

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PIMES – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA APLICADA –  
ÁREA: COMÉRCIO EXTERIOR E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

Christine Cavalcanti Nascimento

**UMA REFLEXÃO SOBRE OS POSSÍVEIS IMPACTOS  
DO CRESCIMENTO DA DEMANDA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS  
NA OFERTA E PREÇOS DAS *COMMODITIES* AGRÍCOLAS**

Recife – PE  
2008

Christine Cavalcanti Nascimento

**UMA REFLEXÃO SOBRE OS POSSÍVEIS IMPACTOS  
DO CRESCIMENTO DA DEMANDA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS  
NA OFERTA E PREÇOS DAS *COMMODITIES* AGRÍCOLAS**

Trabalho de dissertação apresentado à Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/PIMES, desenvolvido por Christine Cavalcanti Nascimento, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Economia Aplicada, Área: Comércio Exterior e Relações Internacionais.

Orientador: Ricardo Chaves Lima, Ph.D.

Recife – PE

2008

Nascimento, Christine Cavalcanti

Uma reflexão sobre os possíveis impactos do crescimento da demanda dos biocombustíveis na oferta e preços das commodities agrícolas / Christine Cavalcanti Nascimento. — Recife : O Autor, 2008.

75 folhas : fig. e tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CGSA. Economia, 2008.

Inclui bibliografia e anexo.

1. Biocombustíveis. 2. Alimentos. 3. Preços – Determinação. 4. Recursos energéticos na agricultura. 5. Produtividade agrícola. I. Título.

338.1  
338

CDU (1997)  
CDD (22.ed.)

UFPE  
CSA2008-084

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÉNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DE

CHRISTINE CAVALCANTI NASCIMENTO

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do  
primeiro, considera a Candidata Christine Cavalcanti Nascimento **APROVADA**.

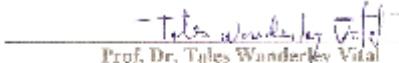
Recife, 05/09/2008

  
Prof. Dr. Ricardo Chaves Lima

Orientador

  
Prof. Dr. Jocilde Fernandes Bezerra

Examinador Interno

  
Prof. Dr. Tales Wanderley Vital

Examinador Externo/UFRPE

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de todas as coisas, agradeço a Deus por ter me concedido o dom da vida e ter me guiado em seus caminhos durante esta trajetória. Agradeço pelo seu imenso amor para comigo.

Obrigada Adonis pelo amor, paciência e incondicional apoio.

Aos meus pais, Elinaldo e Elaine, agradeço as suas palavras de sabedoria e, principalmente, o amor que me ajudou a superar toda e qualquer situação.

Gostaria de agradecer ao Prof. Ricardo Chaves Lima pela sua indispensável orientação no desenvolvimento deste trabalho e pelo incentivo à pesquisa que me impulsionou para a conclusão deste estudo.

E, por fim, porém não menos importante, agradeço aos professores e funcionários do PIMES, bem como, aos meus colegas de mestrado; todos estes que de alguma forma contribuíram para conclusão desta etapa de minha formação acadêmica.

## RESUMO

O mercado de alimentos mudou. O uso de biocombustíveis como alternativa ao petróleo modificou o mercado internacional de grãos e óleos vegetais, que passou a incorporar um importante segmento da economia mundial: o energético. O rápido aumento da demanda e da produção de biocombustíveis tem tido uma série de efeitos no mercado dos grãos e dos óleos vegetais, pressionando os preços das *commodities* agrícolas.

A preocupação atual da sociedade com a segurança alimentar é plenamente justificável. Há, no entanto, alguns fatores, como o potencial de expansão da área agricultável e de ganhos de produtividade do setor agrícola brasileiro, que permitem concluir que, no Brasil, o impacto da expansão da atividade agrícola voltada à produção de energia sobre os preços dos alimentos não será de grande magnitude. Já no caso dos Estados Unidos e da União Européia, a expansão dos biocombustíveis se dará sobre áreas destinadas a outras colheitas, impactando não apenas os preços das matérias-primas utilizadas na produção dos biocombustíveis, mas também, sobre os preços de todas as outras culturas.

