção de diversos subsídios é outro agravante para a apuração dos custos¹³. Estudos do NAE¹⁴ - extinto Núcleo de Assuntos Estratégicos - apontam que o custo de produzir etanol nos Estados Unidos seria de U\$S 0,33, enquanto o custo para a produção de etanol na Europa seria

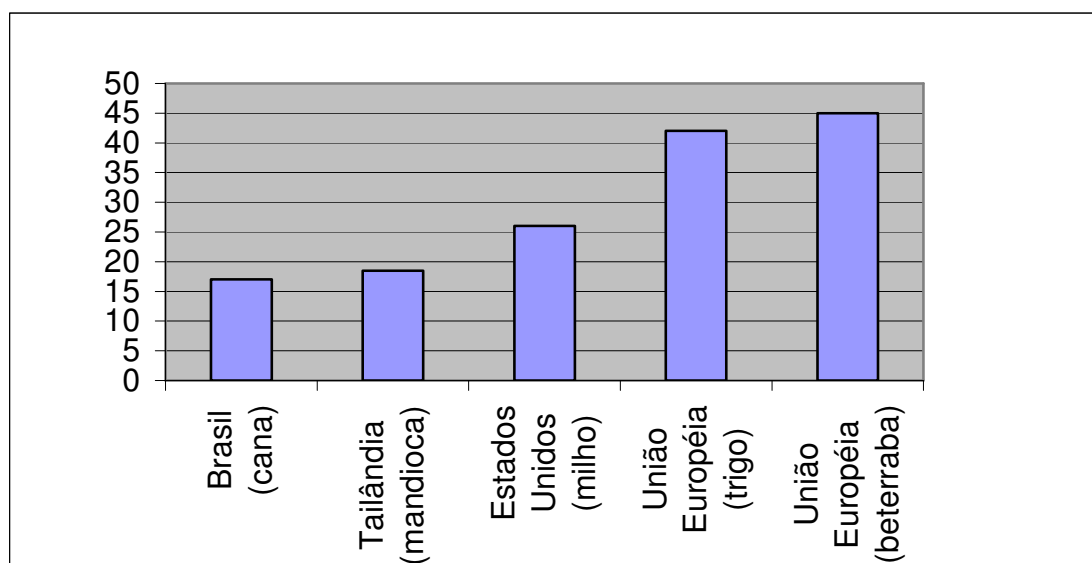
¹³ “Nos Estados Unidos, por exemplo, não há nada, nem mesmo nas melhores estimativas, que considere os subsídios de infra-estrutura, drenagem, entre outros, na produção de grãos que levam ao etanol”. (NAE, 2005, p.164).

¹⁴ As funções do NAE foram incorporadas pela Secretaria de Planejamento de Longo Prazo.

aproximadamente de US\$ 0,50. Para se chegar a estas conclusões, foram feitas algumas considerações, tais como: para os Estados Unidos considerou uma planta produtiva com capacidade para produzir 53 milhões de m³/ano. Pressupôs ainda que a produção de etanol não fosse subsidiada por nenhum incentivo estadual e/ou federal. O NAE ao analisar o custo para a produção europeia considerou plantas produtivas com capacidade entre 50 e 200 milhões litros/ano, alternando entre a produção de etanol derivado de trigo e de beterraba. O etanol derivado de trigo, responde por 64% do total produzido, sendo superior ao derivado de beterraba, que representa 36% do total da produção europeia.

Os custos comparativos para a produção de etanol em países como Brasil, União Europeia, Estados Unidos e Tailândia, apontados por Berg (2004) e apresentados no gráfico 4, divergem dos apresentados pelo NAE. É possível notar que o etanol brasileiro, derivado da cana-de-açúcar, é produzido a um custo menor, se comparado com o etanol americano, derivado do milho e/ou com o etanol europeu, derivado de trigo ou beterraba.

Gráfico 4: Custos de produção de etanol



Fonte: Berg (2004).

O Brasil é considerado o país que possui os menores custos para a produção de etanol do mundo. Comparativamente aos custos de produção da gasolina na refinaria sem aditivos e sem impostos, que seriam de US\$ 0,21/litro (petróleo a US\$ 24/barril) e de US\$ 0,25/litro (petróleo a US\$ 30/barril), nota-se que o custo em produzir etanol no Brasil é mais competitivo (NAE, 2005).

1.3.2 O Mercado internacional

A maioria da produção de biocombustíveis é consumida domesticamente, sendo pequeno o percentual destinado ao mercado internacional. Assim como para a determinação do custo, também é relativamente difícil chegar a um consenso sobre o volume e o valor exato comercializado no mercado global. No caso do etanol, estima-se que menos de 10% da produção global seja destinada ao mercado externo. Entre as principais razões para a baixa participação do etanol no comércio internacional em comparação com outras *commodities*, estão as altas tarifas impostas pelos países importadores, a falta de uma padronização internacional para assegurar a qualidade do produto e os subsídios concedidos em muitos países aos produtores de etanol (F.O. LICHT, 2003). No entanto, espera-se um rápido crescimento na demanda externa e na produção global para os próximos anos, aumentando, assim, a participação do produto no mercado mundial. O Brasil é o principal exportador global de etanol; em 2005 foi responsável por 37% do total produzido mundialmente e atendeu a aproximadamente 50% da demanda internacional. Na tabela 8 é possível observar quais foram os principais compradores do álcool brasileiro no ano de 2006.

Tabela 8: Principais destinos das exportações brasileiras de álcool em 2006

		Peso Líquido	US\$ FOB	Litros
	Total Brasil	2.733.243.670	1.604.730.218	3.416.554.588
1	Estados Unidos	1.399.371.656	882.364.543	1.749.214.570
2	Países Baixos	275.577.027	151.343.060	344.471.284
3	Japão	182.129.741	95.196.330	227.662.176
4	Suecia	161.071.100	79.335.237	201.338.875
5	EL Salvador	146.155.125	80.278.120	182.693.906
6	Jamaica	106.404.357	56.087.927	133.005.446
7	Venezuela	82.679.565	64.697.552	103.349.456
8	Coréia, Rep. Sul	74.741.185	33.702.834	93.426.481
9	Costa Rica	73.783.995	34.763.095	92.229.994
10	Trindade e Tobago	57.869.558	33.356.803	72.336.948
11	México	40.548.502	17.288.499	50.685.628
12	Nigéria	34.487.333	19.465.291	43.109.166
13	Reino Unido	21.384.268	10.642.009	26.730.335
14	Canadá	14.888.234	9.194.183	18.610.293

Fonte: UNICA (2007a).

Em 2006, o Brasil exportou 3.416.554.588 litros de álcool, comparando com o total exportado em 2005, que foi de 2.598.510.768 litros de álcool, o país teve um crescimento anual de 31% (UNICA, 2007b).

Os Estados Unidos se destacam dentre os principais compradores das exportações brasileiras, apesar de liderar a produção mundial de etanol e cobrar uma tarifa de importação de US\$ 0,54 sobre o galão de etanol brasileiro importado. Essa posição em 2005 foi ocupada pela Índia, que apesar de ser o segundo maior produtor de etanol da Ásia (a China ocupa a primeira posição no continente), no ano de 2004 teve quebra na safra, aumentando assim a necessidade de importação (F.O. LICHT, 2003). Em 2003, o país havia iniciado um programa de mistura de etanol na gasolina, incentivando o uso do produto como combustível.

A Suécia, que ocupa a quarta posição no *ranking* dos principais destinos das exportações brasileiras, também possui programas que incentivam o uso de etanol como combustível: misturado à gasolina, o chamado E85, que corresponde a uma mistura composta por 85% de etanol e 15% de outro aditivo e utilizado como combustível para ônibus (SILVEIRA, 2001).

Com o desenvolvimento de programas que incentivam o uso de etanol como combustível, espera-se que ocorra tanto um aumento da produção interna, como no total destinado ao comércio internacional, visando alcançar as metas de consumo estipuladas. Entre os países asiáticos, o Japão se destaca como líder mundial na importação de etanol, em virtude das suas condições naturais, que dificulta a produção interna e, paralelamente, devido às metas de redução de gases geradores do efeito estufa, firmadas pelo Protocolo de Quito, que incentivam o uso de combustíveis renováveis. Este tema será abordado no capítulo 2, quando serão apresentadas as tendências de aumento no consumo e comércio mundial de etanol.

Hoje, para o transporte do etanol, o Brasil conta com os portos de Santos (SP), Paranaguá (PR), Maceió (AL), Cabedelo (PB), Suape (PE) e Vitória (ES). Ressalta-se que com a expansão esperada no comércio internacional para o álcool combustível e com o aumento das exportações brasileiras, haverá necessidade de investimentos em infraestrutura logística, de tal modo que eleve não somente a capacidade portuária, mas também que torne o transporte mais competitivo. Apesar do transporte rodoviário ser considerado de custo elevado, 63% de todo o transporte de cargas do Brasil é realizado por meio de rodovias. No caso do álcool, o percentual é superior à média nacional, pois 96% do transporte é feito por meio de rodovias (PIACENTE 2006). Nota-se que haverá a

necessidade de diversificar a forma de transporte, com investimentos no modal ferroviário e hidroviário¹⁵, considerados mais baratos e também na construção de dutovias.

1.4 Considerações Finais

Neste capítulo, procurou-se apresentar um panorama dos aspectos econômicos da produção, consumo e exportação do etanol brasileiro. O propósito do capítulo foi, portanto, evidenciar a relevância do setor para a economia brasileira em termos de geração de renda e emprego, além do seu mercado externo potencial. Cabe lembrar que o objetivo último deste estudo é contrapor as tendências que favorecem a expansão do setor sucro-alcooleiro e benefícios econômicos correlatos ao potencial de impactos sócio-ambientais do setor.

Como visto, os incentivos à produção de álcool no Brasil, na década de 1970, com a criação do Proálcool, não foram baseados nas preocupações com as questões ambientais e sim, diante a crise do petróleo, justificaram-se pela necessidade de encontrar um substituto para a gasolina de modo a reduzir a alta dependência brasileira do combustível importado. As pressões dos usineiros e plantadores de cana para que o governo apresentasse soluções para o setor, diante das quedas bruscas do preço do açúcar no mercado internacional também são apontados como motivadores. O governo, então, passou a conceder uma série de incentivos no intuito de incentivar a produção e promover o consumo.

Na década de 1980, na segunda fase do Proálcool, o governo estabeleceu um acordo com as montadoras sobre o uso do álcool hidratado como substituto direto da gasolina. Entretanto, com a redução dos preços do petróleo no mercado internacional e frente às dificuldades financeiras para continuar concedendo os incentivos propostos inicialmente, somados aos problemas de abastecimento de álcool, os consumidores passaram a desconfiar da capacidade do setor em atender a demanda existente. O setor entrou em crise.

¹⁵ O custo no Brasil para transportar uma tonelada de qualquer produto por meio de rodovias, ao longo de mil quilômetros, é de R\$ 95,00, enquanto via ferrovia, corresponderia a R\$ 60,00 e por hidrovia a R\$ 36,00. Nota-se que o transporte ferroviário e hidroviário são respectivamente, 37% e 62% menor do que o rodoviário (Revista Ideanews, 2005 apud PIACENTE, 2006).

Atualmente, com o desenvolvimento da tecnologia “*flex-fuel*” e diante do agravamento das tensões no Oriente Médio - região onde está concentrada grande parte dos produtores de petróleo-, e das preocupações com o aquecimento global, a experiência brasileira com os biocombustíveis começou a atrair a atenção mundial. Estes fatores impulsionadores da demanda mundial por etanol aliados às vantagens competitivas da produção brasileira de etanol da cana-de-açúcar têm causado uma expansão da capacidade de produção do setor para suprir as necessidades de demanda interna e externa. Na safra 2006/2007, o país produziu 425 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, matéria-prima utilizada para a produção de 29,8 milhões de toneladas de açúcar e 17,7 bilhões de litros de álcool.

No próximo capítulo será feita uma análise das oportunidades atuais para a expansão no comércio do etanol brasileiro.

2. Oportunidades de Comércio para o Etanol Brasileiro

A indústria sucro-alcooleira brasileira passa por um momento de otimismo, decorrente de um conjunto de fatores favoráveis, tanto externos, como interno. A crescente preocupação com as conseqüências geradas pelo aquecimento global, em âmbito mundial está promovendo um incentivo aos programas relativos ao etanol combustível. O Brasil é apontado como possível supridor mundial, devido ao pioneirismo na produção de álcool e a disponibilidade de recursos naturais para a expansão da produção de cana-de-açúcar, principal matéria-prima utilizada na fabricação do etanol brasileiro.

As oportunidades de crescimento na demanda por fontes de energias alternativas, proporcionadas tanto pela possibilidade de esgotamento das reservas de petróleo como pelos limites de emissões dos gases geradores do efeito estufa, definidos pelo Protocolo de Quioto, podem aumentar o interesse pelos programas relativos ao álcool combustível. Neste contexto, o Brasil, que já é líder na exportação desse produto, apresenta vantagens comparativas para explorar esse mercado: foi o primeiro país a produzir álcool combustível em grande escala, possui extensões de terras disponíveis para a produção e, além disso, o álcool de cana-de-açúcar do Brasil é o biocombustível de maior produtividade no mundo (CORTEZ, 2006). Ainda, a proposta brasileira apresentada nas negociações sobre a liberalização do comércio para bens e serviços ambientais na Rodada Doha da OMC sugere que o etanol seja classificado como bem ambiental, o que possibilitaria melhores condições de acesso ao mercado mundial para esse produto.

O objetivo deste capítulo é apresentar as oportunidades de comércio existentes atualmente, que podem propiciar um crescimento na exportação do etanol brasileiro, orientado, sobretudo, pelo incentivo ao uso de “combustíveis limpos”. Enfatizam-se aqui os seguintes fatores impulsionadores da demanda mundial por etanol: a instabilidade na oferta mundial de petróleo e as metas estipuladas no Protocolo de Quioto para a redução das emissões dos gases geradores do efeito estufa. Comentam-se, ainda, os esforços diplomáticos do Governo brasileiro em promover acordos comerciais no âmbito da OMC favoráveis às exportações de etanol. Além disso, também são apresentados alguns cenários que prospectam um crescimento futuro na produção, consumo e exportação de etanol.

2.1 A Instabilidade na Oferta de Petróleo

A matriz energética mundial tem participação total de 80% de fontes de carbono fóssil, sendo 36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural (International Energy Agency - IEA, 2007). O cenário traçado pelo IEA projeta que a demanda mundial de energia aumentará 1,7% ao ano no período 2000-2030, alcançando 15,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo por ano. Em condições *ceteris paribus*, os combustíveis fósseis responderiam por 90% do aumento projetado (MAPA, 2005). Apesar da importância apresentada pelo petróleo no mercado mundial, muitos países, especialmente os desenvolvidos, estão buscando diversificar a sua matriz energética, tornando-a menos dependente desse produto. Os países dependentes da importação do petróleo e de seus derivados, diante das possibilidades de esgotamento progressivo das reservas mundiais e da instabilidade política e social dos principais produtores¹⁶ vêem esta dependência como uma situação de risco, pois é crescente a incerteza quanto à oferta de petróleo no médio e longo prazo. Um estudo desenvolvido pela British Petroleum afirma que as reservas mundiais de petróleo durariam em torno de 41 anos, sendo que a durabilidade das reservas brasileiras seria de aproximadamente 18 anos (BP, 2004 apud MAPA, 2005).

A descoberta de novos campos de petróleo ou o desenvolvimento de novas tecnologias viabilizando a sua extração em campos antes inviáveis economicamente pode expandir o ciclo de vida do petróleo como matriz energética, porém no longo prazo tenderá a ocorrer a redução na oferta, pois este combustível fóssil não é renovável (FIGUEIRA, 2005). Diante da provável escassez de petróleo, que afetará a oferta mundial e conseqüentemente os preços e, como veremos adiante, dos possíveis impactos negativos provocados pelos combustíveis fósseis sobre o clima, acarretando alterações na temperatura do planeta, muitos países passaram a adotar e desenvolver formas alternativas de energia, entre elas as renováveis.

2.2 A Biomassa como Fonte de Energia Renovável

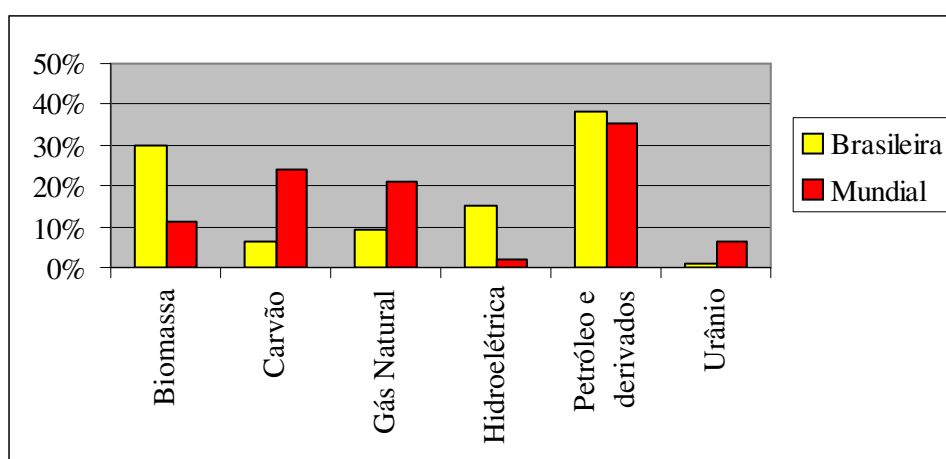
Pode-se conceituar agroenergia como sendo a bioenergia produzida a partir de produtos agropecuários e florestais. Além da agroenergia, as hidroelétricas, a energia eólica, geotérmica, solar e dos oceanos são consideradas fontes energéticas renováveis. A

¹⁶ Existe uma enorme dependência energética, tanto em petróleo, como em gás, em relação a uma concentração geográfica (Oriente Médio) e em relação ao cartel dos países exportadores. Hoje as reservas comprovadas de petróleo do mundo somam 1,137 trilhão de barris, sendo que 78% destas estão localizadas no subsolo dos países que compõem o cartel da OPEP (MME, 2007).

energia renovável obtida de fontes naturais capazes de regenerar deve ser consolidada como o grande negócio do século XXI, cabendo à biomassa papel de destaque, em particular à cana-de-açúcar, pois esta aparenta ser a maior e a mais sustentável fonte de energia renovável. O etanol, derivado de produtos intensivos em carboidratos ou amiláceos, o biodiesel, derivado de lipídios, e o carvão vegetal, derivado de madeira, são as três grandes vertentes da biomassa que, segundo os estudos elaborados pelo MAPA (2005), dominarão o mercado da agricultura da energia nos próximos anos.

Estimativas da *International Energy Agency* (IEA, 2007) mostram que aproximadamente 45% da energia fornecida no Brasil é de origem renovável, sendo uma das mais limpas do mundo. A cana-de-açúcar, biomassa predominante no país, é a segunda maior fonte de energia renovável, com 12,6% de participação na matriz energética, considerando-se o álcool combustível e a cogeração de eletricidade a partir do bagaço. Nos Estados Unidos este percentual é de apenas 4,3% e mundialmente esse valor é de 11%. Ainda, segundo as projeções feitas pela mesma agência, os biocombustíveis representarão 30% da energia global utilizada no ano 2020. O destaque para a elevada participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira é explicado por privilégios naturais, tais como uma bacia hidrográfica com vários rios de planalto (ideais para a produção de hidroeletricidade) e o fato de ser o maior país tropical do mundo, que favorece a produção de energia da biomassa. No gráfico 5 pode-se comparar a composição da matriz energética mundial com a brasileira.

Gráfico 5: Composição da matriz energética mundial e brasileira



Fonte: elaborado a partir de dados da IEA e do MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2007).

Entre as vantagens comparativas apresentadas pelo Brasil para a produção de energia renovável, o MAPA (2005) destaca a incorporação de áreas degradadas à agricultura e a recuperação de pastagens; a diversidade climática, que permite selecionar as alternativas mais convenientes, não dependendo de uma única espécie de cana-de-açúcar; e o fato do país deter um quarto das reservas superficiais e subterrâneas de água doce.

A busca por combustíveis alternativos menos poluentes é crescente, principalmente em países desenvolvidos, que devido às vantagens econômicas, sociais e ambientais, têm desenvolvido programas semelhantes ao Proálcool adotado pelo Brasil nos anos setenta, inserindo estes combustíveis, em especial, o etanol, na sua matriz energética. Abaixo é feito um breve comentário sobre os principais programas internacionais – dos Estados Unidos, do Japão e da União Européia - voltados para a inserção do álcool combustível na matriz energética¹⁷.