O presente estudo tem como objetivo principal analisar os possíveis impactos econômicos que o desenvolvimento do mercado de biocombustíveis poderá ter sobre os mercados das *commodities* agrícolas, através de um estudo exploratório, buscando identificar possíveis relações entre os preços e a progressiva demanda de matérias-primas para produção de biocombustíveis. Este trabalho será focado nos países onde o mercado de biocombustíveis já alcançou um tamanho significativo, ou onde se é esperado alcançar volumes significativos no médio prazo.

Palavras-chave: biocombustíveis; alimentos; preços; áreas agrícolas.

## ABSTRACT

The food market has changed. The use of liquid biofuels as an alternative to fossil fuel changed the crop and vegetable oil international markets, adding an important consumer sector of the economy: the energy sector. The rapid growth of biofuels demand and supply has a number of effects on the crop and vegetable oil markets, pressuring upward the agriculture commodities prices.

The world concern about food safety is fully justified. However, there are some factors, like the potential of acreages's expansion and of the productivity's gains of the brazilian agricultural sector, that allow us to believe that the biofuels market development will not create an impact on the food prices in Brazil. In the case of the United States and the European Union, the expansion of the biofuel will shift areas from feedstocks to other crops, impacting not only the feedstocks price but also on the prices of all other crops.

The main objective of this dissertation is to analyze the possible impacts future biofuel developments can have on agricultural commodity markets. As an exploratory study this paper aims to identify possible relationships between the feedstocks prices and the increasing demand for biofuel. This study is focused on countries with an important biofuel markets and those which are expected to reach significant volumes in the medium term.

Key-words: biofuels; food; prices; crop acreage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Projeções do preço internacional do barril de petróleo .....	5
Figura 2: Evolução dos preços médios internacionais das 4 principais <i>commodities</i> alimentícias (trigo, arroz, milho e soja).....	33
Figura 3: Produção de Etanol dos principais produtores mundiais.....	35
Figura 4: Produção de Biodiesel dos principais produtores mundiais.....	35
Figura 5: Evolução do preço médio do milho nos Estados Unidos.....	42
Figura 6: Tendência de terras cultivadas nos EUA, 1866 a 2007.....	43
Figura 7: Produção mundial de etanol – Cenário.....	45
Figura 8: Produção mundial de etanol por matéria-prima selecionada – Cenário.....	46
Figura 9: Histórico dos preços do etanol e do açúcar no Brasil em dólar.....	48
Figura 10: Histórico dos preços domésticos do açúcar em R\$ - valor c/ imposto da sc/50 kgs.....	48
Figura 11: Uso de terras em Km <sup>2</sup> das principais lavouras no Estado de São Paulo.....	50
Figura 12: Utilização das Terras – Brasil – 1970/ 2006.....	52
Figura 13: Consumo de Óleo de Canola por Finalidade, União Européia, 2003/04 a 2007/08.....	55
Figura 14: Cotações internacionais dos Óleos de Soja, Palma e Canola, Nov./05 à Nov./07.....	57
Figura 15: Projeções para produção, consumo e exportação do Óleo de soja no Brasil, 2000-2020 (em Mil Tons).....	61
Figura 16: Projeções para produção de Biodiesel de soja no Brasil, 2007-2020 (em Mil Tons).....	61

Figura 17: Projeções para produção e área plantada de soja no Brasil, 2006-2020 (em Mil Tons).....62

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Balanço líquido de energia.....	9
Tabela 2: Tributos Incidentes: Produção do Biodiesel no Brasil.....	27
Tabela 3: Alternativas brasileiras para o óleo vegetal, segundo os custos de produção.....	30