2.3 Os Programas de Utilização do Etanol como Combustível

O Brasil tem interesse em acompanhar os programas que visam a utilização de etanol como combustível, dado o seu potencial exportador e visto que muitos países, como União Européia, que tem incentivado o uso de biocombustíveis aos seus membros, e Japão, que tem negociado com produtores brasileiros a possibilidade de importar etanol do Brasil, não possuem capacidade de produção para atender a sua demanda interna. A seguir são abordados os programas de etanol vigentes nos Estados Unidos, União Européia e Japão, cabendo ressaltar que países como Colômbia, Tailândia, China, Argentina, Austrália e Canadá vêm também desenvolvendo programas semelhantes aos que aqui se destacam (GUARDABASSI, 2006).

Os Estados Unidos, apesar de não terem ratificado o Protocolo de Quioto, também possuem programas que visam incentivar o uso de biocombustíveis, entre eles, a utilização do etanol como oxigenante da gasolina. Além disso, esse país não só lidera o ranking dos maiores contribuintes para o efeito estufa, como também é o maior consumidor mundial de gasolina, aumentando assim as possibilidades de exportações para o etanol brasileiro, incentivadas por tais programas.

2.3.1 O Programa norte-americano de etanol combustível

¹⁷ Para maior detalhamento ver Figueira (2005).

Desde 1980¹⁸, os Estados Unidos utilizam o álcool, derivado especialmente do milho, como combustível em larga escala. A preocupação com a oferta energética durante as crises do petróleo, a estabilização do preço do milho e a possibilidade de gerar uma alternativa para a gasolina importada foram os principais motivadores para a elaboração do plano americano - *US and GASOHOL*. Este programa visou ampliar a utilização do etanol no país, estabelecendo uma adição de 5,7% a 10% de álcool à gasolina (SILVEIRA, 2001).

O real impulso dado à demanda por etanol ocorreu na década de 1990, quando foram instituídas emendas à legislação nacional de controle da poluição atmosférica (*Clean Air Act*), que estabeleceram uma série de exigências objetivando reduzir o nível de poluição nas cidades americanas. Uma das emendas tornou obrigatório o uso de gasolina oxigenada em áreas onde não se atendesse ao padrão do *Federal Ambient Air*¹⁹ de monóxido de carbono. Entre as exigências estabelecidas foram desenvolvidos os programas de gasolina oxigenada de inverno (no qual um certo percentual de oxigenado²⁰ deveria ser derivado de fontes renováveis) e o de gasolina reformulada²¹. Para efetuar a adição de oxigênio na gasolina é necessário a utilização de Metil Tributíl Etano (MTBE) ou etanol.

O programa de gasolina oxigenada do *Clean Air Act* requer, no mínimo, um teor de 2,8% de oxigênio na gasolina vendida nas áreas onde a concentração de CO esteja acima do permitido, o que corresponde a 11% de MTBE ou 7% de etanol (SILVEIRA, 2001). O MTBE é o principal oxigenante utilizado tanto nas gasolinas oxigenadas, como nas reformuladas, porém nos últimos anos, vem ocorrendo crescimento na utilização do etanol, misturado à gasolina. A constatação de MTBE no lençol freático de algumas áreas americanas, como a Califórnia, onde foram fechadas sete fontes responsáveis pela oferta de 50% do abastecimento de água da cidade, desencadeou a proibição de sua utilização em 17 estados americanos. Destes 17 estados, 5 são grandes consumidores de MTBE: Califórnia, Connecticut, Kentucky, Missouri e New York são responsáveis pelo consumo de

¹⁸ Apesar do etanol combustível apresentar relevância nos Estados Unidos somente a partir dos anos de 1980, há experiências que comprovam a utilização deste combustível no país desde o ano de 1908 (DIPARDO, 2005).

¹⁹ O governo americano instituiu, através do *National Ambient Air Quality Standard* (NAAQS), um limite de concentração de CO de 35 ppm (partes por milhão) por um período de 1 hora e 9 ppm para um período de 8 horas (HOWARD et al, 1997).

²⁰ Os oxigenantes são compostos como o álcool ou éteres que contêm oxigênio nas suas estruturas moleculares. São usados para enriquecer outras substâncias e, no caso dos combustíveis, contribuem para a redução na emissão de poluentes. Os principais oxigenantes em uso atualmente são o MTBE (Metil Tributíl Etano), o ETBE (Etil Tributíl Etano) e o etanol (F. O. LICHT, 2003).

²¹ As gasolinas reformuladas representam reduções significativas nas emissões de certos compostos formadores de ozônio e poluentes atmosféricos tóxicos; também contêm oxigenados e não evaporam tão facilmente quanto as gasolinas convencionais.

aproximadamente 50% do MTBE utilizado na gasolina reformulada e oxigenada e cerca de 44% do consumo de MTBE nos Estados Unidos (RFA, 2007).

Nos estados onde o MTBE foi banido, vem ocorrendo um aumento no consumo do etanol e há uma expectativa de que outros estados proíbam a utilização deste produto, podendo adotar o etanol como substituto.

A qualidade do ar nas principais cidades americanas é monitorada por estações que analisam as concentrações de CO na atmosfera. Caso seja detectado o excesso de CO por um período de dois anos consecutivos, a cidade analisada deverá se integrar ao programa de gasolina oxigenada de inverno. No entanto, se as análises de uma determinada cidade não registrarem excesso do nível de CO, no período de dois anos, o programa pode deixar de ser requerido, ou se preferir, a cidade pode continuar, voluntariamente, fazendo parte do programa.

A primeira fase, iniciada em Janeiro de 1995, consistiu na introdução de uma gasolina mais limpa, ajudando a reduzir as emissões de veículos causadores da expansão do ozônio e poluentes tóxicos nas cidades americanas (HOLMSTEAD, 2001 apud FIGUEIRA, 2005).

A segunda fase do programa iniciou-se em Janeiro de 2000, visando reduzir as emissões de Compostos orgânicos voláteis (VOC), Óxidos de Nitrogênio (NOX) e outros gases tóxicos (HOLMSTEAD, 2001 apud FIGUEIRA, 2005). Além das dez áreas metropolitanas requeridas para adesão ao uso de gasolina reformulada (aquelas que não se encontram no padrão de qualidade do ar, de acordo com o *National Ambient Air Quality Standards*), que apresentaram níveis sérios de poluição, outras áreas aderiram, voluntariamente, com o intuito de ajudar a combater os problemas gerados com a poluição do ar. Além dos programas citados acima, o Congresso americano tem discutido vários projetos de lei que visam estimular a produção e consumo de combustíveis alternativos, por meio dos Programas de Gasolina Renovável. Em 02 de agosto de 2001 foi aprovada uma legislação sobre energia – *The House Version*, estabelecendo metas para a utilização desses combustíveis na matriz energética do país.

As discussões sobre energia no Senado, iniciadas no início do ano 2002, por meio da “*Senate Bill S.517*”, resultaram no “*The Energy Policy Act of 2003*”, o qual entre outras medidas elaborou um cronograma de implantação de combustíveis renováveis na matriz energética americana, como o biodiesel e o etanol, estabelecendo como data limite o ano de 2012 e o banimento do MTBE em todo o território, até 31 de dezembro de 2014. No

ano de 2005, o presidente George Bush sancionou o “*Energy Policy Act of 2005*”, incluindo o programa de combustíveis renováveis (RFA, 2007).

O Programa de etanol E 85, que tem o etanol como base, possibilita aos veículos adaptados a este programa utilizar tanto gasolina como álcool em seus motores, ou mesmo qualquer combinação entre estes dois combustíveis, desde que a proporção de gasolina empregada na mistura fique limitada a 15%.

O programa de etanol americano permite aos países integrantes do “*Caribbean Basin Initiative*” (CBI), uma cota de 7% de importação, livre de tarifas. Algumas empresas brasileiras estão usando a triangulação como estratégia para se beneficiar da isenção de impostos, através da desidratação do álcool em alguns países do Caribe, como Jamaica e Costa Rica, para posterior envio aos Estados Unidos.

Atualmente o presidente americano tem buscando parcerias com o Brasil na área de biocombustíveis, visando a cooperação entre as duas nações nas áreas de pesquisa e desenvolvimento de etanol, a transferência de tecnologia para outros países, que também desejem entrar neste mercado, a começar pela América Central e Caribe, além da formação de um mercado mundial para estes produtos. Com o propósito de reduzir a dependência da gasolina importada, o presidente americano propôs, no início do ano, promover uma lei que visa aumentar nos próximos dez anos, a proporção de etanol utilizada na gasolina dos veículos para 20%.

O etanol, porém, não é economicamente viável como combustível único no país, quando comparado à gasolina, por isso desde o final da década de 1970 vem recebendo incentivos fiscais do governo americano na forma de uma taxa de isenção de impostos no valor de US\$ 0,54 por galão (SILVEIRA, 2001).

2.3.2 O Programa de etanol combustível da União Européia

A União Européia, buscando promover a utilização dos biocombustíveis nos transportes, aprovou, em 8 de maio de 2003, uma diretiva específica. Para alcançar os objetivos propostos nesta diretiva, tais como o cumprimento dos compromissos relativos às alterações climáticas, à segurança do abastecimento de forma que não prejudique o ambiente e à promoção das fontes de energia renovável, os estados membros deveriam assegurar que fosse colocada nos seus mercados uma proporção mínima de biocombustíveis e de outros combustíveis renováveis. As metas indicativas correspondiam

a 2% do total dos combustíveis para transporte disponíveis no mercado até dezembro de 2005. Em 2010, a proporção deveria ser de 5,75% (DIRETIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, 2003).

A Diretiva de 2003 deixou a critério dos países membros a escolha dos combustíveis renováveis a serem utilizados na forma pura ou como mistura aos combustíveis fósseis, bem como o percentual a ser misturado e as estratégias a serem adotadas para alcançar as metas estipuladas. Deveriam ser considerados, para a adoção das medidas, o balanço geral climático e ambiental dos vários tipos de combustíveis e outros tipos de combustíveis renováveis, priorizando aqueles cujo balanço ambiental apresentasse uma melhor relação custo/benefício, sem deixar de atender a competitividade e a segurança (DIRETIVA DO PARLAMENTO EUROPEU, 2003). Ainda de acordo com essa Diretiva, caso haja incorporação de 10% da área agricultável atual para culturas energéticas, 8% do consumo de gasolina e diesel no país, deverá ser substituída por combustíveis renováveis.

Ocorre que a meta estipulada por essa Diretiva para o ano de 2005 não foi alcançada - o percentual alcançado em 2004 foi de 0,8% e atingiu 1,4% em 2005. Isto motivou um reforço da política de incentivo aos biocombustíveis da União Européia e, em março de 2007, líderes do bloco concordaram em estabelecer uma nova meta para o uso destes combustíveis entre os países membros. Esta meta consiste em substituir pelo menos 10% dos combustíveis fósseis usados nos veículos até o ano 2020. Estima-se ainda que a proposta legislativa seja aprovada até novembro deste ano. Segundo a comissária para a Agricultura e o Desenvolvimento da União Européia, Mariann Fisher Boel, os estados membros e os cidadãos atualmente estão mais conscientes da necessidade de atingir as metas estipuladas, devido à vulnerabilidade da União Européia por sua dependência energética, frente aos recordes históricos dos preços do petróleo, à recente crise de abastecimento com a Rússia e à necessidade de reduzir a emissão dos gases causadores do efeito estufa (EC, 2007).

2.3.3 O Programa de etanol combustível do Japão

O Japão além de ser o segundo maior consumidor de gasolina mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, depende de 82% de importação de fontes de energia primárias, sendo o petróleo a fonte de energia mais importante. Atualmente, importa 99,5%

de todo o petróleo que consome, sendo que 85% é proveniente do Oriente Médio (FULTON et al, 2004 apud GUARDABASSI, 2006).

Com a ratificação do Protocolo de Quioto, o governo japonês está tentando desenvolver fontes de energia alternativas, tornando a sua matriz energética menos poluente e contribuindo assim para a redução do impacto desta matriz no meio ambiente. Em 2003 o Ministério do Meio Ambiente do Japão aprovou, porém não obrigando o cumprimento, a mistura de 3% de álcool à gasolina a partir de março de 2004, que corresponde ao consumo de 1,8 bilhão de litros ao ano. Inicialmente esta norma abrangeria somente as regiões de Osaka e Ilha Hogaido e seria válida para todo país a partir de 2005 (FIGUEIRA, 2005).

De acordo com a Nova Política Energética do Japão, que prevê crescimento nas importações de etanol, o governo japonês definiu a redução das tarifas de importação incidentes sobre o produto brasileiro de 23,8% para 20,3% em abril de 2007 e, sempre no mesmo mês dos anos seguintes, para 16,9%, 13,4%, devendo chegar a 10% em 2010, como forma de aumentar a competitividade do produto (UNICA, 2007c).

Apesar das expectativas crescentes para o comércio de etanol, o volume negociado no mercado internacional ainda é muito baixo e, além disso, não há regras específicas na OMC para a comercialização deste produto. Na atual Rodada de negociações – A Rodada Doha - persistem as discussões referentes à classificação de bens e serviços ambientais. Entre as propostas apresentadas pelos países membros inclui-se a proposta brasileira que sugere que o etanol seja classificado como um bem ambiental. Para um melhor entendimento desta questão, será feita a seguir uma breve abordagem de como ocorreu a inclusão das questões ambientais na regulamentação do comércio internacional.

2.4 O Meio Ambiente na Regulamentação do Comércio Internacional

A base inicial de regulamentação das relações comerciais internacionais foi criada em 1947, por meio do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio - GATT (*General Agreement on Trade and Tariffs*). As primeiras cinco rodadas de Negociações Multilaterais do GATT foram voltadas para a questão da redução tarifária de inúmeros produtos comercializados no mercado internacional (SANTO, 2003), porém não abrangendo o setor agrícola. Com o avanço crescente do processo de globalização e da competitividade, as

políticas nacionais e as regulações ambientais ganharam uma importância maior nesse processo.

Na Rodada Uruguai do GATT (1986-2004), foram estabelecidos os acordos referentes às barreiras técnicas e às medidas sanitárias e fitossanitárias, que procuram, respectivamente, assegurar a harmonização internacional das regulações técnicas e das condições de segurança alimentar e de proteção à vida humana, animal e vegetal. “Estes acordos têm por objetivo disciplinar as regulamentações nacionais para evitar restrições unilaterais desnecessárias (o “unilateralismo agressivo”) (ALMEIDA, 2002, p.103). Ainda segundo ALMEIDA (2002), o Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (*Technical Barriers to Trade – TBT*) incentiva os países membros da OMC a basearem suas normas e regulamentos técnicos em normas internacionalmente aceitas. Além disso, o Acordo TBT incorporou os métodos e processos de produção – PPMs (sigla em inglês “*Production Process and Methods*”), que permite avaliar se o produto causa danos ao meio ambiente em alguma etapa do ciclo de vida. Para isso, leva-se em conta a forma como é produzido, quais os insumos e equipamentos utilizados e o descarte final.

Do mesmo modo, o Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (*Sanitary and Phytosanitary Measures – SPS*) considera legais as medidas comerciais que visam proteger a vida e a saúde humana ou vegetal dentro do país importador, desde que referendadas por normas internacionalmente aceitas. Estas normas procuram assegurar práticas equitativas no comércio regional e internacional, como por exemplo, o *Codex Alimentarius*, um Programa Conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação - FAO e da Organização Mundial da Saúde – OMS, criado em 1962 com a finalidade de proteger a saúde da população.

Nesse contexto crescia a pressão dos ambientalistas e de organizações não-governamentais (ONGs) para que a OMC compatibilizasse às suas regras a adoção das medidas comerciais com propósito ambiental. As ONGs e ambientalistas, em geral, defendem o argumento que o aumento no fluxo de comércio, devido à maior integração internacional, advinda com a liberalização comercial, eleva os riscos ambientais, uma vez que se intensifica a escala de uso dos recursos naturais e, conseqüentemente, de dano ambiental (ALMEIDA, 2002). Para evitar estes riscos torna-se necessária a adoção de medidas que direta ou indiretamente limitem o comércio internacional de produtos prejudiciais ao meio ambiente ou que favoreçam aqueles produtos que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável, isto é, medidas comerciais com propósitos ambientais.

De modo geral, os países em desenvolvimento percebem essa tendência de crescente uso de exigências ambientais para regular o acesso ao mercado internacional como uma forma de “protecionismo disfarçado”, ou seja, uma competição injusta no comércio internacional. Esta forma de protecionismo, praticado principalmente pelos países desenvolvidos, impõe limites às exportações ao exigir que os países exportadores adotem padrões ambientais de produção mais rigorosas, acarretando uma contração comercial e redução da renda *per capita* nos países em desenvolvimento. Os argumentos apresentados pelos países em desenvolvimento se alinham aos dos defensores do livre comércio internacional em favor de políticas ambientais nacionais específicas, diferenciadas por país. Consideram que, uma vez que as características ambientais e as condições sócio-econômicas são próprias a cada país, os custos econômicos e a eficácia ecológica de um mesmo padrão divergem entre países. Assim, padrões ambientais harmonizados internacionalmente deveriam ser aplicados somente a problemas ambientais de impacto global (GALLAGHER e WERKSMAN, 2002).

Este debate está atualmente em evidência, especialmente, devido aos questionamentos sobre o “*trade off*” entre os benefícios para o meio ambiente, proporcionados pelo uso de combustíveis renováveis, especialmente de etanol e os impactos ambientais e sociais, inerentes à sua cadeia produtiva. Alguns países, como a União Européia e Japão, estão exigindo nas negociações internacionais que os exportadores de biocombustíveis, além de garantir a qualidade do produto, garantam também a sustentabilidade da sua base produtiva. Entre estas exigências estão: o respeito às leis trabalhistas (saúde e segurança no trabalho), remuneração, gestão ambiental, uso e reuso da água, desmatamento e reflorestamento, técnicas de manejo e aspectos físico-químicos do produto final.

Uma forma de normatizar e padronizar a cadeia produtiva do etanol, sinalizando a qualidade do produto e a sustentabilidade da base produtiva, seria através do processo de certificação²² - um incentivo às mudanças no sistema de produção agrícola, considerando as necessidades de melhorias ambientais e sociais.

²² “Certificação deve ser entendida como um instrumento econômico, baseado no mercado, que visa diferenciar produtos e fornecer incentivos tanto para os consumidores como para os produtores” (UPTON e BASS, 1996 apud PINTO e PRADA, 1999, p.19). A certificação sócio-ambiental surgiu com os movimentos ambientalistas e com as preocupações dos consumidores dos Estados Unidos e da Europa com os impactos ambientais e sociais associados à produção dos produtos importados dos países tropicais, em especial, os derivados de madeira, pois já havia uma grande preocupação com o desmatamento da Floresta Amazônica. O setor florestal foi o pioneiro na iniciativa da certificação sócio-ambiental com a criação do FSC (Forest Stewardship Council – Conselho de Manejo Florestal), órgão credenciador de programas de certificação florestal.

Em resposta a esta tendência do etanol brasileiro sofrer barreiras à entrada no mercado internacional, o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) começou a discutir no final de dezembro do ano passado com o NIST (*National Institute of Standards and Technology*) – órgão de metrologia dos Estados Unidos - uma padronização internacional para o álcool combustível.

O Instituto Ethos em parceria com a UNICA também estendeu para o setor sucro-alcooleiro a possibilidade de realizar a auto-avaliação do desempenho das unidades produtivas quanto à incorporação de práticas de responsabilidade social e empresarial, através do “Programa Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial”. Os dados fornecidos pelas empresas são tratados como confidenciais, sendo utilizados como ferramenta de comparação para verificar quais são os pontos fortes da gestão e quais seriam as oportunidades de melhorias.

A análise sobre a sustentabilidade da produção do etanol brasileiro será feita no capítulo 3.

2.4.1 O Comitê de comércio e meio ambiente da OMC e os acordos ambientais multilaterais

O Comitê de Comércio e Meio Ambiente (*Committee on Trade and Environment* - CTE) foi criado em janeiro de 1995, quando a OMC foi instituída. A missão do CTE é identificar a relação entre medidas de comércio e medidas ambientais para promover o desenvolvimento sustentável.

Os Acordos Ambientais Multilaterais (*Multilateral Environmental Agreements* – MEAs) são acordos internacionais que envolvem um número significativo de países e são formalizados no âmbito do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas. Alguns dos mais importantes dentre cerca de 300 MEAs atualmente existentes incorporam medidas restritivas de comércio para alcançar seus objetivos ambientais. Estes acordos são de grande relevância porque abrangem um número elevado de países signatários (em geral, mais de uma centena de países) e problemas ambientais de impacto global. Estão sendo adotados com a finalidade de tentar solucionar problemas ambientais tais como a perda de espécies, a destruição da camada de ozônio e o aquecimento global, entre outros. Neste âmbito, inclui-se o Protocolo de Quioto, ratificado por 141 países, em fevereiro de 2005, que trata de controlar as emissões de gases causadores do efeito estufa na atmosfera, conforme descrito a seguir.