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. O MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVIES.....	3
2.1. Biocombustíveis.....	3
2.2. O Mercado de Etanol.....	11
2.2.1. O Mercado de Etanol Brasileiro.....	13
2.2.2. O Mercado de Etanol nos EUA.....	17
2.3. O Mercado de Biodiesel.....	20
2.3.1. O Mercado de Biodiesel na UE.....	23
2.3.2. O Mercado de Biodiesel no Brasil.....	25
3. AS CAUSAS DA ALTA DE PREÇOS DOS ALIMENTOS.....	33
4. O DEBATE: ALIMENTOS X BIOCOMBUSTÍVEIS.....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXO 1 .....	75

## 1. INTRODUÇÃO

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, portanto, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância.

Ao contrário do petróleo, a biomassa pode ser produzida em diversas regiões do planeta, em muitos países. A bioenergia já responde por aproximadamente 10% de toda a oferta mundial de energia. Nos países em desenvolvimento a bioenergia representa 33% da oferta, enquanto nos países desenvolvidos a participação é de 3-4% (IFPRI, 2006).

A agricultura deverá ter um papel fundamental para a redução do aquecimento global, contribuindo, por um lado, com projetos redutores da emissão de gases que provocam o efeito estufa (biocombustíveis, carvão vegetal, biodigestores e fontes de energia limpas como a utilização do bagaço de cana e casca de arroz, entre outros) e, por outro lado, com atividades que seqüestrem carbono, como a agricultura agroflorestal e o reflorestamento.

A busca por fontes alternativas de energia limpa fez países ricos e países em desenvolvimento adotarem metas ousadas de substituição de derivados de petróleo, sobretudo por agroenergia. E, embora, o milho e a cana-de-açúcar para etanol e o óleo de canola e o óleo de soja para o biodiesel sejam as principais fontes utilizadas, outros tipos de fontes de energia também estão sendo exploradas.

Mas, algumas instituições governamentais de diversos países e analistas de mercado<sup>(1)</sup> têm declarado que o crescimento da produção de biocombustíveis poderá extrapolar a área para produção de colheitas de alimentos em alguns países, criando uma tensão entre a necessidade de produção agrícola para energia e a necessidade para alimentos e para ração animal.

---

<sup>(1)</sup> Este tema tem sido discutido por organizações como a FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, em seu relatório “*OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016*”, e por pesquisadores como, C. Ford Runge e Benjamin Senauer no artigo “*How Biofuels Could Starve the Poor*” publicado na revista *Foreign Affairs*, na edição de maio/ junho de 2007.

O presente trabalho tem como objetivo examinar as possíveis relações entre o mercado de alimentos e o mercado de biocombustíveis, analisando os aspectos econômicos desta relação e sobre como ela afeta a oferta, ou seja, a área destinada à plantação de cada colheita, e os preços das *commodities* agrícolas.

Como metodologia, este trabalho pretende desenvolver uma pesquisa exploratória sobre o debate a respeito da competição entre a demanda dos setores de alimentos e de bioenergia pela oferta de *commodities* agrícolas. O trabalho descreverá os mercados de etanol e de biodiesel nos principais países produtores, tentando identificar possíveis relações existentes entre os mercados agrícolas e de biocombustíveis.

Este trabalho, no entanto, sofre limitações por tratar-se de um fenômeno ainda em desenvolvimento, do qual temos escassez de dados oficiais que permitam o desenvolvimento de uma pesquisa experimental, manipulando-se diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo, o que proporcionaria um estudo da relação entre as causas e os efeitos do fenômeno.

Incluindo esta introdução, o trabalho está organizado conforme a seguir. No segundo capítulo, será apresentado o contexto atual que favoreceu o desenvolvimento dos mercados de biocombustíveis. E, em seguida, um panorama dos programas de produção e uso de biocombustíveis mais desenvolvidos no mundo: o álcool combustível brasileiro, o etanol nos EUA e a produção de biodiesel na EU; além destes, também será considerado na análise o programa de biodiesel no Brasil.

No capítulo 3, faremos uma breve análise das causas da atual alta de preços dos alimentos no mundo com o objetivo de identificar a parcela de participação do mercado de biocombustíveis neste recente fenômeno.

No quarto capítulo apresentaremos os principais trabalhos publicados sobre o debate a respeito da competição entre os alimentos e os biocombustíveis por matérias-primas agrícolas, avaliando suas principais conclusões.

No quinto e último capítulo, apresenta-se o resultado condensado das conclusões.

## 2. O MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

### 2.1. Biocombustíveis

Biocombustíveis são combustíveis de origem biológicas e renováveis. A biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de bioenergia<sup>(2)</sup>. Culturas agrícolas como, cana-de-açúcar, milho, trigo, soja, mamona, dendê, palma; madeira em forma de lenha ou carvão vegetal; vegetação selvagem (grama); resíduos e subprodutos agrícolas; e, adubo de gado, são exemplos de biomassa com potencial energético (IFPRI, 2006).

O aumento do interesse pelos biocombustíveis pode ser explicado por uma série de fatores, incluindo motivações políticas, econômicas, ambientais e sociais, tendo como principais delas:

#### 1) Segurança energética:

Fontes de energia não-renováveis, como o carvão, petróleo e gás, são responsáveis por 85% do consumo mundial. Os países procuram minimizar a dependência do petróleo importado. E, por outro lado, pretendem dobrar a fatia de mercado das fontes renováveis de energia, de 6% a 12% do consumo bruto interno de energia.

Na última década, os países, principalmente os desenvolvidos, passaram a considerar a dependência de importação de petróleo e derivados como uma situação de risco para a economia local. Essa sensação de risco se agravou com a crise política na Venezuela e os conflitos no Oriente Médio. Desta forma, os países estão considerando como estratégico diversificar sua matriz energética tornando-a menos dependente do petróleo;

---

<sup>(2)</sup> Fonte: Wikipédia. Disponível em: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

## 2) Perspectivas de alta dos preços do petróleo para os próximos anos:

A alta esperada para os preços do petróleo pode ser explicada por alguns fatores cruciais, como: forte crescimento da demanda, especialmente nos países asiáticos, falta de crescimento da produção desde 2005, aumento dos custos de exploração e produção e desvalorização do dólar.

Segundo o PNA – Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011<sup>(3)</sup>, publicado pelo MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mantendo-se o consumo atual de petróleo, calcula-se que as reservas conhecidas seriam suficientes para abastecer o mundo por cerca de 40 anos. As reservas brasileiras, por sua vez, atenderiam a demanda nacional por mais 18 anos. Agravando a situação, prevê-se que a demanda de energia crescerá a uma taxa de 1,7% ao ano, nos próximos 30 anos. Como as reservas mundiais vêm sendo acrescidas por novas descobertas a taxas médias de 0,8% ano, pode-se concluir que a escassez de petróleo será vivenciada pelas gerações atuais (MAPA, 2006).