2.4.1.1 O Protocolo de Quioto e o aquecimento global

Em 1988, na Conferência de Toronto, tiveram início as discussões sobre as mudanças climáticas e os efeitos dos gases poluentes na camada de ozônio. Em 1992, no Rio de Janeiro, 154 países membros das Nações Unidas se comprometeram com a meta de reduzir as emissões dos gases geradores do efeito estufa até 2012, tendo como período base o ano de 1990.

O efeito estufa é um fenômeno ocasionado pela concentração de alguns gases na atmosfera, formando uma camada que permite a passagem dos raios solares e que absorve grande parte do calor emitido pela superfície da Terra. Cerca de 35% da radiação que a Terra recebe é refletida para o espaço e os 65% restantes que ficam retidos na superfície são transformados em calor. Parte da radiação enviada ao espaço, em consequência da ação refletora dos gases, é reenviada na forma de raios infravermelhos, que contribuem para o aumento da temperatura da superfície terrestre (MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007). O principal elemento propulsor do efeito estufa é o modelo de produção e de consumo energético, adotado como base do processo produtivo. Normalmente este modelo se baseia no uso intensivo de recursos fósseis não renováveis, como o carvão, o petróleo e o gás, responsáveis pela produção de aproximadamente 89% da energia mundial.

Caso estes gases sejam emitidos em quantidades superiores às naturais podem intensificar o efeito, aquecendo demais a temperatura terrestre. Entre eles, destaca-se o CO₂ (Dióxido de Carbono), que é originado em grande parte pela queima de combustíveis fósseis, mas também pode ser gerado pela erosão do solo e desflorestamento. Em seu anexo A, o Protocolo de Quioto lista seis gases geradores do efeito estufa: além do dióxido de carbono (CO₂), contribui para este efeito o metano (CH₄), o óxido nitroso (NOX), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆) (PEREIRA e MAY, 2003). Observando a tabela 9, nota-se que o CO₂ é o principal responsável pelo efeito estufa, contribuindo com mais de 50% para este efeito.

Tabela 9 – Gases responsáveis pelo efeito estufa

Composto	Fórmula	Contribuição ao efeito estufa
Dióxido de Carbono	CO ₂	55%
Metano	CH ₄	15%
Clorofluorcarbonos	CFC13/CF ₂ C12	20%
Óxido Nitrogênio	NOX	10%

Fonte: Ribeiro, 1997 apud Figueira 2005.

De acordo com o Protocolo, os países do Anexo I²³ ficam obrigados a reduzir suas emissões de gases causadores do efeito estufa em média 5,2% comparadas aos níveis de emissão de 1990. As partes signatárias dispõem de uma série de medidas regulatórias, que “não devem constituir um meio de discriminação arbitrária ou injustificável, ou uma restrição disfarçada ao comércio internacional” (Artigo 2.3 do Protocolo de Quioto) (UNFCCC, 1998, p. 3). O Protocolo estabelece que as reduções devem ocorrer na primeira fase do seu cumprimento, de 2008 a 2012, e determina ainda a diminuição do uso de energias fósseis, como carvão, petróleo e gás, que representam 80% dessas emissões (ICTSD, 2006).

Tabela 10: Principais países emissores de CO₂ e reduções estipuladas

Países	Emissão em 1990	Meta de Quioto	Emissões Permitidas
EUA	1.362	93%	1.267
Japão	298	94%	289
União Européia	822	92%	756
Outros Países	318	95%	300
Europa Oriental	266	104%	277
Ex-Rússia	891	98%	873
Total	3.957		3.762

Fonte: Tetti et al, (2000) apud Figueira (2005).

Apesar dos Estados Unidos liderarem a posição entre os maiores emissores de CO₂ do mundo, o país, até o momento, não ratificou o Protocolo de Quito. Caso venha a ratificar, teria que arcar com uma meta de 7% na redução dos gases geradores do efeito estufa, tendo como base o ano de 1990. Os países da OCDE respondem por 52% das emissões mundiais de CO₂, dos quais se destacam os Estados Unidos, que contribuem com 30% da poluição mundial, emitiram na atmosfera cerca de 6 bilhões de toneladas desse gás no ano de 2004 (ICTSD, 2006).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, definido no Artigo 12 do Protocolo tem como objetivo ajudar os países em desenvolvimento a alcançar um desenvolvimento sustentável, contribuindo com os países do Anexo I a atingir os níveis limites das emissões

²³ O termo Anexo I foi definido essencialmente para listar os países que fazem parte da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e também os países que faziam parte das antigas repúblicas socialistas da União Soviética, na Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aprovada na sede das Nações Unidas em 9 de maio de 1992. Os 39 países que compõem o Anexo B do Protocolo de Quioto, semelhante ao anexo I da Convenção, são: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Portugal, Suécia, Reino Unido, União Européia, Suíça, Liechtenstein, Mônaco, Bulgária, República Checa, Croácia, Eslováquia, Eslovênia, Romênia, Hungria, Polônia, Japão, Canadá, Austrália, Noruega, Nova Zelândia, Islândia, Federação da Rússia, Ucrânia, Estônia, Letônia, Lituânia e Estados Unidos da América.

estipuladas (UNFCCC, 1998). Embora o Brasil e outros países em desenvolvimento tenham ratificado o Protocolo, eles não estão listados no Anexo I, o que significa que não possuem obrigações, isto é, não possuem metas definidas para a redução de emissão dos gases do efeito estufa, considerando que as suas necessidades de desenvolvimento devem implicar em aumento das emissões totais destes gases (PEREIRA e MAY, 2003).

Os países em desenvolvimento podem ainda obter certificados de redução das emissões ao implementar projetos que contribuam para o desenvolvimento sustentável. Estes certificados (Reduções Certificadas de Emissões - CERs) podem ser comercializados no mercado global e os países industrializados podem obtê-los para auxiliar no cumprimento de suas metas de redução das emissões. A negociação de créditos de carbono no mercado global iniciou-se somente em 2005, apesar das discussões e negociações para o Protocolo de Quioto terem iniciado desde 1997. Desde 2005, o Brasil tem registrado cerca de 100 projetos, ocupando o segundo lugar na ONU em termos de apresentação de propostas. Em relação ao total de crédito comercializado ocupa o terceiro lugar atrás da Índia e China. Em 2003, a Alemanha e o Brasil firmaram um acordo de cooperação bilateral, que consistiu no financiamento provido pela Alemanha para a produção de 100.000 carros movidos a álcool, visando a redução dos gases causadores do efeito estufa; em contrapartida, a Alemanha receberá um certificado correspondente à redução das emissões associadas (UN-ENERGY, 2007).

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática²⁴ (sigla em inglês - IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*), destacado grupo de trabalho sobre mudanças climáticas, divulgou em 02/02/07, em Paris, estimativas de que o aumento da temperatura global ficará entre 1,8 e 4,0 graus no século XXI. Afirma ainda que a temperatura média global subiu cerca de 0,7 graus *Celsius* entre os anos de 1901 e 2005 e que os anos de 1998 e 2005 foram os mais quentes registrados até o momento, sendo que a aceleração no aquecimento global foi motivada, especialmente, pela queima descontrolada de combustíveis fósseis.

Segundo informações divulgadas nesse relatório do IPCC, que contou com a participação de mais de 130 países para a sua elaboração, a mudança climática pode ser

²⁴ O IPCC é a mais alta autoridade científica sobre aquecimento global. Foi criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com o objetivo de avaliar as informações científicas e sócio-econômicas sobre o aquecimento global. O Painel costuma lançar relatórios a cada 5 ou 6 anos, os comentários feitos referem-se ao terceiro relatório, divulgado recentemente (REVISTA FAPESP, 2007).

observada, por exemplo, no derretimento de geleiras e na diminuição da calota polar do Oceano Glacial Ártico, apresentando como principais consequências as alterações nos padrões de chuva, com secas e tempestades violentas e a elevação no nível do mar. A terceira parte do relatório, divulgada em 04/05/07, em Bancoc, na Tailândia aponta que, para evitar mudanças desastrosas no clima global, a temperatura média do planeta não poderia subir mais do que 2 °C. Para isso seria necessário reduzir as emissões de dióxido de carbono entre 50% e 85% até 2015 (FAPESP, 2007). O estímulo ao uso de formas alternativas de energia, que não envolvam a queima de combustíveis fósseis, foi uma das principais propostas apresentadas para mitigar o aquecimento global. O relatório destaca que as emissões poderão aumentar entre 25% e 90% até 2030, em comparação com os níveis do ano 2000, sendo que o aumento nos países em desenvolvimento seria entre 66% e 75%.

O uso de fontes alternativas de energia em substituição aos recursos fósseis é defendido por muitos como uma forma de limitar as emissões dos gases que contribuem para o aquecimento global.

2.4.2 Bens Ambientais no mandato negociador da Rodada Doha

Entre os objetivos propostos na atual Rodada de negociações da OMC - a Rodada Doha, iniciada em novembro de 2001, destaca-se a abertura dos mercados agrícolas e industriais, com a redução das barreiras comerciais em todos os países membros. Esta liberalização comercial, segundo a Declaração Ministerial de Doha (WTO, 2001), deve ser também coerente com o desenvolvimento sustentável dos países membros da OMC, por isso os temas ambientais foram incluídos no seu mandato negociador.

O argumento de que a liberalização econômica é *per se* promotora do desenvolvimento sustentável tem como um dos seus fundamentos a relação não linear entre crescimento econômico e degradação ambiental descrita pela Curva de Kuznets Ambiental. Esta curva, que foi originalmente descrita por Grossman e Krueger (1991), tem o formato de U invertido indicando que o crescimento econômico, medido pelo aumento da renda *per capita*, provoca um aumento da degradação ambiental nos estágios iniciais de desenvolvimento, mas uma vez atingido certo nível de renda *per capita* passa a ocorrer a reversão desse processo, ou seja, o crescimento econômico contínuo é benéfico para o meio ambiente. As teses da Curva de Kuznets Ambiental e do livre comércio como motor

do crescimento econômico se alinham para estabelecer uma relação positiva entre liberalização econômica e desenvolvimento sustentável.

Os ambientalistas argumentam o contrário, que essa maior integração internacional, resultante da liberalização comercial, aumenta os riscos ambientais, em razão dos efeitos escala (elevação do nível de consumo de recursos naturais) ou, de modo geral, devido às falhas de mercado em resolver problemas ambientais. Para evitar esses riscos, torna-se necessária a adoção de medidas comerciais com propósitos ambientais que inibem a comercialização dos produtos que podem causar danos ao ambiente, seja durante o processo de produção, seja durante a comercialização, distribuição, consumo final e destinação do resíduo (lixo) pós-consumo.

A abertura do mercado internacional para os biocombustíveis poderia aumentar os investimentos nos países mais pobres, como América Central e África, que apresentam custos de produção menores. No entanto, os ganhos proporcionados aos países mais pobres pelas exportações das *commodities* agrícolas, geralmente são limitados pelos subsídios e políticas protecionistas dos países ricos, como Estados Unidos, que provêm cerca de 16% da renda dos agricultores, a União Européia, 32% e Japão 56% (UN-ENERGY, 2007). Estes incentivos distorcem a competitividade externa, prejudicando não só os países produtores, que possuem custos de produção menores, como o consumidor em geral.

Esse intenso debate sobre as relações entre comércio e meio ambiente já se fez presente nas negociações da Rodada Uruguai e levou à inclusão desse tema no mandato negociador de Doha.

2.4.2.1 Bens ambientais: o que são?

Ainda não existe um consenso sobre a definição de bens e serviços ambientais no âmbito das negociações da OMC. Inicialmente foram apresentados dois conceitos ao CTE-SS: o enfoque conceitual e o enfoque de lista. Enquanto o primeiro defende a definição de critérios, o segundo propõe a definição baseada em listas, antes mesmo que se esgotem as definições de critérios (ALMEIDA e PRESSER, 2005). Nessas discussões, o conceito de listas é o prevalecente, especialmente devido ao pioneirismo da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), que define o bem ambiental pelo seu uso final. Os países em desenvolvimento, importadores líquidos de bens e

serviços ambientais, alegam que o conceito de lista favorece as exportações dos países desenvolvidos, que lideram este mercado.

A proposta apresentada pelo Brasil ao CTE-SS, em julho de 2005, segue a tese defendida pela *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) sobre a inclusão de “produtos ambientalmente preferíveis²⁵” para incorporar bens ambientais importantes para os países em desenvolvimento, cuja pauta de exportação é fortemente baseada em recursos naturais (WTO, TN/TN/TE/W/59, 2005). Entre estes produtos, destacam-se: fibras e corantes naturais, produtos florestais não madeireiros e energia renovável, incluindo o etanol e o biodiesel. A proposta brasileira defende, ainda, que uma definição adequada sobre bens ambientais pode levar a ganhos triplos: preservação do meio ambiente, liberalização comercial e redução da pobreza.

Em termos de regras comerciais, a OMC ainda não definiu um regime específico para o comércio dos biocombustíveis. Enquanto o óleo combustível, classificado como bem industrial, está inserido nas regras de comercialização definidas pelo antigo GATT, não existe um consenso entre os membros da OMC se os biocombustíveis deverão ser definidos como bem agrícola ou industrial (DUFEY, 2006).

2.5 Cenários sobre a Expansão da Produção e Comércio de Etanol do Brasil

Com a ratificação do Protocolo de Quioto e com a introdução de políticas que estimulam o aumento da proporção de combustíveis renováveis na matriz energética de países tanto industrializados como em desenvolvimento, é esperada uma expansão extremamente rápida da demanda por biocombustíveis no mercado global. Vários estudos apontam o Brasil como o provável supridor de energia renovável mundial, em especial de etanol, devido à sua experiência na produção de álcool e às suas características naturais, como disponibilidade de terras para a plantação da cana-de-açúcar e à elevada competitividade (o custo para a produção de etanol brasileiro é considerado de baixo valor, comparado aos possíveis concorrentes), estas questões já foram apresentadas no capítulo 1.

²⁵ A UNCTAD define os “produtos ambientalmente preferíveis” (EPPs) como produtos que causam significativamente danos ambientais menores, em algum estágio do seu ciclo de vida, do que produtos alternativos que servem para o mesmo propósito. (HOWSE AND BORK, 2006).

Pretende-se neste tópico, destacar alguns estudos que prospectam crescimento na demanda, produção e consumo de etanol. Serão, portanto, destacadas: as projeções apontadas por entidades como a União da Agroindústria Canavieira (UNICA), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a consultoria F. O. Licht.

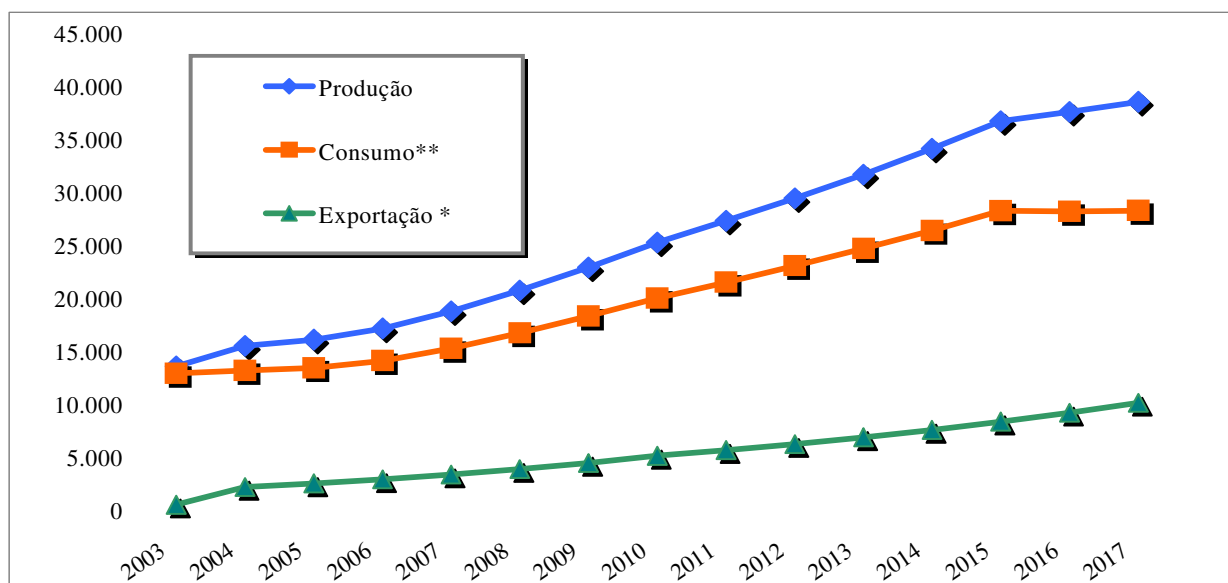
Os estudos realizados pela UNICA projetam que a produção de etanol no Brasil deverá aumentar entre 8-10 bilhões de litros até 2010 para atender a demanda interna e externa. O aumento na produção requer tanto investimentos em infra-estrutura e em novas usinas, como também uma expansão na área plantada. Estima-se que sejam construídas mais de 100 usinas no Brasil até 2012 e que ocorra um aumento de 40% a 50% na área plantada. Normalmente, os envolvidos no negócio mantêm segredo comercial e privado, por algum tempo, sobre a instalação das novas unidades produtoras até que estudem o preço da terra, a localização, os melhores empreendimentos e a cotação dos equipamentos necessários.

Segundo Eduardo de Carvalho, ex-presidente da UNICA, a demanda para o setor sucro-alcooleiro, entre 2010-2011 requererá a produção de 560 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. O total correspondente à demanda por etanol seria de 27,6 bilhões de litros, dos quais 80% seria para atender o mercado interno e 20% alocado para o mercado externo.

As projeções feitas pelo MAPA baseadas tanto nas expectativas de consumo interno, como externo, sobretudo do Japão, União Européia e Estados Unidos, apontam que a produção brasileira de etanol deva alcançar cerca de 38,6 bilhões de litros no ano de 2017. O consumo interno para o mesmo ano está projetado em 28,4 bilhões e as exportações em 10,3 bilhões (gráfico 6).

Considerando as premissas que, atualmente, o crescimento acentuado da produção está concentrado na região de São Paulo, calcula-se que as áreas para expansão do canavial no estado, em especial para as regiões oeste e noroeste, com deslocamento da pecuária e da citricultura, tendem a reduzir após 2010; que a participação da produção nos estados do Nordeste tende a diminuir, devido à redução das áreas adequadas ao plantio, logo o crescimento da produção no período 2005-2015 deverá concentrar-se, sobretudo, em Goiás, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (WALTER *et al.*, 2005 apud PIACENTE, 2006).

Gráfico 6: Projeção de produção, consumo e exportação do etanol brasileiro

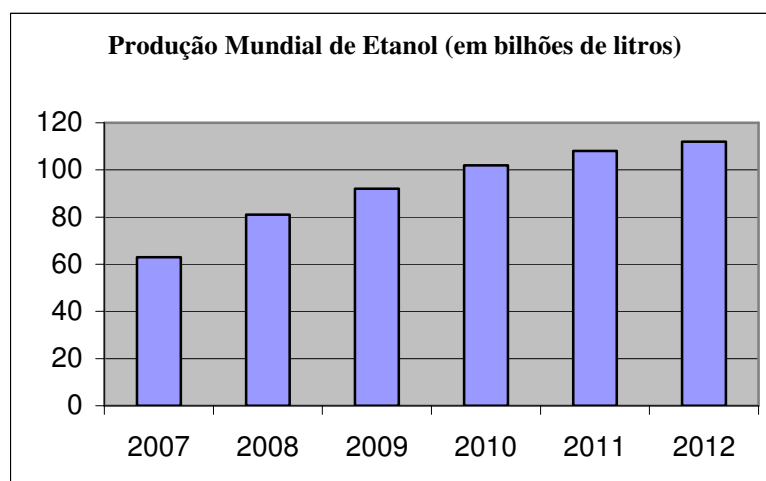


Fonte: MAPA, (2007) apud Rodrigues (2007).

A Secretaria de Produção e Agroenergia do Mapa projeta ainda que as vendas dos carros *flex-fuel*, em 2010 deva chegar a 1 milhão de veículos, enquanto a projeção para a venda de carros a gasolina no mesmo ano é de 467 mil unidades. A expansão no setor automobilístico é o principal incentivo para o aumento da produção de etanol no Brasil.

Segundo as projeções feitas pela consultoria F. O. Licht, as decisões mandatórias para a mistura de etanol a gasolina, em países como Brasil, Índia, Estados Unidos, Japão e União Européia, aumentarão em mais de seis vezes o volume comercializado no mercado externo em 2015, havendo excesso de produção nas Américas e déficit na Ásia e na União Européia. Projeta ainda que a produção mundial em 2012 deva atingir 112 bilhões de litros e que o consumo mundial em 2025 seja de 225 bilhões de litros (F.O.LICHT, 2003).

Gráfico 7: Projeção da produção mundial de etanol (2007-2012)



Fonte: F. O. LICHT (2003).

Apesar das políticas comerciais não fazer parte deste estudo, cabe ressaltar que alguns países já utilizam tarifas para proteger a agricultura doméstica da competição externa. Por exemplo, as tarifas para importação de etanol na União Européia são de US\$ 0,10/litro, nos Estados Unidos além da tarifa de US\$ 0,54/galão, o país aplica US\$ 0,14/litro e o Canadá US\$ 0,23/litro (DUFEY, 2006). Além das barreiras tarifárias, existem outros obstáculos para a expansão do etanol no mercado mundial, como a indefinição nos padrões de qualidade do produto. De um modo geral, o comércio energético não está no foco das principais discussões na OMC, isto pode ser explicado, em parte, pelo fato dos principais países que lideram o mercado energético, em especial de petróleo, não ser membro da organização (HOWSE e BORK, 2006).

2.6 Considerações Finais

O Brasil é apontado atualmente como o provável supridor mundial de etanol combustível, uma fonte energética renovável, alternativa a gasolina - recurso fóssil exaurível-, que contribui fortemente para a poluição atmosférica.

As oportunidades para a expansão da produção, consumo e exportação do etanol brasileiro são motivadas, em parte, pela busca de substitutos ao petróleo - recurso fóssil, sujeito ao esgotamento, concentrado principalmente nos países do Oriente Médio, uma região de conflitos civis e econômicos constantes, que apresenta instabilidade na oferta do produto. A preocupação mundial com as prováveis consequências resultantes do

aquecimento global também tem incentivado a busca de alternativas aos combustíveis fósseis. Uma terceira hipótese que motiva o consumo de etanol é a possibilidade do produto ser classificado na OMC como um bem ambiental, o que lhe garantiria melhores condições de acesso ao mercado internacional.

Adicionalmente, o Governo brasileiro tem realizado esforços diplomáticos para garantir melhores condições de acesso do etanol ao mercado internacional, a exemplo da sua proposta de inclusão deste produto como um bem ambiental nas negociações sobre bens ambientais na OMC. Entretanto, esta iniciativa no momento não parece ser muito promissora, uma vez que a atual Rodada de Negociações da OMC – a Rodada Doha, que incluiu o tema comércio e meio ambiente no seu mandato negociador e entre as suas propostas prevê a abertura dos mercados agrícolas e industriais, está atualmente suspensa devido aos impasses sobre a redução das barreiras alfandegárias e dos subsídios agrícolas. Em maio de 2007, os Estados Unidos, União Européia e outros países industrializados apresentaram uma lista de bens ambientais, excluindo o etanol. O Brasil, que apresenta uma posição contrária à utilização de listas nessas negociações e defende o etanol como bem ambiental, reagiu negativamente a esta proposta (MRE – MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES -, 2007).

Os efeitos provocados pelos aumentos dos preços do petróleo podem prejudicar as economias altamente dependentes da importação desse combustível. Alguns países pobres, por exemplo, gastam mais de seis vezes em combustíveis do que gastariam em saúde, ou até duas vezes mais do que gastariam com a redução da pobreza. Estima-se ainda que dos 50 países mais pobres do mundo, 38 são importadores líquidos de petróleo e que 25 importam todo o petróleo requerido para o consumo (UN-ENERGY, 2007). Assim, pode-se concluir que a instabilidade na oferta mundial de petróleo pode trazer sérios problemas tanto para estas economias, como também para os países industrializados, grandes consumidores de energia fóssil.

A ratificação do Protocolo de Quioto, que definiu metas para a redução na emissão dos gases geradores do efeito estufa, representa outro incentivo para a expansão no uso de energias renováveis, dado que o modo de produção, baseado na utilização intensiva de recursos fósseis é um dos principais contribuintes para o aquecimento global. Embora muitos países estejam desenvolvendo programas que definem metas de consumo de combustíveis renováveis, visando tanto a alcançar os compromissos firmados no Protocolo como diversificar a matriz energética, tornando-a menos dependente do petróleo,

calcula-se que ocorrerá um aumento de 75% na emissão de dióxido de carbono até 2030. Por estas projeções, as metas definidas pelo Protocolo não seriam alcançadas.

As evidências apresentadas neste capítulo indicam a existência de oportunidades reais para a expansão do comércio internacional de biocombustíveis, em especial, para o etanol. As projeções refletem o dinamismo tanto na produção, como no consumo e exportação do álcool brasileiro. Cabe ao Brasil saber aproveitar estas oportunidades, já que é apontado como o principal país que dispõe de conhecimento, experiência e recursos naturais para atender a crescente demanda esperada. Espera-se que, inicialmente, haverá apóio governamental para a expansão da produção brasileira, de tal forma que consiga atender a demanda existente.

Resta saber se os recursos naturais estão sendo utilizados de forma sustentável na cultura e processamento da cana-de-açúcar e se os aspectos sociais, em especial no que concerne à remuneração da mão-de-obra e às condições de trabalho estão sendo respeitados. Estes questionamentos sócio-ambientais sobre a cadeia produtiva do etanol brasileiro, que já motivam alguns países importadores a exigirem certificados que comprovem não somente a qualidade do produto, mas também a sustentabilidade da sua base produtiva, serão analisados no próximo capítulo.

3. Caracterização Sócio-Ambiental da Produção Brasileira de Etanol

Como visto no capítulo 2, a indústria canavieira brasileira encontra-se, atualmente, em um novo ciclo de expansão, motivada pelas expectativas de aumento na demanda por álcool combustível. O atendimento a esta demanda aponta para o avanço da produção do setor, a qual requer não somente avanços tecnológicos, visando substituir a gasolina no mercado internacional e reduzir as emissões dos gases causadores do efeito estufa, mas também a necessidade de adotar melhores práticas sócio-ambientais na cadeia produtiva do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. Surge, portanto, o dilema de como compatibilizar esse crescimento previsto da produção de etanol brasileiro com as questões relacionadas à sustentabilidade do setor.

Neste capítulo, para verificar se a cadeia produtiva do setor sucro-alcooleiro brasileiro é sustentável, são analisados aspectos sócio-ambientais inerentes à produção e ao uso final do etanol como combustível. Para isto foram selecionados do livro **Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade, organizado por Isaías Macedo e editado pela UNICA** alguns aspectos de sustentabilidade do setor. Em contrapartida, visando confrontar as evidências e argumentos apresentados no livro sobre as vantagens do agronegócio sucro-alcooleiro no tocante a aspectos sócio-ambientais, foram selecionados trabalhos e indicadores de sustentabilidade²⁶ que contradizem tais argumentos.

Este capítulo inicia-se com uma breve descrição da cadeia produtiva do setor sucro-alcooleiro para facilitar a compreensão dos aspectos sócio-ambientais selecionados, os quais permitem estabelecer o confronto entre distintas visões sobre riscos e oportunidades da expansão da produção de etanol no Brasil, tema central deste capítulo.

3.1 A Cadeia Produtiva do Setor Sucro-Alcooleiro

A agroindústria canavieira é composta por um conjunto de atividades, que envolve um setor agrícola e um setor industrial, este muitas vezes dividido em duas partes:

²⁶ Indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável” (IBGE,, 2004, p.10).

fábrica de açúcar e destilaria de álcool. O setor agrícola abrange os aspectos ligados ao processo de ocupação territorial e à utilização dos recursos naturais, como água e solo. As atividades referentes à etapa industrial, através das quais obtêm-se o açúcar e suas derivações - o álcool anidro e hidratado, além do vinhoto e do bagaço considerados os principais resíduos do setor-, também utilizam recursos naturais durante o seu processamento.

3.1.1 A Etapa agrícola

As atividades desenvolvidas na etapa agrícola, durante o cultivo da cana, consistem em primeiramente preparar o solo para o plantio, seguidas pelo plantio, tratos culturais (controle das ervas daninhas, adubação e vigilância fitossanitária) e colheita.

Ao plantar a cana pela primeira vez é feita uma aração profunda para remover e destruir os restos de culturas existentes no solo, seguida de gradagem²⁷, que visa completar a operação. Caso seja constatada a compactação do solo, aconselha-se fazer a subsolagem²⁸ e, nas vésperas do plantio, fazer uma nova gradagem. Se o terreno já foi ocupado pela plantação de cana, faz-se a destruição das soqueiras²⁹, logo após a colheita, através de aração, gradagem ou uso de herbicidas (MEDEIROS et al, 2003). O uso de produtos químicos no solo contribui para a sua degradação, mas, por outro lado, reduz a força de trabalho na execução da capina manual. Ainda na fase de tratos culturais, é realizado o processo de adubação do solo de forma manual ou mecanizada, que pode causar problemas de saúde aos trabalhadores devido ao contato constante com os produtos químicos utilizados (VIAN, MORAES e GONÇALVES, 2006).

A queima da cana antes da colheita é uma prática comum para facilitar o corte e a limpeza do terreno, contribuindo também para uma redução na mão-de-obra e conseqüentemente nos custos de produção. Após o corte, a cana é transportada para as usinas, onde é realizado o seu processamento.

3.1.2 A Etapa industrial

²⁷ Ato de esterrear ou aplanar a terra lavrada com grade.

²⁸ Ato de cultivar a terra até o subsolo, isto é, até a camada do solo imediatamente por baixo da camada visível ou arável.

²⁹ As raízes da cana.

A primeira operação antes da moagem da cana é a lavagem com jatos de água, visando eliminar as impurezas resultantes da etapa agrícola. A demanda por água na etapa industrial, diferentemente da etapa agrícola, é alta. O setor sucro-alcooleiro demanda cerca de 42,6% da água utilizada pelas indústrias no estado de São Paulo. Na usina é utilizada para: a lavagem das caldeiras e das instalações em geral, na geração de vapor, no resfriamento de gases, nas colunas barométricas dos cristalizadores, na filtração, na incorporação ao produto final no caso do álcool hidratado, etc (ROSSETO, 2004).

Após a lavagem, a cana é picada, passando pelos processos preliminares que visam à destruição da casca, dos nós e dos vasos celulares, facilitando a extração do caldo – produto final da moagem da cana. Durante esta etapa, obtém-se também, através do processamento da cana, o bagaço – subproduto constituído basicamente de fibras vegetais (celulose), muito valorizado nas usinas como fonte geradora de energia para as várias etapas de produção do açúcar e do álcool (PIACENTE, 2005).

A fabricação de álcool no Brasil é exclusivamente por via de fermentação, baseada no aproveitamento do mel final ou melaço das usinas. Após a fermentação, obtém-se o vinho, que encaminhado para a destilaria, é depurado duas vezes em uma coluna de depuração – na primeira, eliminam-se os ésteres e aldeídos e, na segunda, é fracionado em vinhoto ou vinhaça e flegma (principal produto da destilação), que é destilado novamente, resultando no álcool bruto ou de segunda e nos resíduos flegmaça e óleo fúsel. Acrescenta-se benzol ao álcool bruto para obter o produto final – o álcool anidro. A etapa de fabricação do álcool de cana, conforme STUPIELLO (1987 apud PIACENTE, 2005), resumidamente, se divide nas operações de extração do caldo, preparo do mosto³⁰, preparo do fermento, fermentação, destilação, retificação e desidratação.

Conforme observado por PIACENTE (2005), para cada processo de transformação resulta um produto final, o qual é encaminhado a uma fase seguinte e um subproduto que nem sempre pode ser reaproveitado pelo sistema, gerando um resíduo que deve ser descartado.

3.2 Aspectos Sócio-Ambientais da Produção e Consumo de Etanol no Brasil

³⁰ É uma solução de açúcar cuja concentração foi ajustada de forma a facilitar a sua fermentação. Basicamente é constituído pela mistura de mel e caldo, com uma concentração de sólidos de 17 a 22°Brix (porcentagem de sólidos solúveis contidos no caldo, agrupados em açúcares e não açúcares) (UNICA, 2007b).

Apesar da modernização tecnológica ocorrida no setor nas últimas décadas, os processos e métodos de produção³¹ utilizados na cultura e processamento da cana-de-açúcar apresentam diversos riscos ambientais e sociais.

Atualmente, persiste o debate sobre as vantagens e desvantagens da expansão da produção de etanol no Brasil. Enquanto de um lado os defensores do agronegócio procuram apresentar uma imagem de produção limpa e ambiental e socialmente correta, a sociedade local e os trabalhadores que convivem com a produção de cana-de-açúcar acusam uma outra realidade. Para confrontar essas posições conflitantes, serão utilizados, neste estudo, alguns aspectos de sustentabilidade que buscam avaliar impactos ambientais e sociais resultantes da produção e consumo de etanol no Brasil.

A análise consiste essencialmente em confrontar a visão de sustentabilidade do etanol defendida pela UNICA com evidências fornecidas em estudos que contradizem tais argumentos. O debate é focalizado nos principais riscos ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados, especialmente na etapa agrícola, a saber: as emissões atmosféricas geradas pelo uso do fogo nos canaviais, a contaminação das águas e do solo por efluentes, a expansão territorial para áreas de proteção ambiental, a contaminação por agrotóxicos e a erosão do solo. A estes impactos ambientais potenciais acrescentam-se também os problemas sociais, como as condições de trabalho no campo e a forma de remuneração prevalecente na atividade sucro-alcooleira.

3.2.1 Impactos sobre o meio ambiente

Os problemas ambientais associados à produção de cana-de-açúcar incluem os riscos de poluição atmosférica, dos recursos hídricos e do solo. Assim, para avaliar os impactos das atividades produtivas do setor sucro-alcooleiro sobre o meio ambiente, serão utilizados como parâmetros os aspectos abaixo:

- Os impactos na qualidade do ar e no clima decorrentes da queima da palha da cana e das emissões de gases evitadas com o uso do etanol como combustível em substituição à gasolina. O balanço energético (em todo o ciclo de vida do produto) da utilização de energia fóssil na produção de etanol com a energia renovável resultante também é analisado neste tópico;

³¹ ...“a forma pela qual os produtos são manufaturados ou processados e os recursos naturais são extraídos ou cultivados” (OECD, 1997).

- Os impactos no suprimento e na qualidade da água;
- A ocupação do solo, que pode contribuir para expansão da cultura para novas áreas, levando a perda de florestas e de biodiversidade;
- O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e a conseqüente contaminação do solo e dos recursos hídricos;
- O desgaste dos solos agrícolas causado pelas queimadas, pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e pelo não reaproveitamento eficiente dos efluentes líquidos.

3.2.1.1 Os impactos na qualidade do ar e no clima

Para analisar o impacto na qualidade do ar, deve-se levar em conta tanto os benefícios ambientais (menores taxas de emissão dos gases geradores do efeito estufa), advindos do uso de etanol como combustível em substituição à gasolina automotiva, como as externalidades negativas geradas pela prática da queima da cana antes do corte. Também devem ser analisados: o balanço energético da utilização de combustíveis fósseis na produção de etanol e os poluentes resultantes desse processo produtivo.

O uso de etanol como combustível é defendido por muitos, especialmente por causa da redução nas emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa ao substituir os combustíveis fósseis. Macedo (2004) analisou o balanço energético de energia fóssil consumida na produção e processamento da cana-de-açúcar, comparando com a energia proporcionada pelo uso do etanol e do bagaço, conforme demonstrado na tabela 11. Para a realização do trabalho, o autor considerou dois cenários³²:

Cenário 1: utiliza como base as médias de consumo de energia e insumos;

Cenário 2: baseia-se nos melhores valores praticados (valores mínimos de consumo com o uso da melhor tecnologia existente e praticada na região).

³² Devido à diversidade da base de dados para os parâmetros técnicos da produção de cana-de-açúcar e álcool no âmbito nacional, o autor utilizou uma base de dados menor, elaborada a partir de informações mais consistentes, fornecidas pela Copersucar. Em ambos os cenários, baseados em dados da produção de 2002, foram utilizados como referência a tonelada de cana-de-açúcar.

Tabela 11: Consumo e geração de energia na produção de cana-de-açúcar e etanol

Atividade/ítem	Cenário 1		Cenário 2	
	Kcal/TC		Kcal/TC	
Combustível	19.358		17.817	
Fertilizantes	21.880		21.074	
Equipamentos	6.970		6.970	
Produção de cana	48.208		45.861	
Energia elétrica	-		-	
Produtos químicos e lubrificantes	1.520		1.520	
Edificações	10.280		7.990	
Produção de etanol	11.800		9.510	
Fluxos externos de energia	Consumo	Geração	Consumo	Geração
Agricultura	48.208	-	45.861	-
Indústria	11.800	-	9.510	-
Etanol produzido	-	459.100	-	490.100
Bagaço excedente	-	40.300	-	75.600
Total	60.008	499.400	55.371	565.700
Geração/Consumo	8,32			10,22

Fonte: Macedo (2004).

Pelos dados da tabela 11, nota-se que a relação entre a energia renovável produzida e a energia fóssil consumida na produção de etanol é de 8,3 a 10,2, isto é, a cada unidade de energia fóssil gasta no ciclo de produção do etanol, são obtidas de volta entre 8,3 a 10,2 unidades de energia renovável. Portanto, Macedo (2004) conclui que o balanço energético resultante da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil é ambientalmente positivo e muito superior ao balanço energético do etanol de milho produzido nos Estados Unidos avaliado em 1,34 em 2002.

Goldemberg e Silva (1976 apud ALIER, 1991) elaboraram um estudo similar ao apresentado por Macedo (2004), também demonstrando o balanço energético positivo resultante da produção do etanol brasileiro derivado da cana-de-açúcar para a safra de 1976.

Tabela 12: Balanço energético da produção de etanol no Brasil

Fluxos de energia	Consumo	Geração
Agricultura	4,2	
Indústria	10,8	
Etanol produzido		18,7
Bagaço excedente		17,5
Total	15	36,2
Geração/Consumo	2,41	

Fonte: Goldemberg e Silva, 1976 apud Alier 1991.

O resultado apresentado na tabela 12, mostra que a relação entre a energia renovável produzida e a energia fóssil consumida na produção de etanol é de 2,41. Alier (1991), no entanto, faz uma crítica quanto ao resultado obtido, enumerando alguns aspectos não incluídos no modelo de Goldemberg e Silva, tais como: o custo energético para transportar o etanol até os mercados; a energia necessária para a eliminação e aproveitamento da vinhaça; e o bagaço não utilizado pelas usinas no processo de cogeração de energia para as caldeiras. Alier (1991) enfatiza ainda que com a mecanização do corte e, conseqüentemente, com a maior utilização de máquinas (que consomem quantidades maiores de energia), o balanço energético resultante do ciclo produtivo do etanol tende a ser cada vez menor. Ressalte-se ainda que, apesar do setor sucro-alcooleiro produzir álcool combustível, todas as máquinas agrícolas e caminhões utilizados ainda são movidos a diesel que, além de ser um combustível muito mais poluente do que o álcool, tem o seu preço atrelado ao mercado internacional do petróleo. De acordo com Vian, Burquinst e Filho (2006), muitas usinas estão investindo em alternativas como o desenvolvimento do biodiesel e de equipamentos que permitam a utilização do próprio álcool hidratado nesses motores de alta potência.

Ainda sobre o balanço energético da produção de etanol, merece destaque o uso do bagaço da cana-de-açúcar para a produção de energia. O bagaço é considerado o principal resíduo da cadeia produtiva da cana; originado após a moagem da cana e da extração do caldo, é composto basicamente por celulose, com 40% a 60% de umidade. Estima-se que são produzidos mais de 70 milhões de kg de bagaço anualmente no Brasil, sendo que cerca de 95% desse total é utilizado para a produção de vapor, queimado nas próprias caldeiras, proporcionando às usinas do país uma dependência praticamente zero, durante a safra, de outra fonte externa de energia como, por exemplo, a energia elétrica via distribuidoras (ROSSETO, 2004).

O aproveitamento do bagaço apresenta uma externalidade positiva para o meio, pois substitui a lenha e os combustíveis fósseis como insumos para as caldeiras durante o processo de cogeração. A cogeração é importante, pois alia a utilização sustentável de um resíduo com a necessidade, principalmente do Centro-Sul do Brasil, em ampliar sua geração energética alternativa uma vez que os recursos hidráulicos para esse fim estão praticamente esgotados (PIACENTE, 2005). Além disso, comparando a queima do bagaço com outros combustíveis fósseis, ela é mais limpa gerando menor impacto ambiental, uma vez que praticamente não libera compostos com bases de enxofre como SO_2 ou SO_3 (ROSSETO, 2004).