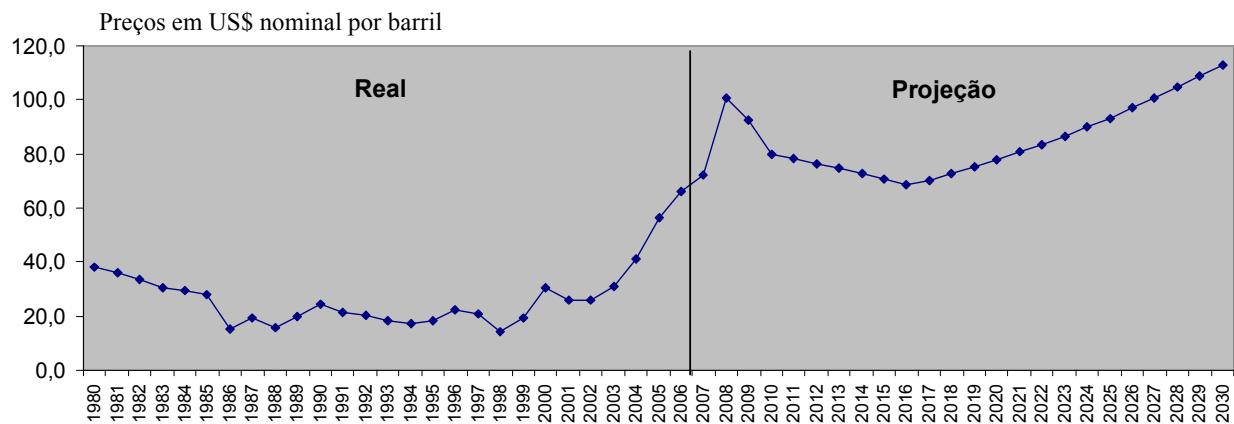
De acordo com o relatório “*International Energy Outlook 2008*”, publicado em junho de 2008, pela EIA – *Energy Information Administration*<sup>(4)</sup>, desde 2003 a cada ano a média anual dos preços internacionais tem sido maior que o ano anterior. Em 2007 o preço médio do petróleo foi quase duas vezes maior que 2003, em termos reais. No segundo trimestre de 2008, os preços aumentaram significativamente, excedendo o preço de US\$ 130 por barril no mês de maio. No médio prazo, a pressão sobre os preços deve ser reduzida com a antecipação da introdução de uma produção adicional (no Azerbaijão, Brasil, Canadá, Kasaquistão e Estados Unidos, por exemplo) alcançando o mercado. Apesar disso, é esperado que o mercado permaneça pressionado. Em termos reais, os preços internacionais devem sair do atual elevado nível para cerca de US\$ 70 por barril em 2015. E, então, subir continuamente até alcançar o patamar de US\$ 113 por barril em 2030 (EIA, 2008).

---

<sup>(3)</sup> A 1<sup>a</sup> edição do Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 foi publicada em 2005 e a 2<sup>a</sup> edição revisada foi publicada em 2006.

<sup>(4)</sup> A EIA – Energy Information Administration é a agência oficial do governo americano responsável por prover dados, análises e pesquisas sobre o setor energético nacional.

**Figura 1:** Projeções do preço internacional do barril de petróleo.



Fonte: EIA, 2008.

### 3) Desenvolvimento sustentável:

Em Quioto, no Japão, em 1997, realizou-se uma conferência entre 154 países membros das Nações Unidas, tendo como resultado o Protocolo de Quioto, com uma proposta concreta para início do processo de estabilização das emissões de gases geradores do efeito estufa. O Protocolo dividiu os países em dois grupos: países mais industrializados, grandes emissores de CO<sub>2</sub>, e países que podem aumentar suas emissões, pois provavelmente necessitam aumentar a sua oferta energética, para atender às necessidades básicas de desenvolvimento.

De acordo com o Protocolo de Quioto, os 39 países mais industrializados ficam obrigados a reduzir suas emissões de gases geradores de efeito estufa, para que elas se tornem 5,2% inferiores aos níveis de emissão de 1990. O Protocolo estabeleceu ainda que essa redução deva ser realizada entre 2008 e 2012 (fase definida como o primeiro período de cumprimento do Protocolo) (Figueira, 2005).

Os 39 países mais industrializados devem promover, ao longo do período de 2008 a 2012, reduções diferenciadas, tomando por base as emissões registradas em 1990. Para a União Européia, por exemplo, prevê-se uma redução de 8%, para o Japão, uma redução de 6%, e os EUA deveria reduzir 7% de suas emissões, caso tivesse ratificado o acordo.

Para entrar em vigor, o Protocolo de Quioto deveria ser ratificado (ou seja, contar com a aprovação plena, inclusive dos respectivos Parlamentos Nacionais) por pelo menos 55% dos

países signatários e, também, por países que representam, pelo menos, 55% das emissões globais do ano-base de 1990 (Tetti et al.). Com a ratificação da Rússia, em 2005, a primeira e a segunda condição foram atendidas.

O protocolo de Quioto passou legalmente a prevalecer a partir de 16 de fevereiro de 2005. A partir desta data, os países signatários passaram a ter uma obrigação legal de reduzir os gases causadores do efeito estufa. Além disto, este marco legal sinalizou favoravelmente para as empresas investirem em tecnologias menos poluentes (*United Nations Convention on Climate Change*, 2004).

Apesar dos Estados Unidos não terem ratificado o Protocolo de Quioto, o seu programa de uso do etanol como combustível vem-se expandindo, tendo as seguintes motivações: 1) adotar uma matriz energética mais limpa, em termos de emissão de poluentes; 2) a substituição do MTBE<sup>(5)</sup> pelo etanol em alguns estados americanos; 3) o lobby dos produtores de milho americanos;

#### 4) Desenvolvimento regional:

Os biocombustíveis representam uma importante oportunidade de desenvolvimento econômico e social do meio rural. O meio rural passa a ser encarado não mais apenas como um simples produtor de bens primários, mas sim como um gerador de energia. Existem poucas áreas da agricultura que tem testemunhado um crescimento tão robusto e consistente e com alto potencial ainda a ser explorado como o da bioenergia.

No Brasil, tendo em vista esta perspectiva de crescimento do mercado mundial para combustíveis alternativos e da vocação natural do Brasil para cultura extensiva e produção de combustíveis derivados da biomassa que se forma nas plantas pela ação da fotossíntese solar, o governo federal vem investindo na indústria de biocombustíveis, através de ações para manutenção da atratividade do setor sucro-alcooleiro e através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel para implementação e desenvolvimento deste mercado.

---

<sup>(5)</sup> O MTBE (Metil-Tércio-Butil-Éter) é um importante componente para se misturar na gasolina, pois adiciona o oxigênio exigido pela gasolina reformulada, ampliando o volume da gasolina e o nível de octano de forma simultânea. Para obter os 2% de oxigênio requeridos pelo programa federal da gasolina reformulada, exige-se uma mistura de aproximadamente 11% de MTBE (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2002).

Segundo dados do IBGE, o potencial disponível para agricultura no país é de 150 milhões de hectares e a área agricultável atualmente utilizada é de aproximadamente 60 milhões de hectares. Em 2006, a área plantada de cana-de-açúcar foi de 7 milhões de hectares. (MAPA, 2007) Quanto ao biodiesel, a estimativa inicial para atender o B2 é de alcançar área plantada de 1,5 milhão hectare de diferentes oleaginosas (MME, 2007).

Além disso, o Brasil foi o primeiro país que conseguiu atingir o estágio de desenvolvimento da produção de álcool para produzi-lo de forma competitiva com a gasolina a preços de mercado, sendo atualmente o maior produtor mundial de álcool.

Em resumo temos que, o aumento dos preços internacionais do petróleo, o crescimento da demanda por energia e as preocupações sobre o aquecimento global são os fatores-chaves que direcionam o crescente interesse por fontes de energia renováveis, particularmente os biocombustíveis (USDA, 2007).

Todos esses fatores, cuja importância varia de país para país, têm viabilizado economicamente novas fontes de energia de biomassa em vários países do mundo (Mello, Paulillo e Vian, 2007).

O *International Food Policy Research Institute* – IFPRI -, órgão das Nações Unidas tem classificado como, a primeira geração de tecnologia da bioenergia, os três tipos de combustíveis mais utilizados, que são: o etanol, o biodiesel e a biomassa proveniente de resíduos agrícolas, como o bagaço da cana-de-açúcar, para co-geração de energia elétrica (IFPRI, 2006, seq.).