O bagaço pode ainda ser utilizado como alimentação para os animais, na produção de celulose, como fertilizante agrícola e como matéria-prima para a produção de álcool (as fibras representadas pela celulose são hidrolisadas e a seguir é feita a fermentação alcoólica).

Não foram encontrados estudos que apontassem aspectos negativos referentes ao uso do bagaço da cana-de-açúcar brasileira. Assim, pode-se concluir que as usinas reaproveitam este resíduo de forma eficiente, uma vez que a sua queima substitui a lenha e os combustíveis fósseis como insumos para as caldeiras geradoras de vapor durante o processo de cogeração.

Macedo (2004) também analisou a emissão dos gases causadores do efeito estufa durante o ciclo de vida do etanol. Para isto, considerou o uso de óleo diesel para as operações agrícolas, colheita e transporte, e de óleo combustível para a produção de insumos e para a energia embutida em equipamentos, prédio e instalações.

Tabela 13: Emissões de GEE no ciclo de vida do etanol

Emissões no ciclo de vida do etanol		
Emissões	Cenário 1	Cenário 2
	Kg CO ₂ eq/TC	
Combustíveis fósseis	19,20	17,70
Metano e N ₂ O (queima da palha)	9,00	9,00
N ₂ O do solo	6,30	6,30
Total de emissões	34,50	33,00
Emissões evitadas		
Uso do bagaço excedente	12,50	23,30
Uso do etanol	242,50* ; 169,40**	259,00* ; 180,80**
Total das emissões evitadas	255,00* ; 181,90**	282,30* ; 204,10**
Emissões líquidas evitadas	220,50* ; 147,40**	249,30* ; 171,20**

*anidro

**hidratado

Fonte: Macedo (2004).

As emissões evitadas com o uso de etanol como combustível correspondem a: 2,82 kg CO₂/litro de etanol anidro e 1,97 kg CO₂/litro de etanol hidratado. Já a média ponderada adotada para a produção de cana-de-açúcar no Brasil foi de 86 litros de anidro/TC e 91,8 litros de hidratado/TC. Assim, ao se multiplicar a quantidade evitada de CO₂ por litro de etanol usado na cultura da cana-de-açúcar pela média ponderada adotada, chegou-se as emissões evitadas, apresentados na tabela 13.

Macedo (1997) apresentou também evidências de que a substituição da gasolina pelo etanol combustível e a utilização de bagaço para a geração de energia elétrica reduz os níveis de emissão de CO₂ na atmosfera. Tomando como base que 1 litro de etanol hidratado substitui 0,8 litro de gasolina e que 1 litro de etanol anidro substitui 1,04 litro de gasolina, chegou-se ao resultado apresentado na tabela 14.

Tabela 14: Redução da emissão de CO₂ pela utilização de álcool, em 1996

Tipos de Álcool	Medido como Carbono		
	Produção (10 ⁶ m ³ /ano)	Gasolina substituída (10 ⁶ m ³ /ano)	Redução da emissão de C (10 ⁶ ton/ano)
Álcool Anidro	4,27	4,44	3,37
Álcool Hidratado	9,47	7,58	5,76
Total	13,74		9,13

Fonte: Macedo (1997).

1 C= 3,659 CO₂

Nota-se que o uso final do etanol como combustível apresentou uma redução nas emissões de gases correspondente a 9,13 milhões de toneladas/ano de carbono, o que significa 33,407 milhões toneladas/ano de CO₂.

Em suma, os estudos apresentados por Macedo (2004, 1997) ressaltam as vantagens ou benefícios gerados pela produção e consumo de etanol, demonstrando o balanço energético positivo resultante do seu ciclo produtivo e as emissões de CO₂ evitadas com a substituição da gasolina pelo etanol combustível. No entanto, os dados e análises que constam em Macedo (2004, 1997) desconsideram os riscos ambientais decorrentes da queima da palha da cana, cujo um dos principais gases resultantes é o CO₂.

A queima da cana antes da colheita é uma prática polêmica, porém comum para facilitar o corte e a limpeza do terreno, além de aumentar o teor percentual de sacarose (devido à evaporação de água causada pelo calor da queima). Esta atividade contribui também para uma redução da mão-de-obra e conseqüentemente dos custos de produção. Adotada na década de 1960, em meio ao processo de elevação da capacidade produtiva das usinas, proporcionou um aumento na produtividade do trabalho de 2,5 toneladas/dia para 4 toneladas/dia. Entretanto, se por um lado as queimadas facilitam o corte manual e aumentam a produtividade, por outro, podem trazer sérios problemas à saúde da população e contribuir para o aumento da temperatura terrestre, dada a alta concentração de carbono entre os gases resultantes. Estima-se que mais de 75% das emissões brasileiras de gases geradores do efeito estufa são causadas pelas queimadas e

pelo desmatamento (MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-, 2007, em entrevista a DUFEY, PRESSER e TOGEIRO, 2007).

Esta atividade destrói também a matéria orgânica do solo, elimina insetos úteis no combate de pragas e libera monóxido de carbono, que é altamente tóxico (SZMRECSÁNYI, 1994).

As queimadas aumentam a temperatura e diminuem a umidade natural dos solos, levando a uma maior compactação e aumenta a perda da porosidade dos mesmos, além de gerar uma polimerização de suas substâncias húmicas, bem como perdas de nutrientes, seja para a atmosfera (via combustão), seja para as águas (por posterior lavagem e lixiviação). (SZMRECSÁNYI, 1994, p.74)

Segundo Arbex (2004), a queima de biomassa gera material particulado, constituído por cerca de 94% de partículas finas e ultrafinas, é o poluente que apresenta maior toxicidade. Estas partículas são capazes de atingir as porções mais profundas do sistema respiratório do ser humano. Além disso, os estudos de Turn et al. (1997 apud ARBEX, 2004) mostraram que estes poluentes podem deslocar do local originário e se transportar até longas distâncias, aumentando o potencial de impactos negativos sobre a qualidade do ar e sobre a saúde os indivíduos.

Um estudo realizado em 1995 para a região de Araraquara³³, um dos principais municípios produtores de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar a associação entre o material particulado coletado durante a queima de plantações de cana-de-açúcar e um indicador de morbidade respiratória, encontrou uma associação positiva entre o número de terapias inalatórias e o peso do sedimento³⁴. “Esses resultados indicam que a queima das plantações de cana-de-açúcar pode causar efeitos deletérios à saúde da população exposta” (ARBEX, 2004, p.171).

De acordo com o estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Antuérpia, na Bélgica, e do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP), os particulados liberados pelas queimadas contêm compostos químicos conhecidos como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs - sigla em inglês). A presença desses compostos químicos no ar, mesmo em concentrações reduzidas, podem agravar os problemas respiratórios, sendo que alguns deles são potencialmente

³³ A região de Araraquara é responsável por cerca de 8% a 10% da produção total de cana-de-açúcar do estado de São Paulo (UNICA, 2007c).

³⁴ O sedimento foi utilizado como medida do material particulado gerado pela queima da cana-de-açúcar. “Um aumento de 10 mg esteve associado a um risco relativo de terapia inalatória de 1,09” (ARBEX, 2004, p.171). Nos dias mais poluídos este risco foi de 1,20.

cancerígenos (FAPESP, 2004). O estudo elaborado por Ana Flávia Godoi e complementado por Ricardo Godoi foi coordenado por René Van Grieken (Antuérpia) e por Mary de Marchi (UNESP).

Estudos experimentais realizados também para a região de Araraquara por Andrade (2004), com base na análise da concentração desses compostos (amostra contendo 17 tipos de HPAs), demonstraram que durante o período de safras a massa de material particulado na atmosfera é bem maior do que a massa obtida no período de entressafras³⁵. Outro resultado importante, obtido por esses estudos experimentais, refere-se à capacidade de reação desses compostos com certos poluentes atmosféricos. “Os produtos destas reações são, em alguns casos, mais tóxicos que os HPAs de origem” (RÉ-POPPI, 2000 apud ANDRADE, 2004, p.42). Identificou-se que no período de safra o material particulado amostrado apresenta mutagenicidade superior quando comparado com o período de entressafra:

Utilizando-se as relações entre as concentrações de HPAs e comparando-as com valores preconizados na literatura como característicos de algumas fontes, como queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) e de madeira, verificou-se que os valores obtidos para as amostras da safra não são característicos de nenhuma das fontes citadas na literatura, o que pode sugerir que sejam relações características da queima da cana-de-açúcar. (ANDRADE, 2004, p.103)

Além dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPAs, presentes na fuligem resultante das queimadas da cana-de-açúcar, outros compostos e gases – que são apresentados na tabela 15 -, contribuem para a poluição atmosférica.

Tabela 15: Gases emitidos na queima da cana-de-açúcar (safra 2000/01)

Gases liberados	Unidade (milhões de toneladas)	Brasil	São Paulo
Carbono total	C	48,83	31,93
Nitrogênio total	N	1,27	0,83
CO	C	6,83	4,46
CH ₄	C	0,32	0,21
N ₂ O	N	0,01	0,01
NOX	N	0,52	0,32

Fonte: FIESP, 2001 apud Piacente (2005).

O óxido de carbono (CO), resultante da queima da palha é um gás altamente tóxico e ao retirar oxigênio de compostos industriais forma o dióxido de carbono (CO₂).

³⁵ Na época da colheita, a queima da cana impregna o ar de Araraquara, que se torna similar ao ar da cidade de São Paulo nos piores dias de poluição, com material particulado (ANDRADE, 2000 apud INNOCENTINI, 2006).

Como já visto, o CO₂ em excesso na atmosfera impede a saída do calor, provocando o aquecimento global. Além de emitir gás carbônico, a queima da cana libera ozônio, um gás altamente poluente que não se dissipa facilmente e que, em baixa altitude, prejudica o crescimento de plantas e o desenvolvimento de seres vivos (SZMRECSÁNYI, 1994).

A mecanização da lavoura canavieira e a extinção progressiva da queima da palha da cana-de-açúcar são apontados como processos que poderiam amenizar os impactos ambientais provenientes da atividade canavieira, ainda que com possíveis perdas sociais causadas pela redução do emprego de mão-de-obra no setor.

O processo de mecanização acentuou-se durante a implantação do Proálcool, na década de 1970, quando o carregamento da cana cortada, realizado de forma manual, foi substituído por máquinas. Na época, essa mudança no modo produtivo resultou na substituição de 16 trabalhadores por cada caminhão utilizado no transporte da cana.

Em relação a mecanização do corte da cana, estima-se que uma colheitadeira moderna possa substituir até 100 trabalhadores, sendo possível em aproximadamente 50% das áreas do Nordeste e em 80% das demais áreas de produção de cana. Diante deste cenário, a redução seria de 52% a 64% de todos os postos de trabalho gerados na produção de cana (MACEDO et al, 2005).

O fim progressivo da queimada da palha da cana-de-açúcar está previsto tanto na Legislação Federal como na Legislação Estadual de São Paulo. O que diferencia uma da outra é que enquanto o Decreto Federal estabelece o fim da queima da cana exclusivamente em áreas passíveis de mecanização, a Lei de São Paulo impõe a eliminação tanto em áreas mecanizáveis como não mecanizáveis, mas com prazos diferenciados para cada uma (para as áreas de alta declividade até 2031 e para as áreas mecanizáveis até 2021). O governo de São Paulo e a UNICA assinaram, em junho de 2007, um protocolo de cooperação, reduzindo estes prazos. De acordo com o documento, as queimadas nas áreas mecanizáveis devem ser extintas até 2014 e no caso das áreas em que não é possível a mecanização, o prazo se estenderá até 2017. Como incentivo, as empresas que se adaptarem ao protocolo receberão um certificado de adequação ambiental, emitido pelo estado e pela UNICA. Entre as melhorias proporcionadas com o fim das queimadas, pode-se citar:

- Promoção do equilíbrio ecológico ambiental;
- Melhoria da qualidade tecnológica-industrial da cana-de-açúcar;
- Melhor conservação do solo, devido à palha deixada no campo;

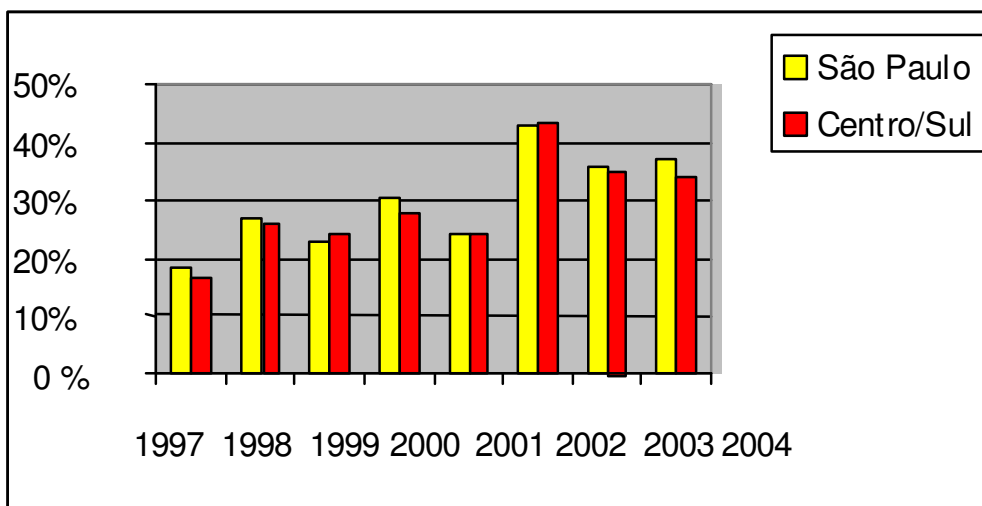
- Controle das ervas daninhas pela palha, com redução do uso de herbicidas;
- Volume maior de bagaço e palha, por não haver queimada, possibilitando um maior aproveitamento desses resíduos para fins energéticos (GONÇALVES, 2002).

Além da questão do desemprego, a UNICA (2007b) levanta quatro problemas relacionados à mecanização do corte da cana-de-açúcar:

- A indústria brasileira não está preparada para atender a demanda;
- Será necessário escolher variedades de cana apropriadas para a colheita mecânica;
- Haverá queda na produtividade, pois a colheita feita por máquina não permite o corte da cana rente ao chão, como é feito na colheita manual (calcula-se que sobrarão entre 5 a 10 centímetros do pé da cana);
- Sem as queimadas, que agem como inibidor de pragas, algumas espécies tendem a se proliferarem.

O gráfico 8 mostra a evolução da colheita mecanizada na região Centro/Sul, comparando com a evolução ocorrida em São Paulo, principal estado produtor. Enquanto que mais de 30% da colheita da cana-de-açúcar ocorre de forma mecanizada nesta região, no Nordeste este percentual não passa de 10%.

Gráfico 8: Evolução da colheita mecanizada no Centro/Sul



Fonte: Macedo et al, (2005).

Um outro aspecto que também é ressaltado por pesquisadores especializados no tema impactos da queima da palha da cana-de-açúcar é que mesmo havendo eliminação

parcial das queimadas, a herança dos compostos poluidores atmosféricos contidos na fuligem permanecerá por algum tempo presente nos recursos naturais contaminados³⁶.

3.2.1.2 Os impactos no suprimento e qualidade da água

Diante da eminente escassez de água, o planejamento e a gestão eficiente dos recursos hídricos é de fundamental importância. O Brasil é considerado um país privilegiado, pois possui 12% da água doce corrente no mundo, consumindo cerca de 59% deste total nas atividades agrícolas (TUNDISI, 2003 apud INNOCENTINI, 2006), porém a sua distribuição geográfica é desigual. Nas regiões mais industrializadas e, conseqüentemente, mais habitadas, como São Paulo, que demandam quantidades maiores, a disponibilidade de recursos hídricos é menor (PIACENTE, 2006).

A cultura de cana-de-açúcar praticamente não é irrigada, porém a demanda por água na etapa industrial, diferentemente da etapa agrícola, é alta. Na década de 1990 a participação do setor sucro-alcooleiro na captação de água era de cerca de 13% da demanda do estado de São Paulo e cerca de 43% do setor industrial (ROSSETO, 2004).

Na usina a água é utilizada para a lavagem das caldeiras e das instalações em geral, na geração de vapor, no resfriamento de gases, nas colunas barométricas dos cristalizadores, na filtração, na incorporação ao produto final, no caso do álcool hidratado, entre outros. Além disso, há elevado consumo de água durante o processo fermentativo do caldo da cana, pois os microorganismos só trabalham em solução diluída. Ainda deste processo resultam grandes volumes de vinhaça, que apesar de não ser tóxica, tem elevado DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), o que pode impactar drasticamente na vida aquática (CORAZZA, 2004).

Segundo Macedo et al (2005), a reutilização da água no setor tem aumentado consideravelmente, ressaltando ainda que não há, em São Paulo, problemas ambientais com a qualidade da água decorrentes de irrigação e uso industrial. Enfatiza ainda que uma pesquisa realizada em usinas na região Centro/Sul, com moagem total de 695 mil toneladas de cana, aponta que o consumo médio foi de 1,23 m³ água/tonelada de cana e que os níveis de captação reduziram de 5 m³/tonelada de cana captados em 1990 e 1997 para 1,83 m³/toneladas de cana em 2004.

³⁶ Prof. Mary Rosa, do Instituto de Química – UNESP/Araraquara em entrevista concedida.

Quanto aos efluentes e sua carga orgânica, Macedo et al (2005) argumentam que um levantamento feito em 1995 em 34 usinas indicou uma carga orgânica de 0,199 kg DBO/tonelada de cana. Isto representa uma eficiência de 98,4% se comparada com estimativas de potencial poluidor na mesma época e que a disposição desta matéria orgânica é utilizada no processo de fertirrigação, apresentando assim vantagens econômicas e ambientais. Enfatizam ainda que em relação aos problemas ambientais, decorrentes de irrigação e uso industrial, a EMBRAPA classifica, para o estado de São Paulo, a cana no nível 1, o que significa que não apresenta dano algum à qualidade da água.

Do ponto de vista econômico e ambiental, o setor realmente tem se mostrado eficiente quanto à disposição adequada dos efluentes líquidos e resíduos como o vinhoto e a água resultante da lavagem, que ocorre quase que totalmente no próprio sistema produtivo da cana. Entretanto, o uso de agrotóxicos (herbicidas) no campo ainda ameaça os recursos hídricos através da poluição dos corpos d'água (GONÇALVES, 2007 em entrevista a DUFEY, PRESSER e TOGEIRO, 2007).

A infiltração do vinhoto na água subterrânea indisponibiliza sua potabilidade, pois transfere para o lençol freático altas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica. Além disso, como as águas residuárias da atividade industrial apresentam alto potencial poluidor, mesmo sendo depositadas no próprio sistema produtivo, as usinas devem instalar sistemas de tratamento desse efluente antes do descarte em mananciais ou lavouras (PIACENTE, 2005).

Os possíveis danos provocados ao meio ambiente e a saúde da população devido ao uso de fertilizantes e agrotóxicos na cultura da cana-de-açúcar serão abordados no item 3.3.1. 4.

Cabe acrescentar que os compostos poliaromáticos, presentes na fuligem resultante da queima da cana-de-açúcar, além de contribuir para a poluição atmosférica podem também contaminar os recursos hídricos. Pesquisa experimental realizada por Innocentini (2006) com amostras de água potável da região de Araraquara detectou que durante o período de entressafra não foram quantificados nenhum tipo de HPA na amostra analisada, já na época da safra, foi detectada a presença de um HPA³⁷. Andrade (2004) já

³⁷ Apesar dos possíveis problemas de contaminação do meio e da população, tanto no Brasil como em outros países, a legislação para água potável ainda não fixa limites para o HPA (fenatreno) encontrado na amostra realizada com água potável da região de Araraquara (INNOCENTINI, 2006).

havia identificado, anteriormente, a existência desse composto em material particulado, durante estudos experimentais realizados para a mesma região.

3.2.1.3 A ocupação do solo: a expansão para novas áreas e a perda da biodiversidade

Uma das maiores preocupações com a expansão da produção de etanol está relacionada à expansão da fronteira agrícola e à conversão de florestas. No Brasil, a expansão na área cultivada para o plantio de cana-de-açúcar em regiões tropicais poderia levar à destruição de florestas e ilhas, com perda da biodiversidade e destruição de *habitats* naturais.

A agricultura utiliza hoje cerca de 7% dos 850 milhões de hectares da superfície brasileira, enquanto as pastagens ocupam cerca de 35% e as florestas 55%; o percentual correspondente à cultura de cana é de 0,6%, sendo 0,03% para o etanol. Estima-se que exista pelo menos 12% de áreas aptas para a expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Projeções recentes indicam que para atender a demanda externa e interna nos próximos anos, será necessário expandir a área plantada de cana-de-açúcar para cerca de 3 a 4 milhões de hectares (UNICA, 2007b).

O aumento da produção do setor está realmente relacionado à incorporação de novas áreas. Para que a produção de cana crescesse 27,7% entre as safras 2000/2001 e 2005/2006, por exemplo, a área colhida teve que crescer 18,5% (ORTIZ e RODRIGUES, 2006).

O confronto de opiniões sobre a expansão da cultura sucro-alcooleira brasileira é baseado em duas visões distintas. Enquanto a UNICA e o MAPA argumentam que as áreas potenciais para o plantio não comprometem o meio ambiente, o MMA evidencia os riscos ambientais decorrentes deste crescimento desordenado, apontando uma possível concorrência entre as áreas aptas para o plantio e as áreas consideradas importantes para a conservação ambiental.

A UNICA (2007b) afirma que a expansão da produção de cana-de-açúcar vem ocorrendo em áreas de pastagens degradadas, não abrangendo as áreas florestais e nem concorrendo com as áreas para a plantação de culturas alimentares. O MMA, no entanto, ressalta que a expansão da cultura para as áreas de pastagens tem um impacto ambiental negativo maior do que se fosse estendida para as áreas florestais. Isto porque, apesar dos

problemas apontados com a expansão da cana-de-açúcar para as áreas florestais, estas áreas possuem um grau de preservação bem maior do que as áreas já degradadas, dado que a cana necessita de um “stress hídrico” para produzir açúcar, a expansão para as regiões de cerrado e caatinga seriam pior. No entanto, como a Amazônia é conhecida internacionalmente, o setor faz o seu marketing ambiental externo, excluindo esta região das áreas aptas para a expansão da plantação da cana.

O MAPA (2005), também em defesa do agronegócio, aponta que existem no Brasil 90 milhões de hectares já degradados, aptos para a produção de cana-de-açúcar. No entanto, representantes do MMA advertem que desconhecem a existência de tais áreas e que há mais de três anos tem questionado o MAPA sobre a origem e identificação desses dados, porém, não obtiveram retorno sobre os questionamentos apresentados. Enfatiza que caso estas áreas existam, provavelmente estejam fragmentadas aleatoriamente, não atendendo às questões para empreendimentos integrados. Alega ainda que a expansão do setor está sendo planejada com base em variáveis primárias, relacionadas essencialmente à aptidão agrícola, não considerando as questões ambientais. (DUFÉY, PRESSER e TOGEIRO 2007).

Macedo et al (2005) afirmam que entre 1992 e 2003, 94% da expansão da produção de cana, no Centro/Sul, ocorreu quase que totalmente nas unidades existentes e que atualmente não se projeta expansão em áreas florestais ou biomas protegidos, mesmo porque a Legislação Ambiental vigente não permite.

Segundo a Legislação Ambiental Brasileira existem três tipos de áreas de vegetação natural que devem ser protegidas por lei: Áreas de Proteção Permanente (APPs), áreas de Reserva Legal (ARLs) e Unidades de Conservação (UC). A grande expansão dos canaviais nas épocas de prosperidade do setor levou ao desmatamento de muitas APPs, que compreendem o conjunto de matas ciliares, matas de encostas, cabeceiras de rios e nascentes. Apesar da existência de projetos públicos e privados que visam à recuperação destas áreas, a recomposição é demorada, pois a devastação foi imensa nas últimas décadas (ALVES et al, 2003 apud VIAN, MORAES e GONÇALVES, 2006). Em depoimentos colhidos em pesquisas realizadas por Gonçalves (2005) a recomposição das matas ciliares no estado de São Paulo não é realizada de forma homogênea, pois enquanto alguns usineiros estão realizando o repovoamento destas áreas, a maioria adota o “método natural”, isto é, abandonam a área para que ela se regenere naturalmente. Vale ressaltar que a maioria é realizada por pressão legal-institucional e não por iniciativa própria.

No que se refere às áreas de reserva no estado de São Paulo, a Legislação obriga que 20% da propriedade agrícola seja destinada para reservas de biodiversidade (Reserva Legal), porém pesquisas de campo realizadas no estado, em 2003, não identificaram nenhuma área produtiva que mantivesse áreas de Reserva Legal nas terras cultivadas (GONÇALVES, 2005). A UNICA (2007b), entretanto, informa que, no estado de São Paulo, as APPs relativas às matas ciliares atingem 8,1% da área ocupada pela plantação de cana; destes, 3,4% correspondem a mata natural e 0,8% a reflorestamentos realizados por empresários do setor. De acordo com estudos da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), apontados em entrevista concedida pelo Ministério do Meio Ambiente, se estas matas fossem mantidas, seguindo a determinação legislativa, seria possível reduzir em até 97% o sedimento carregado³⁸, 94% do fósforo e 42% do potássio dissolvidos (DUFÉY, PRESSER e TOGEIRO, 2007).

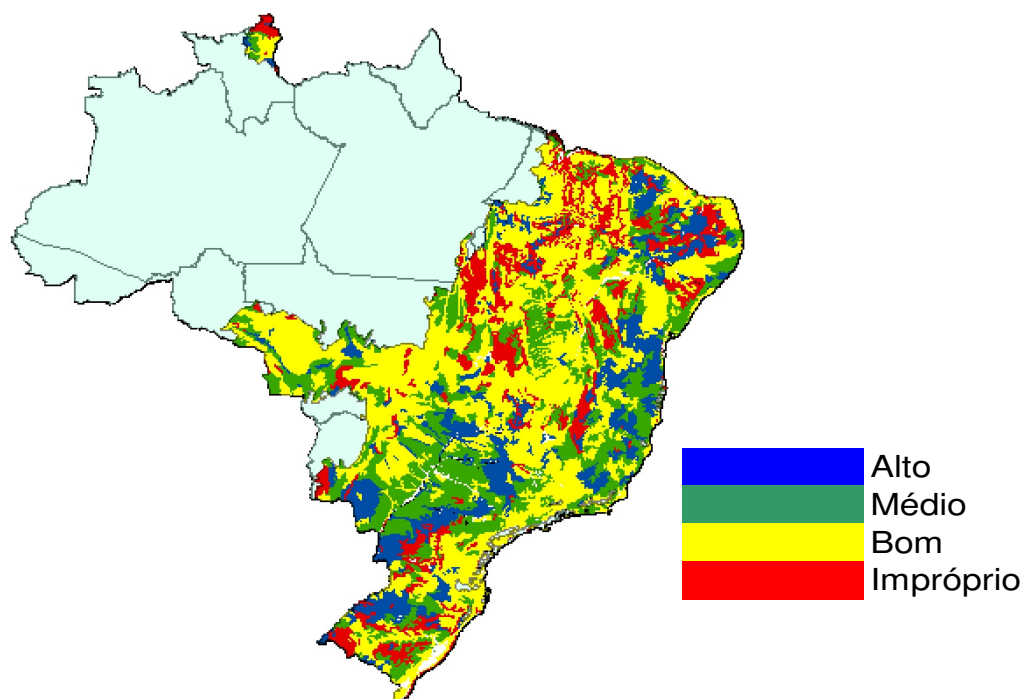
Apesar do Brasil dispor de grandes extensões de terra, existem conflitos entre o mapa traçado para o setor pelo Ministério da Agricultura e as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, de unidades de conservação já existentes e de áreas restritas, como terras indígenas e reservas militares. Isto pode ser observado nos estudos encomendados pelo Ministério do Meio Ambiente, os quais apontam que a região do cerrado brasileiro deverá ser o bioma mais impactado pela expansão da plantação de cana-de-açúcar para a produção de etanol nos próximos anos. O estudo conclui que dos 2 milhões de quilômetros quadrados, correspondentes a esta formação vegetal, 19,7% são considerados de extrema importância biológica e 70% correspondem a áreas onde a cana encontra condições ideais de cultivo. Considerando critérios como espécies ameaçadas de extinção, vegetação nativa e nascentes (ainda não protegidas por unidades de conservação), das 294 regiões identificadas no cerrado, 166 são de extrema importância biológica (INSTITUTO CIÊNCIA HOJE, 2007).

Cortez (2006) apresenta um mapa com a identificação das áreas ideais para o cultivo da cana-de-açúcar, classificando-as de acordo com o potencial do solo: alto, médio, bom e impróprio. Para isto, considerou aspectos como condições climáticas, qualidade do solo e declividade do terreno e excluiu a região amazônica, o pantanal e as áreas com declividades superiores a 12%. Ao cruzar esse mapa, mostrado na figura 2, com o mapa apresentado na figura 3, em que se identificam as áreas prioritárias para a conservação do bioma brasileiro, pesquisadores da organização não governamental, Conservação

³⁸ Detrito rochoso resultante da erosão, que é arrastado pela água ou vento.

Internacional, evidenciaram os riscos que a expansão desordenada do setor sucro-alcooleiro poderá provocar ao cerrado.

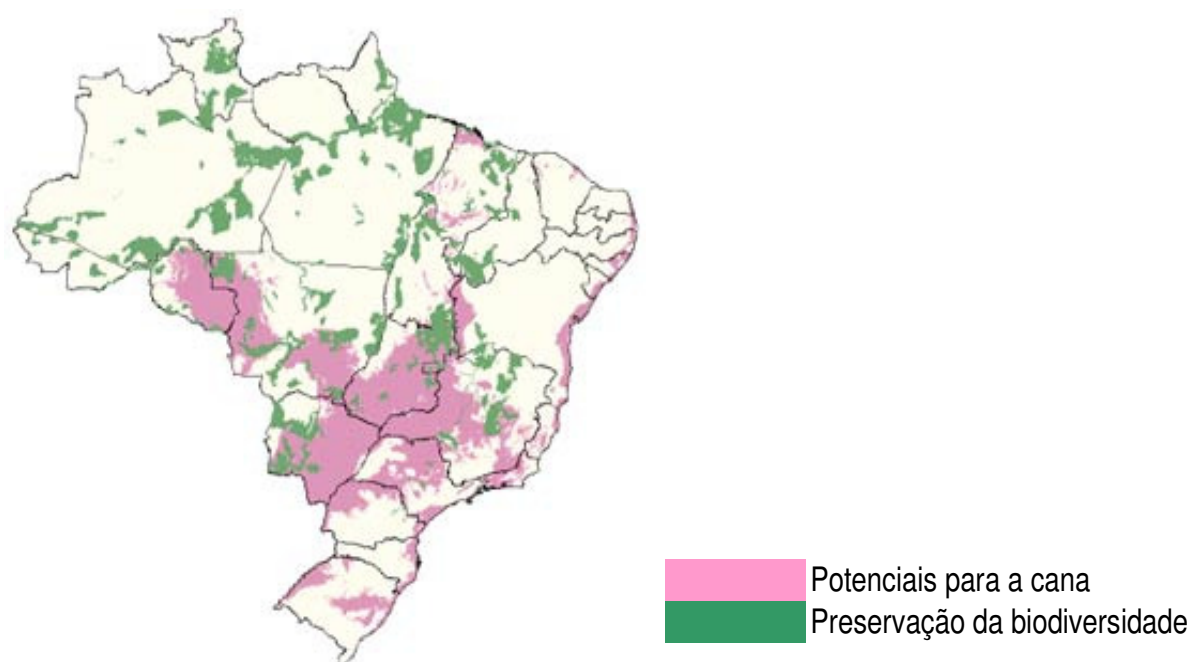
Figura 2: Áreas aptas para a produção de cana-de-açúcar



Fonte: Cortez (2006).

Na figura 3, comparando as áreas apontadas com potencial para a produção de cana-de-açúcar (em rosa) com as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, de importância extremamente alta (em verde) para o bioma brasileiro, é possível notar o risco que a expansão da cana-de-açúcar representa para o cerrado. As regiões mais afetadas seriam: o Triângulo Mineiro, todo o estado de Goiás, o entorno do Pantanal, no Mato Grosso do Sul, as cabeceiras dos rios Xingu e Araguaia, na porção oeste do Mato Grosso, o sul do Piauí e do Maranhão e o norte de Tocantins.

Figura 3: Avanço da plantação de cana para região do cerrado



Fonte: Conservação Internacional, 2007 apud Instituto Ciência Hoje (2007).

Como visto, a expansão da produção de etanol requer o avanço da produção de cana-de-açúcar para novas áreas, podendo haver concorrência com as áreas de preservação ambiental e também com outras culturas alimentares. Isto, a médio e longo prazo, poderá afetar o preço das *commodities* agrícolas. Este fato já é observado nos Estados Unidos, onde o milho, principal matéria-prima utilizada para a produção de etanol, vem apresentando aumentos de preço. Entre setembro de 2006 e janeiro de 2007 o produto teve um aumento de 61%. Quanto à substituição das áreas, as projeções apontam que culturas como a soja e o algodão terão queda na superfície plantada (UN-ENERGY, 2007). No Brasil, as preocupações com o avanço das plantações de cana-de-açúcar para as áreas de cultivo agrícola se concentram nas possibilidades de perda de espaço de culturas, como a soja e o milho, especialmente nos estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná e Minas Gerais.

3.2.1.4 O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas

A utilização de fertilizantes na agricultura brasileira, apesar de ser relativamente baixa, pode apresentar riscos aos recursos naturais. Na cultura da cana, a proporção é inferior comparativamente às culturas como algodão, café ou laranja. Quanto

ao uso de defensivos agrícolas para o combate às pragas, às doenças da cana-de-açúcar e às ervas daninhas, este envolve a utilização de altas quantidades de herbicidas, superior às utilizadas em culturas como café ou milho.

A aplicação eficiente dos próprios resíduos, em especial da vinhaça e da torta de filtro, como fertilizantes, segundo a UNICA (2007b) apresenta duas vantagens ambientais: possibilita diminuir consideravelmente o uso de adubos sintéticos e evita que estes efluentes sejam depositados diretamente em corpos d'água. Estima-se que a vinhaça³⁹, em função do fornecimento de potássio, de nitrogênio e de água aplicados ao solo, seja responsável por economizar cerca de US\$ 75 por hectare (ROSSETO, 2004).

O despejo da vinhaça nos cursos d'água é preocupante, pois além de provocar mau cheiro e contribuir para o agravamento de endemias como a malária, a amebíase e a esquistossomose⁴⁰, a sua carga orgânica causa a proliferação de microorganismos que esgotam o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e a fauna aquáticas e dificultando o aproveitamento dos mananciais contaminados como fonte de abastecimento de água potável. Esta atividade foi proibida definitivamente pela Portaria do Ministério do Interior nº 323 de 29 de novembro de 1978. A proibição foi mantida através de uma nova Portaria do Ministério do Interior, nº 158, de 3 de novembro de 1980, que acrescentou as seguintes ressalvas:

Item III – “As destilarias que, comprovadamente, não possuam áreas para aplicação ou disposição do vinhoto, poderão adotar os mesmos critérios estabelecidos para o lançamento dos demais efluentes líquidos industriais, desde que autorizadas formalmente pelos respectivos órgãos estaduais de controle do meio ambiente e pela Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA”.

Item IV – “A autorização prevista no item anterior será concedida a título precário, após análise da documentação hábil encaminhada pela destilaria interessada, até que sejam definidas as condições tecnicamente viáveis para tratamento ou aproveitamento do vinhoto, aplicáveis a cada caso” (LOURENCETTI, RIBEIRO E QUEDA, 2006).

O uso de volumes elevados de vinhaça pode também aumentar o nível de potássio no caldo da cana e ainda há controvérsias sobre a salinização do solo.

Se os efeitos da descarga da vinhaça sobre os mananciais de superfície são bastante conhecidos a ponto de não mais suscitar disputas, o

³⁹ A vinhaça ou vinhoto é um resíduo das destilarias, gerada na proporção de 11 a 14 litros para cada litro de álcool destilado. Devido às suas características químicas é resistente a qualquer tipo de tratamento dos usualmente empregados para outros resíduos industriais. Por se tratar de um resíduo altamente poluidor (ácido e corrosivo), seu descarte em rios é proibido por lei (VIAN, MORAES e GONÇALVES, 2006).

⁴⁰ Almeida, 1952 *apud* Szmrecsányi (1994).

mesmo parece não ocorrer com os impactos ambientais de sua disposição no solo. (CORAZZA, 2004, p.13)

Prata et al (2003 apud LOURENCETTI, RIBEIRO e QUEDA, 2006) demonstraram que, temporariamente, os atributos químicos e biológicos dos solos, como pH, carbono orgânico, acidez e atividade e biomassa microbiana podem ser afetados pelo uso da vinhaça. Demonstraram ainda que estas alterações podem interferir diretamente no comportamento dos herbicidas. Cabe acrescentar uma outra preocupação com esta prática, no que se refere ao canal que conduz a vinhaça, pois caso este não esteja completamente revestido, possibilita a infiltração da vinhaça no solo e, conseqüentemente, aumenta os riscos de contaminação dos corpos d'água subterrâneos.

A torta de filtro, outro resíduo resultante da atividade sucro-alcooleira, é um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio, tornando interessante o seu uso como fertilizante. Este resíduo também pode ser utilizado na alimentação animal (ROSSETO, 2004). Na operação de plantio, a torta de filtro é colocada no sulco juntamente com a muda de cana-de-açúcar. “A prática de aplicação da torta de filtro e a sua estocagem devem ser rigorosamente controladas uma vez que esse material possui elevada demanda bioquímica de oxigênio - DBO” (PIACENTE, 2005) - uma fonte potencialmente poluidora que, assim como a vinhaça, causa danos ambientais graves como a contaminação dos cursos d'água e do solo.

Estudos realizados por RAMALHO (2001 apud PIACENTE, 2005) apontam para um aumento na concentração dos teores de metais pesados em solos que tradicionalmente recebem tratamentos culturais à base de torta de filtro e um potencial risco de contaminação do lençol freático, uma vez que esses metais não são absorvidos pela planta. Recomenda-se a utilização desse resíduo na forma de rodízio, evitando a sua concentração durante safras seguidas na mesma área.

No entanto, Macedo et al (2005) reforçam o potencial de reciclagem dos nutrientes com a vinhaça, torta de filtro e palha corresponde a 1.195,1 milhões de toneladas de $N-P_2O_5-K_2O^{41}$, conforme apresentado na tabela 16, alegando que esta prática reduz a utilização de fertilizantes sintéticos durante o processo de adubação do solo, o que apresenta uma vantagem econômica e ambiental.

⁴¹ Fórmula de adubo comercial composta por: Nitrogênio, Fósforo e Potássio. O Nitrogênio quando não é absorvido pela cana é oxidado pelas bactérias, transformando em nitritos e, posteriormente, em nitratos, podendo atingir o solo e a partir daí atingir os rios. A contaminação por nitratos, compostos que não se degradam facilmente no meio em que se encontram, pode causar câncer gástrico, abortos e má formação no feto (CABRAL, 2002 apud INNOCENTINI, 2006).

Tabela 16: Potencial de reciclagem de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar

Subproduto		Torta de Filtro*	Vinhaça**	Palha***	Total
Nutrientes (kg/t)	N	12,5	0,36	3,71	
	P ₂ O ₅	21,8	0,14	0,7	
	K ₂ O	3,2	2,45	6,18	
Produção (1000 t/ano)		4.682	148.940	54.779	
Total disponível (1000 t)		175,58	439,37	580,11	1195,06

Fonte: Macedo et al (2005).

* 12 kg/tonelada de cana;

** Produção de 11 a 14 litros por litro de álcool destilado;

***Futuro: para 4 M ha de área colhida sem queima.

O uso de defensivos agrícolas, de uma forma geral, está associado à possibilidade de contaminação dos solos, dos corpos d'água e dos próprios trabalhadores envolvidos na atividade. Calcula-se que, em alguns casos, somente 0,1% da quantidade de pesticida aplicado atinge o alvo; o restante, 99,9% tem potencial para se mover para outros compartimentos, como, por exemplo, para as águas subterrâneas superficiais (YOUNOS, 2000 apud LOURENCETTI, 2006).

O setor sucro-alcooleiro tem investido em tecnologias para reduzir a utilização dos defensivos agrícolas (pesticidas, fungicidas e herbicidas⁴²) na cultura da cana, entre elas, a modificação genética das plantas para adicionar resistência às doenças e o controle biológico das principais pragas, como a broca e a cigarrinha. Porém ainda persiste o uso de agrotóxicos no solo, no combate das pragas e ervas daninhas, especialmente o uso de herbicidas, substâncias que além de representar risco à saúde do trabalhador, são de fácil infiltração e persistência no solo (o seu tempo de permanência pode chegar a dois anos). A cultura de cana utiliza mais herbicidas do que as culturas do café e do milho, iguala-se à cultura de soja e utiliza um pouco menos que a citricultura (ver tabela 17).

Na tabela 17 pode-se comparar o uso de defensivos agrícolas (herbicidas) nas principais culturas comerciais brasileiras.