Atualmente, a tecnologia desenvolvida está sendo preparada para competir com os combustíveis fósseis, que são mais competitivos em preços. O desenvolvimento da tecnologia para biocombustíveis tem focado na redução do custo por unidade de energia produzida e na busca por fontes de energia mais baratas e processadas em maior escala.

Porém, muito da história do desenvolvimento da bioenergia tem sido descrita como o “dilema do ovo e da galinha”, no qual o setor de produção não pode se estabilizar antes que a demanda por seus produtos esteja estabelecida, e a demanda não pode se estabelecer antes que a infra-estrutura da oferta esteja implementada. Mesmo assim, a primeira geração de tecnologia tem sido melhorada e refinada ao longo dos anos, levando à maior eficiência da bioenergia e contribuindo para a redução da poluição do ar e de problemas de saúde.

Apesar deste progresso, a produção de biocombustíveis muitas vezes não é competitiva com o petróleo, mesmo subsidiada ou se beneficiando de reduções de impostos.

O Brasil é o produtor de menor custo de etanol e pode competir com o petróleo com os preços entre US\$ 30-35 por barril, já o etanol produzido nos EUA e UE podem competir com o petróleo somente com preços de US\$ 55 e US\$ 80 por barril, respectivamente (Range e Senauer, 2007).

As melhorias de produtividade alcançadas para os biocombustíveis têm sido importantes, e ainda existe potencial para maiores ganhos. Mesmo assim, a primeira geração de bioenergia tem sido criticada a respeito dos benefícios líquidos gerados, dos pontos de vista econômico, social e ambiental.

Do ponto de vista econômico, o mercado de biocombustíveis tem se deparado com importantes barreiras. Os EUA têm praticado uma política protecionista com fortes subsídios e cotas de importação para que seu etanol tenha competitividade em relação a outros produtores, como o Brasil, e, o biodiesel na UE recebe incentivo à produção através de uma forte desgravação tributária. Ao menos que este cenário seja alterado, estas barreiras ao comércio internacional irão retardar o desenvolvimento dos setores de bioenergia nos países de maior competitividade (geralmente países em desenvolvimento com clima tropical) e encorajar o desenvolvimento de uma produção protegida e com alto custo em muitos países ricos (IFPRI, 2006).

A segunda grande crítica e insegurança atual é a de que os biocombustíveis poderão gerar fortes impactos nos preços dos alimentos básicos. Se o preço do petróleo permanecer alto, o incentivo ao aumento da demanda das colheitas para produção de bioenergia e a conversão de áreas de plantação de outras sementes para produção de fontes de energia poderão gerar déficit de alimentos. Isto poderá implicar em maiores preços dos alimentos em muitos países pobres, mas também, ao redor do mundo, se os maiores exportadores de alimentos como os Estados Unidos, União Européia e Brasil converterem significativamente recursos da agricultura para produção de bioenergia (Range e Senauer, 2007).

O IFPRI, *International Food Policy Research Institute*, produziu no final de 2006 algumas estimativas do potencial impacto global do aumento da demanda de biocombustíveis. De acordo com o Instituto, a contínua alta de preços do petróleo irá impulsionar os preços do milho em 20% até 2010 e em 41% até 2020. Os preços dos óleos vegetais, incluindo o óleo de soja, o óleo de canola e o óleo de girassol, são projetados com um aumento de 26% em 2010 e de 76% até 2020. Para o trigo, o aumento será de 11% em 2010 e de 30% em 2020. Os aumentos projetados para os preços poderão ser minimizados se a área de plantação aumentar

substancialmente ou a produção de etanol for baseada em outras matérias-primas, que não competem com os alimentos, como árvores e gramas (IFPRI, 2006).