⁴² “Pesticidas, agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas e biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas que atacam, lesam ou transmitem enfermidades às plantas, aos animais e ao homem”. (ZAMBRONE et al, 1986 apud LOURENCETTI, 2006, p.31).

Tabela 17: Consumo relativo de herbicidas nas principais culturas comerciais brasileiras (1999-2003)

	Ano	Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho*	Soja*
Produto Comercial (kg/ha)	1999	3,38	2,78	3,23	2,51	4,44
	2000	3,1	3,91	3,28	3,21	5,24
	2001	3,99	5,24	5,8	2,84	4,57
	2002	2,57	4,23	5,53	2,58	4,45
	2003	2,42	4,14	6,69	3,31	4,92
	Média	3,09	4,06	4,91	2,89	4,72
Ingrediente ativo (kg/ha)	1999	1,84	1,52	1,75	1,21	2,01
	2000	1,56	2,17	1,69	1,54	2,33
	2001	2,01	2,77	2,46	1,38	2,09
	2002	1,35	2,22	2,63	1,24	2,05
	2003	1,27	2,29	3,4	1,7	2,5
	Média	1,61	2,19	2,39	1,41	2,20

* Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB apud Macedo et al (2005).

O procedimento para a aplicação de defensivos agrícolas é heterogêneo e o reaproveitamento dos resíduos ainda é feito a critério da empresa ou produtor, sendo que a distribuição, a quantidade aplicada e a composição variam entre as usinas.

Dependendo do tipo de solo, a aplicação dos agrotóxicos⁴³ é realizada de forma manual ou mecanizada. Nos casos de aplicação manual, devido ao contato direto com estes produtos químicos, pode ocasionar problemas à saúde do trabalhador, como problemas gastrintestinais, dermatites e conjuntivites, além da possibilidade de envenenamento por picadas de animais e pelos próprios agrotóxicos (VIAN, MORAES e GONÇALVES, 2006).

Esta forma desordenada na aplicação não somente dos resíduos líquidos, mas também dos agrotóxicos e adubos sintéticos no solo, pode levar a uma contaminação dos lençóis e aquíferos subterrâneos. Como a maior parte dos habitantes dos municípios canavieiros consome água dos rios, cujo tratamento não retém tais substâncias tóxicas, e dos aquíferos subterrâneos, cujas áreas são cobertas por canaviais, o uso de agrotóxicos que pode não parecer perigoso passa a representar um alto risco não só para o ambiente como para a população local (GONÇALVES, 2005).

Embora o Brasil ainda não possua uma política nacional específica para a reutilização dos resíduos da atividade sucro-alcooleira, em 2005 a CETESB, vinculada à

⁴³ A Legislação Brasileira sobre os agrotóxicos está atualizada pela Lei 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto n. 98.816 de 11 de janeiro de 1990. As Portarias da Secretaria de Defesa Agropecuária, IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais) e ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) complementam a legislação.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente, publicou a norma Técnica P4.231, regulamentando os critérios e procedimentos para a aplicação da vinhaça no estado de São Paulo. Entre as suas proposições, determinou:

- A suspensão imediata da prática de armazenamento ou disposição em “áreas de sacrifício” – áreas onde a vinhaça é disposta, como lagoas e valas de infiltração;
- A impermeabilização dos canais para a distribuição da vinhaça;
- Considerando a profundidade e a fertilidade do solo, a concentração de potássio, apresentou uma equação para o cálculo da dosagem a ser aplicada (estabeleceu-se uma dose mínima de potássio de 185 kg/ha, quando sua concentração no solo estiver acima de 5% da capacidade de troca catiônica do próprio solo. Essa dose mínima de 185 kg/ha foi estabelecida em função da extração média anual de potássio pela cultura canavieira);
- O plano de aplicação de vinhaça deverá ser renovado anualmente até a data de dois de abril de cada ano, tornando possível a fiscalização e o acompanhamento pelo órgão competente (CETESB, 2007).

3.2.1.5 A preservação dos solos agrícolas

A lei que regulamenta o uso dos solos agrícolas, Lei nº 6.171, de 04 de julho de 1988 obriga os usuários à manutenção ou melhoramento de sua capacidade produtiva, além de disciplinar a utilização de produtos químicos, físicos ou biológicos que prejudiquem o equilíbrio ecológico do solo agrícola, ou interfiram na qualidade natural da água.

De modo geral, alguns indicadores já analisados, como a prática da queima da cana antes do corte, o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e os impactos do não reaproveitamento eficiente dos efluentes líquidos podem afetar a qualidade dos solos agrícolas, contribuindo para o processo erosivo.

A erosão é considerada a maior causa da degradação das terras agrícolas, podendo ser intensificada pela ação das queimadas, pois estas além de provocar a diminuição da umidade natural dos solos, levando a uma maior compactação, contribuem com a perda de nutrientes naturais para a atmosfera (via combustão da queima da cana) ou para as águas (por posterior lavagem e lixiviação). O uso de defensivos agrícolas ou a disposição de efluentes em áreas produtivas, que arrastam os nutrientes naturais do solo para os corpos d'água também podem intensificar o desgaste do solo agrícola.

A UNICA (2007b) argumenta que, pelo fato da cana expandir-se para áreas mais pobres, que necessitam ser recuperadas, acaba incorporando estes solos “desgastados” à área agricultável brasileira, através da adição de matéria orgânica e fertilização. Sendo assim, a cultura da cana contribui para o “enriquecimento” destas áreas.

As avaliações da perda de solo pela erosão provocada pelas cultura de cana-de-açúcar, comparada a outras culturas, demonstram que, por exemplo, a perda anual provocada pela cana é de 12,4%, enquanto a perda resultante da cultura de soja é de 20,1% (ver tabela 18), mas esse percentual é superior à perda apresentada, por exemplo, por culturas como a batata-doce.

Tabela 18: Perda de solo em cultivos anuais

Cultura anual	Perdas do solo (ton/ha/ano)
Mamona	41,5
Feijão	38,1
Mandioca	33,9
Amendoim	26,7
Arroz	25,1
Algodão	24,8
Soja	20,1
Batatinha	18,4
Cana-de-açúcar	12,4
Milho	12,0
Batata-doce	6,6

Fonte: Macedo et al (2005).

Macedo et al (2005) apontam também que a redução das queimadas tem proporcionado uma maior disposição da palha sobre o solo, cerca de 10 a 15 toneladas de matéria seca por hectare/ano, contribuindo para a redução das práticas adotadas no preparo do solo para a plantação. Aposta ainda que a adoção destas práticas (colheita sem queima e preparo reduzido) deverá nos próximos anos melhorar o nível de conservação do solo.

3.2.2 Os Impactos sociais

O setor sucro-alcooleiro, como já visto, no capítulo 1, emprega aproximadamente um milhão de pessoas, destas 511.000 trabalham na produção agrícola, a maioria no corte de cana. Segundo dados da UNICA cerca de 70% do corte da cana em 2006 no Brasil foi manual. O estado de São Paulo emprega cerca de 120 mil cortadores de

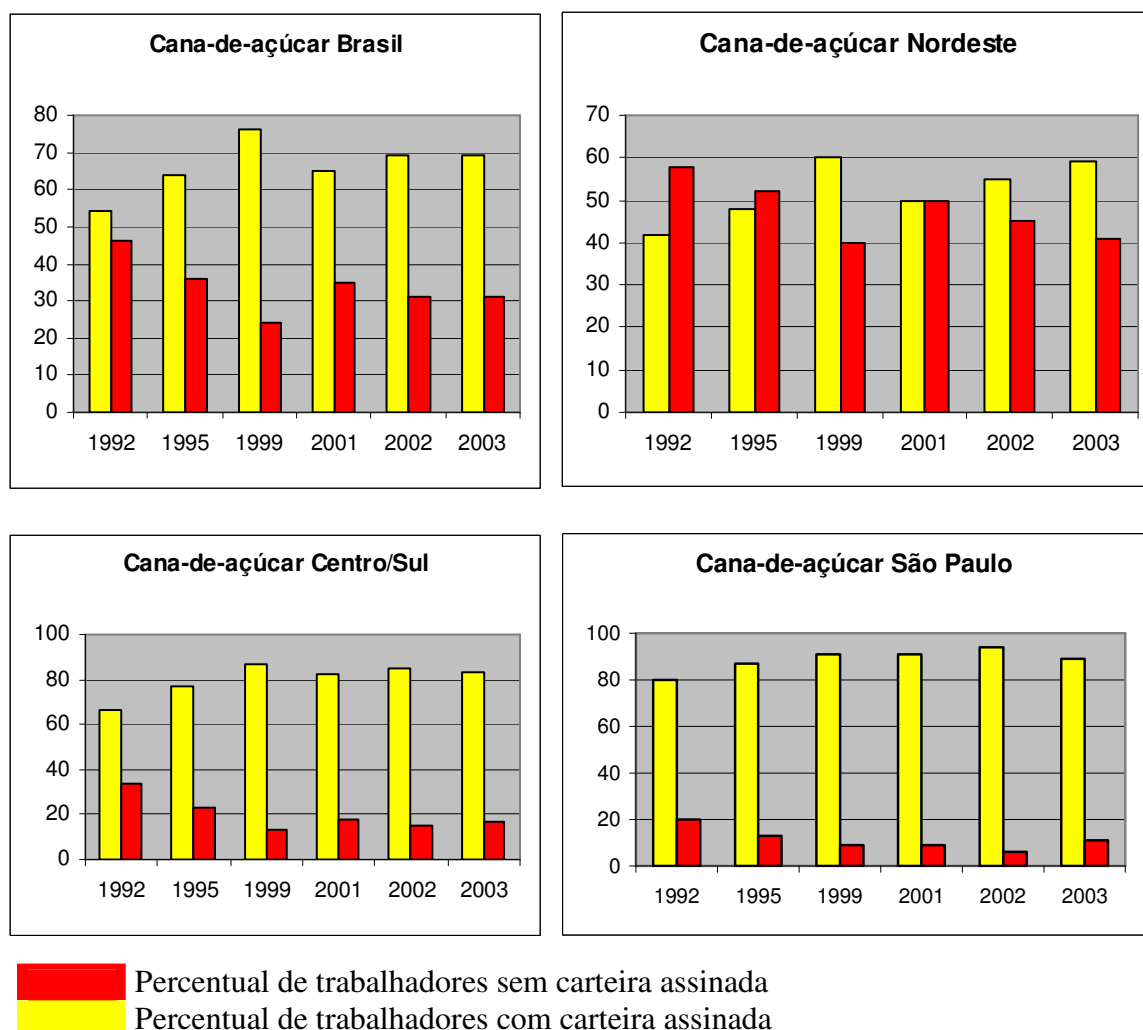
cana, correspondendo a aproximadamente 70% do total de trabalhadores empregados no setor (UNICA, 2007b).

As principais questões referentes aos aspectos sociais negativos apresentados pelo setor sucro-alcooleiro surgem na fase de produção, que além do corte, compreende o plantio, combate de pragas e retirada das sobras dos resíduos. O emprego informal, as condições de trabalho, como a forma de remuneração e as condições de vida serão os indicadores apresentados para analisar os impactos sociais da produção de etanol, isto é, na etapa agrícola.

Emprego Informal: Grande parte dos trabalhadores empregados no cultivo de cana-de-açúcar na região Centro/Sul, que responde por 85% da produção nacional, é proveniente das áreas mais pobres do país: Nordeste e Vale do Jequitinhonha. Segundo dados do IEA, em 2005, dos 242.859 trabalhadores empregados na etapa do cultivo da cana, 40,8% eram não residentes. A opção pelo uso de mão-de-obra migrante e temporária diminui os custos de produção, dado que muitas admissões são feitas sem registro trabalhista, ou por intermédio de contratos ilegais e, além disso, o fato de ser temporários, dificulta o poder de negociação dos trabalhadores locais organizados. Aproximadamente 65% de todos os trabalhadores rurais do setor sucro-alcooleiro não estão organizados em entidades sindicais, que contribui para a crescente tendência do emprego informal e precário (SILVA, 2006a).

A UNICA (2007b), porém, defende que os índices de emprego formal no setor são superiores à média nacional: os dados da PNAD e RAIS 2005 indicam, para a agricultura da cana-de-açúcar, 72,9% de emprego formal no país; no estado de São Paulo, atinge-se 93,8%. Entretanto, a realidade nas regiões Norte/Nordeste é bem diferente, pois apesar de apresentar alguma evolução, o percentual de trabalhadores sem carteira assinada ainda é elevado. No quadro 1, onde é apresentada a evolução da formalização de empregos na agricultura da cana-de-açúcar no Brasil, é possível observar estas discrepâncias regionais. Enquanto, que, em 2003, quase 90% dos trabalhadores empregados na cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo possuíam carteira assinada, este percentual para a região Nordeste foi de apenas 60%.

Quadro 1: Evolução da formalização do emprego no setor sucro-alcooleiro (1992-2003)



Fonte: Moraes, 2004 apud Piacente (2006).

Silva (2006b), no entanto, argumenta que mesmo que os trabalhadores possuam carteira assinada por tempo determinado, isto não impede que sejam sobre-explorados, pois caso não atinjam os níveis de produtividade determinados são ameaçados de demissão.

As condições de trabalho são marcadas pela constante pressão para o aumento da produtividade, já que a forma de pagamento utilizada, em especial para o corte de cana, é baseada na produtividade do trabalhador. Na década de 1980, a média exigida era de 5 a 8 toneladas de cana cortada/dia; em 1990, passou para 8 a 9 toneladas/dia; em 2000 para 10 toneladas/dia e em 2004 para 12 a 15 toneladas/dia (SILVA, 2006b). Como o corte de cana consiste numa atividade repetitiva, um cortador de cana anda em média 4 mil metros

por dia e dispõe de 6 a 10 mil golpes de facão. Segundo Rodrigues e Ortiz (2006), esta atividade reduz, em aproximadamente, 10 anos a expectativa de vida do trabalhador.

Apesar do aumento exigido na produtividade, o salário do trabalhador, nos últimos anos, foi reduzido. Na década de 1980, o piso salarial dos cortadores de cana correspondia a 2,5 salários mínimos, a remuneração básica atual do cortador de cana é cerca de R\$ 410,00, mas como prevalece nos canaviais o modelo de remuneração por produção, o mesmo trabalhador poderá alcançar uma remuneração entre R\$ 900,00 e R\$ 1000,00, desde que consiga cortar volumes de 10 a 20 toneladas de cana ao dia.

A tabela 19 permite comparar tanto o rendimento médio da agricultura canavieira com outras atividades agrícolas, como o grau de escolaridade dos trabalhadores. Nota-se que a cultura da soja apresenta tanto um rendimento como um grau de escolaridade dos trabalhadores superior às demais lavouras comparadas. Macedo et al (2005) admitem que isso é explicado pelo fato da cultura de soja apresentar um processo de automação superior às demais culturas.

Tabela 19: Rendimento e a escolaridade dos trabalhadores nas principais atividades agrícolas brasileiras

		Arroz	Banana	Café	Cana	Citro	Mandioca	Milho	Soja
Brasil	Rendimento (R\$/mês)	317,50	348,20	357,70	446,60	488,50	218,20	213,70	1.044,20
	Escolaridade (anos)	2,30	3,10	3,60	2,90	3,80	1,80	2,30	4,90
Norte/Nordeste	Rendimento (R\$/mês)	190,50	262,40	282,60	283,10	289,80	210,50	133,10	377,70
	Escolaridade (anos)	1,80	2,50	2,30	2,00	1,70	1,60	1,50	4,20
Centro/Sul	Rendimento (R\$/mês)	788,00	466,60	376,20	678,60	565,50	277,80	326,40	1.071,00
	Escolaridade (anos)	4,40	4,00	3,80	4,00	4,60	3,00	3,20	4,90
São Paulo	Rendimento (R\$/mês)	s/ dados	452,40	635,20	797,10	584,30	s/ dados	620,00	863,90
	Escolaridade (anos)	s/ dados	3,90	5,50	4,20	4,80	s/ dados	3,90	5,80

Fonte: Macedo et al (2005).

Os dados apresentados na tabela 19 demonstram que os rendimentos dos trabalhadores da lavoura canavieira no Centro/Sul são superiores aos rendimentos das lavouras de milho e café, mas são inferiores aos da soja. No Nordeste, os rendimentos são maiores se comparados aos rendimentos pagos pelas lavouras de café, arroz, banana, mandioca e milho e são equivalentes aos da citricultura e também inferiores aos da soja.

A busca por melhores salários, incentivada pelo modelo de produção, tem provocado enormes problemas para a saúde do trabalhador, devido ao excesso de trabalho, no corte de cana, levando inclusive à morte.

Entre os anos de 2004 e 2005, a Pastoral do Migrante registrou 13 mortes, ocorridas supostamente em função do desgaste excessivo da força de trabalho (durante audiências públicas, muitos trabalhadores informaram que a jornada de trabalho diária pode chegar a 18 horas). Estas mortes ocorreram durante ou imediatamente após a jornada de trabalho e, apesar dos trabalhadores apresentarem câimbras, tontura, dores de cabeça e, em alguns casos, sangramento nasal, os atestados de óbito registraram parada cardíaca respiratória como principal causa das mortes (SILVA, 2006b). As informações divulgadas no *site* da Pastoral do Migrante, em julho de 2007, elevam para 18 o número de mortes por excesso de trabalho na atividade canavieira.

Diante destas denúncias, a UNICA (2007b) assume uma posição de defesa do setor, informando que não há condições impróprias de trabalho na produção de açúcar e álcool, uma vez que não há cerceamento de liberdade dos trabalhadores. A entidade afirma ainda dispor de um histórico de cumprimento rigoroso da lei, seguindo as determinações da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Legislação Penal Brasileira. Ressalta ainda que o Ministério do Trabalho e Emprego não indica o setor como um segmento que utiliza mão-de-obra em condições “análogas às do trabalho escravo”. No entanto, de acordo com a OIT, o setor sucro-alcooleiro responde por 3% dos registros de trabalho escravo no Brasil. Os responsáveis são descritos, em geral, como latifundiários, alguns dispendo de alta tecnologia e atuando no mercado externo. Silva (2006b) aponta que em 2006 o Ministério Público do Trabalho realizou várias audiências com o intuito de discutir o fim do trabalho por produção e o cumprimento da NR31⁴⁴ que dita as normas para o ambiente de trabalho.

Outro indicador qualitativo utilizado neste estudo visa avaliar as condições de moradia dos trabalhadores inseridos na atividade do corte da cana. Sobre este aspecto, procura-se apresentar as condições dos alojamentos em que vivem, mantidos muitas vezes pelas usinas ou em alguns casos, alugados pelos próprios trabalhadores⁴⁵.

O relatório abaixo apresentado pela Promotoria Pública e da Plataforma DHESC (Direitos Humanos Econômicos, Sociais e Culturais), descreve as condições de

⁴⁴ A NR31 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho, na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura regulamenta os direitos e deveres inerentes aos empregadores e empregados rurais.

⁴⁵ O aluguel pago pelos trabalhadores varia entre R\$ 50,00 e R\$ 100,00 por pessoa; a maioria das casas está localizada em favelas ou cortiços da região, possui de dois a quatro quartos e chega a ser dividida entre quatro a nove pessoas.

moradia, elaborado durante a visita a um alojamento, dentro da propriedade da Usina Bonfim (Guariba SP) (SILVA, 2006b, p.22):

Bonfim (Guariba SP) (SILVA, 2006b, p.22):

As condições dos alojamentos se aproximam a uma prisão. Em cada quarto existem 3 ou 4 camas. Os cômodos não têm janelas e as portas se abrem todas para um corredor interno. A área onde é feita a lavagem dos utensílios de trabalho é a mesma onde se lavam as marmitas e onde se obtém água para o consumo individual. A presença de funcionários da empresa durante todo o tempo em que estivemos no alojamento foi intensa, tentando impedir o acesso livre aos trabalhadores.

Foram encontrados no local cerca de 40 trabalhadores, que estavam de folga, segundo o “rodízio 5 por 1”, ou seja, os trabalhadores têm 1 dia de folga a cada 5 dias de trabalho.

A UNICA (2007b) aponta que nos últimos dez anos, diversos benefícios foram assegurados para os trabalhadores, entre eles: assistência médica, odontológica, ótica e farmacêutica, seguro de vida, refeição, cestas básicas, vales para refeição e transporte, previdência privada, auxílios doença e funeral, assistência escolar, convênio supermercado e empréstimos financeiros. Rodrigues e Ortiz (2006), porém, ressaltam que os agenciadores responsáveis pela migração dos trabalhadores, são, na verdade, os financiadores tanto dos recursos necessários para o transporte do trabalhador migrante até a usina, como também dos recursos necessários para a obtenção de gêneros alimentícios. Estes empréstimos configuram um ciclo de endividamento antes mesmo que o trabalhador inicie as suas atividades nas usinas.

3.3 Considerações Finais

As questões sócio-ambientais que envolvem o setor sucro-alcooleiro são complexas, até mesmo devido à própria estrutura produtiva do setor, que engloba tanto atividades agrícolas como industriais, o que contribui para a dificuldade em analisar variáveis independentes. Portanto, este estudo limitou-se ao levantamento e sistematização de alguns aspectos do setor sucro-alcooleiro que permitissem contrapor os argumentos apresentados pela UNICA favoráveis à comprovação de sustentabilidade da produção sucro-alcooleira no que se refere a questões ambientais e sociais.

A análise dos danos ambientais, resultantes principalmente dos métodos adotados na etapa agrícola do setor sucro-alcooleiro, procurou abranger as principais dimensões afetadas com a provável expansão da produção de cana, a saber: a poluição atmosférica, a contaminação do solo e dos recursos hídricos e a destruição de habitats naturais e a perda de biodiversidade. A estes impactos, foram acrescentadas as condições de trabalho no campo, tornando possível também a análise social.

Conclusão

Esta pesquisa procurou investigar os impactos sócio-ambientais provocados pela produção e consumo do etanol brasileiro, derivado da cana-de-açúcar. Diante da complexidade de avaliar sustentabilidade, este estudo se limitou a investigar alguns pontos que envolvem a dimensão ambiental e social da produção sucro-alcooleira. Para tanto, foram escolhidos alguns aspectos que possibilitaram confrontar evidências e argumentos em favor do setor com aqueles que acusam danos ambientais e sociais provocados pela atividade canavieira.

Para contextualizar a situação econômica atual, no capítulo 1 foi apresentado um panorama que retrata tanto a importância do setor sucro-alcooleiro para a economia brasileira, em termos de geração de renda e emprego, como também o papel que desempenha no mercado externo como principal supridor da demanda mundial por etanol.

Quando o Proálcool foi instituído, na década de 1970, tendo como objetivo principal a redução da dependência brasileira do petróleo importado, certamente não se imaginava que, futuramente, o Brasil pudesse assumir uma posição estratégica na definição da matriz energética mundial. Hoje, o país além de ser o maior exportador de álcool combustível, atendendo a aproximadamente 50% da demanda global, ocupa a segunda posição na produção mundial de etanol, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que utilizam o milho como principal matéria-prima na produção de etanol; juntos estes dois países respondem por cerca de 70% da produção mundial de etanol.

Apesar do volume de etanol negociado no mercado externo representar somente 10% do total da produção global, alguns fatores em âmbito mundial apontam para novas oportunidades de expansão do mercado internacional para este produto. Entre estas oportunidades, destacam-se: o Protocolo de Quioto, que passou a vigorar oficialmente em 2005, estipulando metas de redução nas emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, incentivando o uso de combustíveis renováveis e menos poluentes; a instabilidade na oferta mundial de petróleo, recurso fóssil, sujeito ao esgotamento, concentrado em regiões em constantes conflitos, o que contribui para as incertezas quanto ao preço e à capacidade de atender as altas demandas mundiais. Além disso, as atividades que envolvem a utilização de recursos fósseis são consideradas as que mais contribuem para o aquecimento global e, diante dos movimentos internacionais para mitigar os efeitos resultantes do aquecimento da Terra, torna-se necessário limitar o uso desses combustíveis, buscando formas alternativas menos poluentes. Por fim, os esforços da diplomacia brasileira para garantir

melhores condições de acesso do etanol ao mercado internacional, como a proposta de classificá-lo como “bem ambiental” para fins de liberalização do comércio na Rodada Doha da OMC, além das iniciativas voltadas para a sua padronização técnica, medida imprescindível para torná-lo uma *commodity*. Estes incentivos não só prospectam elevação na produção e consumo mundial de etanol combustível, como também apontam o Brasil, pioneiro na produção de biocombustíveis e grande conhecedor da tecnologia utilizada, como o provável líder no mercado global.

As estimativas prevêem que para atender tanto a demanda interna (que vem se mantendo constante nos últimos anos) como a crescente demanda externa, em virtude dos programas que tem incentivado o uso de etanol combustível, em países como os Estados Unidos, Japão e União Européia, a produção no Brasil deverá aumentar entre 8 a 10 bilhões de litros até 2010. Este aumento expressivo requer tanto investimento em infraestrutura logística e em novas usinas, como também na área plantada. Estima-se que sejam construídas mais de 100 usinas no Brasil até 2012 e que ocorra um aumento de 40% a 50% na área plantada. Projeta-se ainda que, em âmbito global: a produção mundial, em 2012 deva atingir, aproximadamente, 112 bilhões de litros; o consumo mundial em 2025 seja de 225 bilhões de litros e o volume comercializado no mercado internacional, em 2015, deverá aumentar em mais de seis vezes comparado com o total comercializado atualmente.

Novas questões, porém, deverão ser acrescentadas neste cenário de otimismo, impondo novos desafios para o país. Apesar de ainda não existir restrições comerciais formalizadas quanto às exigências sócio-ambientais para a importação do etanol brasileiro, muitos países, em especial a União Européia, já estão sinalizando nas negociações internacionais que os países exportadores deverão garantir tanto a qualidade do biocombustível comercializado quanto a sustentabilidade da sua base produtiva. Como o incentivo dado ao uso de etanol como fonte energética centra na idéia de que seja uma alternativa sustentável, esta questão torna-se paradoxal, pois os métodos e processos utilizados na cultura e processamento da cana passam a ser fundamentais para que o Brasil ocupe uma posição de destaque no mercado internacional de etanol.

Para saber se os métodos e processos de produção utilizados na cadeia produtiva do etanol brasileiro são sustentáveis, foi realizado um levantamento de dados qualitativos e quantitativos, de modo a evidenciar os impactos ambientais e sociais resultantes desse processo, a saber: impactos sobre os recursos naturais – ar, água e solo- e impactos sócio-econômicos, sobretudo sobre as condições de trabalho no campo e os

métodos de produção e a remuneração dos trabalhadores envolvidos nas atividades agrícolas.

A contribuição do setor sucro-alcooleiro, que possui uma cadeia de produção complexa e diversificada, para o desenvolvimento sustentável e para a utilização racional dos recursos naturais, sempre foi polêmica. Enquanto, de um lado, os defensores do agronegócio, já bem organizados, procuram demonstrar que o setor é sustentável, apresentando uma imagem de produção limpa e ambientalmente correta, de outro, apesar das dificuldades na obtenção de informações e dados sistematizados, existem evidências que contrapõem esses argumentos favoráveis.

Os impactos sobre os recursos naturais – ar, água e solo – incluem a poluição do ar por meio da queima da palha da cana e do uso do etanol como combustível; as emissões de gases causadores do efeito estufa, observadas em todo o ciclo de vida do produto; a expansão da fronteira agrícola, com perda da biodiversidade e a erosão do solo e a contaminação dos corpos d'água e das águas subterrâneas, devido ao uso de fertilizantes e defensivos agrícolas. Já entre os impactos sociais observados, destacam-se as condições de trabalho no campo e a forma de remuneração prevalecente na atividade sucro-alcooleira.

Analisando os indicadores apresentados, pode-se afirmar que apesar do investimento em novas tecnologias, como o melhoramento genético e do reaproveitamento, no próprio processo produtivo, dos resíduos resultantes do processamento da cana-de-açúcar e da destilação do álcool, há evidências que comprometem a imagem de sustentabilidade do setor. Assim, pode-se concluir que para o etanol ser conceituado como um “bem ambiental” e vir a se tornar uma *commodity* com potencial de contribuição ao desenvolvimento sustentável do país, além de fatores como incentivos à sua demanda, regulações da sua oferta e padronização das suas características técnicas, os aspectos ambientais e sociais devem ser priorizados de modo que os danos potenciais associados à expansão da sua produção sejam minimizados ou evitados.

Estas são questões recentes as quais certamente carecem de mais pesquisas para sua melhor elucidação. Ainda não existem marcos regulatórios para o estabelecimento de um mercado global para o etanol, assim como também não há definições concretas de como as prováveis pressões ambientais e sociais externas serão internalizadas e monitoradas pelos principais produtores e exportadores de etanol. Os pontos aqui abordados, de fundamental importância para o setor sucro-alcooleiro e para a economia

brasileira, são temas atuais e a serem resolvidos num futuro próximo, cabendo ao setor e à sociedade brasileira uma análise crítica das suas deficiências ambientais e sociais.

Referências Bibliográficas

ALIER, J. M.; SCHLUPMANN, K. **La Ecologia y la Economia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1991.

ALMEIDA, L. T.; PRESSER, M. F. **Comércio e meio ambiente nas negociações da Rodada Doha**. III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS. Brasília 2006.

ALMEIDA, L.T.; PRESSER, M. F. **Bens e serviços ambientais e as negociações na OMC**. Anais do VI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Brasília-DF, 23/25 de novembro, 2005.

ALMEIDA, L.T. **Comércio e meio ambiente: Uma agenda para a América Latina e Caribe**. Documento preparado para a XIII Reunião do Fórum de Ministros do Meio Ambiente da América Latina e Caribe. Brasília 2002.

ANDRADE, S. J. **Investigação sobre a composição química e avaliação da mutagenicidade do material particulado atmosférico sob a influência da fuligem da queima de cana-de-açúcar**. Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2004.

ARBEX, M. A. **Queima da biomassa e os efeitos sobre a saúde**. Dez, 2004. Disponível em http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/2004_30_2_15_portugues.pdf. Acesso em julho, 2007.

ARDENGHY, R.F. O mercado do álcool combustível no Brasil: desafio do abastecimento e da regulação. In: **São Paulo Ethanol Summit**. Sala 3: Mercados e Investimentos. São Paulo. Junho, 2007.

BELIK, W.; VIAN, C. E. F. **Agricultura, comércio internacional e consumo de alimentos no Brasil**, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43. Ribeirão Preto, 2005. Brasília: SOBER, 2005.

BELIK, W.; VIAN, C. E. F.; RAMOS, P. **Mudanças institucionais e seus impactos nas estratégias dos capitais do complexo agroindustrial canavieiro no Centro – Sul do Brasil**, In CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36. Poços de Caldas, 1998. Brasília: SOBER, 1998.

BERG, C. **World fuel ethanol: analysis and outlook**. Abril 2004. Disponível em <http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html>. Acesso em: maio 2007.

CAGED. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. **Bases Estatísticas RAIS/CAGED**. Disponível em <http://www.mte.gov.br/pdet/Acesso/RaisOnline.asp>. Acesso em jun. 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Norma Técnica P.4231 – Vinhaça – Critérios e Procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo. Jan, 2005.

CORAZZA, R.I. **Reflexões sobre o papel das políticas ambientais e de ciência e tecnologia na modelagem de opções produtivas “mais limpa” numa perspectiva evolucionista: um estudo sobre o problema da disposição da vinhaça.** Maio 2004. Disponível em <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/6.doc>. Acesso em: jan. 2007.

CORTEZ, L. A. B. A Expansão do Proálcool como programa de desenvolvimento nacional. **Agrener-GD. VI Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural.** Campinas. 2006.

DIPARDO, J. **Outlook for biomass ethanol production and demand.** Energy Information Administration. Disponível em <http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/biomass.html>. Acesso em: abril, 2007.

DIRETIVA DOPARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. **Jornal Oficial**, n.L 123. Disponível em <http://www.ebb-eu.org/legis/OJ%20promotion%20POR.pdf>. Acesso em abril, 2007.

DUFÉY, A.; PRESSER, M. F; TOGEIRO, L. **Capacity building in trade and environment in the sugar/bioethanol industry in Brazil.** Pesquisa conduzida pelo Instituto Internacional para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (IIED). Londres, 2007.

DUFÉY, A., **Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues.** International Institute for Environment and Development (IIED). London. Set, 2006.

EC. EUROPEAN COMMISSION. **New EU energy plan - more security, less pollution.** Disponível em <http://ec.europa.eu/news/energy>. Acesso em: abril, 2007.

FAPESP: Não custa tanto, São Paulo, n. 139, maio, 2007.

FAPESP: Risco de Câncer no Fogo dos Canaviais, São Paulo, n. 99, Maio, 2004.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT.** Disponível em <http://faostat.fao.org/faostat/>>. Acesso em: jun. 2007.

FIGUEIRA, S. R. **Os Programas de álcool como combustível nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil.** Tese (doutorado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

F.O. LICHT. **World ethanol markets: the outlook to 2012.** London. 2003.

GALLAGHER, K. e WERKSMAN, J. **International trade & sustainable development.** London, UK, Sterling, VA, USA: Earthscan, 2002.

GONÇALVES, D. B. **Mar de cana, deserto verde? Dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

GONÇALVES, D. B. **A regulamentação das queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas**. São Carlos: Rima, 2002. 127 p.

GROSSMAN, G. M., KRUEGER, A. B. **Environmental impacts of a North American free trade agreement**, NBER Working Paper 3914, November, 1991.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia: perspectivas para países em desenvolvimento**. Dissertação (mestrado em energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

HOWARD, C. J. **Air quality effects of the winter oxyfuel program**. Disponível em <http://www.epa.gov/otaq/regs/fuels/ostp-1.pdf>. Acesso em: março, 2007.

HOWSE, R.; BORK, P.B.V **Options for liberalising trade in environmental goods in the Doha Round**. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Paper n. 2. Michigan. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>. Acesso em: maio, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – Brasil 2004**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/>. Acesso em: dez, 2006.

ICTSD - The International Centre for Trade and Sustainable Development, **Protocolo de Kyoto: Implementado primer certificado de reducción de emisiones**. Volume II. N. 20. Abril . 2006.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy outlook**. Disponível em <http://www.worldenergyoutlook.org/>. Acesso em: abril, 2007.

INNOCENTINI, A. P. **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em água para consumo humano na cidade de Araraquara – SP**. Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2006.

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE. **O cerrado e a cana: convivência possível?** Disponível em <http://ich.unito.com.br/68529>. Acesso em: jun.2007

LOURENCETTI, C., RIBEIRO, M. L., QUEDA, O. Uso e conseqüências ambientais da vinhaça de cana-de-açúcar: uma breve revisão. **Revista Evidência**. Videira, Santa Catarina. Ano IV, n.1. 2006.

LOURENCETTI, C. **Herbicidas mais empregados no cultivo de cana-de-açúcar no município de Araraquara (SP): desenvolvimento e validação de método de quantificação e avaliação do potencial de lixiviação em solos argiloso e arenoso (área de recarga do Sistema Aquífero Guarani)**. Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2006.

MACEDO, I. C. et al. **Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: UNICA, 2005.

MACEDO, I.C. **Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil**. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas (NIPE). Campinas, jan. 2004.

MACEDO, I. C. **Greenhouse gas emissions and bio-ethanol production/utilization in Brazil**. Centro de Tecnologia Copersucar (CTC). Piracicaba. Jan 1997.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Destilarias/Usinas cadastradas**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: jul, 2007.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brazilian Agroenergy Plan 2006-2011**. Embrapa. Brasília, DF. 2005.

MCT. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Mudanças climáticas**. Esplanada dos Ministérios. Brasília. 2006. Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3883.html>. Acesso em: 28 setembro 2006.

MEDEIROS, S. C. L. et al. **Impactos da agroindústria canavieira sobre o meio ambiente**. III Fórum de Estudos Contábeis 2003. Centro Superior de Educação Tecnológica – CESET – UNICAMP.

MENDONÇA, M. L. A OMC e os efeitos destrutivos da indústria da cana no Brasil. **Cadernos de Formação**, n. 2. São Paulo. Abril, 2006.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional**. Disponível <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em abril, 2007.

MRE. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Economia e Negócios**. Disponível em <http://www.mre.gov.br/portugues/noticiario/nacional/selecao>. Acesso em maio, 2007.

NAE. Núcleo de Assuntos Estratégicos. Biocombustíveis. **Cadernos NAE**. Paraná, n. 2, jan.2005.

NOBRE, M. Crescimento econômico versus preservação ambiental: origens do conceito de desenvolvimento sustentável. In: **Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito**. NOBRE, M. e AMAZONAS, M. C. (eds). Brasília: Edições Ibama, 2002

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Processes and production methods (PPMs): Conceptual framework and considerations on use PPMs - based trade measures**. Ago. 1997. Disponível em [http://www.olis.oecd.org/olis/1997doc.nsf/LinkTo/ocde-gd\(97\)137](http://www.olis.oecd.org/olis/1997doc.nsf/LinkTo/ocde-gd(97)137). Acesso em: abril 2007.

PEREIRA, A. S.; MAY, P. H. Economia do aquecimento global. In: **Economia do meio ambiente – teoria e prática**. 2 ed. MAY, P. H., LUSTOSA, M. C., VINHA, V. (eds). Rio de Janeiro: Campus, 2003.

PIACENTE, E. A. **Perspectiva do Brasil no mercado internacional de etanol.** Dissertação (mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

PIACENTE, F. J. **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental : o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.** Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

PINTO, L. F. G.; PRADA, L. S. **Certificação Agrícola sócio-ambiental: iniciativa piloto para a cana-de-açúcar.** Informações Econômicas, v.29, n 5, maio de 1999.

PONTES. **Biocombustíveis: possível conciliação entre mudanças climáticas e comércio internacional.** Vol. 2, N. Maio/Julho, 2006. Disponível em www.ictsd.org/monthly/pontes.

RFA. RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. **Ethanol industry outlook.** Disponível em http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/outlook_2006.pdf. Acesso em: jul. 2007.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil.** Instituto Vitae Civilis. Núcleo Amigos da Terra. Outubro 2006.

RODRIGUES, R. **Perspectivas para o agronegócio brasileiro e o setor sucro-alcooleiro.** Global Initiative on commodities. Brasília/DF. Maio, 2007.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: **Economia do meio ambiente – teoria e prática.** 2 ed. MAY, P. H., LUSTOSA, M. C., VINHA, V. (eds). Rio de Janeiro: Campus, 2003.

ROSSETO, R. A cultura da cana, da degradação à conservação. **Visão Agrícola**, n.1. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Jan, 2004.

SANTO, Z. N. E., **O Agronegócio Brasileiro: competitividade, ameaças e crescimento no mercado internacional.** (Monografia) Faculdade de Ciências Econômicas de São Paulo, FACESP, São Paulo, dezembro de 2003.

SILVA, M. A. M. **A face oculta do agribusiness do açúcar e álcool no Brasil.** In VII CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SOCIOLOGÍA RURAL. Quito. 2006a.

SILVA, M. A. M. A morte ronda os canaviais paulistas. **Revista Reforma Agrária**, v.33, n 2, ago/dez 2006b.

SILVEIRA, L. T. **Evolução do mercado internacional de etanol combustível: perspectivas e inserção brasileira.** Monografia (trabalho de conclusão de curso de Economia Agroindustrial) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.24, n.10, p.73-78, out. 1994.

UN-ENERGY. **Sustainable bioenergy: a framework for decision makers**. Disponível em <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>. Acesso em: maio, 2007.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **Kyoto Protocol to the Nations Framework Convention on Climate Change**. United Nations, 1998. Disponível em http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Ranking das exportações de álcool por destinos 2005/2006**. Disponível em <http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referencia&SubSecao=estatisticas&SubSecao=exportacoes>. Acesso em: maio, 2007a.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Produção e uso do etanol combustível no Brasil: Respostas às questões mais frequentes**. São Paulo. Março, 2007b.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Japão prepara redução de tarifa de importação**. Disponível em <http://www.portalunica.com.br/portalunica/index.php>. Acesso em: fevereiro, 2007c.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Base estatística da produção de álcool e açúcar no Brasil e nas regiões Nordeste e Centro – Sul**. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/referencia/estatistica.jsp>. Acesso em: dezembro, 2006a.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Informação UNICA**. São Paulo, n.72, Set/Out 2006. Disponível em http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_informacaounica-32-Arquivo.pdf. Acesso em: dezembro, 2006b.

VIAN, C. E. F.; BURNQUIST, H.; FILHO, J. M. Bioenergy and the rise of sugarcane-based ethanol in Brazil. **Choices**. 2nd. Quarter. Texas, 2006.

VIAN, C. E. F.; MORAES, M. A. F. D.; GONÇALVES, D. B. **Progresso técnico, relações de trabalho e questões ambientais na agroindústria canavieira**, In CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44. Fortaleza, Ceará, 2006. Brasília: SOBER, 2006.

VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira**. Campinas: Átomo, 2003. 216 p.

World Trade Organization, **Environmental goods for development. Submission by Brazil**. Committee on Trade and Environment Special Session. Geneva: WTO, CTESS, TN/TE/W/59 July 2005.

World Trade Organization, Doha Ministerial Declaration, **Trade and environment**, Geneva, Suíça, 2001.