Além disso, algumas das atuais fontes de alimentação e tecnologia da primeira geração da bioenergia não apresentam balanço de emissão de carbono tão melhores do que o petróleo, embora parte delas (como o etanol da cana-de-açúcar) sejam bastante eficientes. O balanço líquido de energia (taxa entre a energia produzida e a energia necessária para a produção) do etanol de milho em relação à gasolina e do biodiesel de soja em relação ao diesel de petróleo são favoráveis, mas não muito. Quanto maior o índice significa que o *output* de energia produzida é maior que o *input*. Se o índice for menor que 1, significa estar abaixo do *break-even* (Range e Senauer, 2007). Ver tabela 1.

**Tabela 1:** Índice do balanço líquido de energia por matéria-prima

Matéria-prima	Índice
Gasolina	0,81
Etanol (milho)	entre 1,25 a 1,35
Diesel	0,83
Biodiesel (soja)	entre 1,93 a 3,21
Etanol celulósico	Entre 5 e 6

Fonte: Runge e Senauer, “*How Biofuels Could Starve the Poor*”, *Foreign Affairs*, 2007.

Resultados semelhantes são verificados quando os biocombustíveis são comparados com os derivados de petróleo usando outros índices de impacto ambiental, como a emissão dos gases causadores do efeito estufa. O ciclo completo de produção e uso do etanol derivado do milho, por exemplo, emite menos gás carbônico do que a gasolina, porém apenas 12% a

26% de redução. Para a produção e uso do biodiesel de soja a emissão é de 41% a 78% menos que os gases emitidos para produção e uso do óleo diesel.

A segunda geração de biocombustíveis promete trazer grandes melhorias em termos econômicos, tecnológicos e ambientais. A grande transformação para os biocombustíveis virá com o avanço do desenvolvimento da conversão, com custo eficiente, da biomassa rica em celulose em formas de uso de energia. A segunda geração abrirá novas possibilidades, mas na maioria dos casos provavelmente só serão viáveis comercialmente daqui há 10 ou 15 anos.

A tecnologia para conversão da celulose abrirá um enorme potencial de abrangência dos tipos de fontes de alimentação que podem ser usados para produzir bioenergia, incluindo árvores e gramas que produzem um grande volume de biomassa utilizável por hectare e que podem crescer em áreas em que a bioenergia competirá menos com a agricultura para a produção de alimentos e ração animal (IFPRI, 2006).

Os benefícios ambientais dos biocombustíveis são maiores quando as plantas são utilizadas como fonte de energia do que quando são usados o milho ou óleos, como o de soja. O etanol feito totalmente de celulose tem uma taxa de energia entre 5 e 6, como mostra a tabela 1, e emite 82% a 85% menos gás carbônico do que a gasolina (Range e Senauer, 2007).

No entanto, problemas como dificuldades de logística, altos custos para conversão da celulose em combustível, combinados com os subsídios e políticas atuais que favorecem à outras matérias-primas impõem obstáculos ao desenvolvimento do etanol celulósico, que provavelmente só se tornará uma solução na próxima década.

Atualmente, os três maiores e mais desenvolvidos programas de biocombustíveis no mundo são: o etanol brasileiro, a produção de etanol nos EUA e o biodiesel produzido na União Européia.

Neste cenário, o governo brasileiro criou dentro do Programa de Agroenergia, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.

## 2.2. O Mercado de Etanol

O etanol é utilizado como combustível desde o início do século XX, porém foi a partir da década de 1970 que sua utilização em larga escala foi concretizada pela primeira vez no mundo. Através do PROÁLCOOL, foi estabelecido no Brasil bases para sua produção, distribuição e comercialização. Mais recentemente, a produção de etanol vem sendo desenvolvida em vários países, inclusive em alguns países em desenvolvimento.

Para o etanol, a primeira geração de tecnologia está baseada na fermentação de açúcares extraídos diretamente da cana-de-açúcar ou beterraba, ou fermentando o resultado do amido do milho ou trigo convertido em açúcar usando enzimas. Em todos os casos, a matéria-prima representa o principal custo para produção do etanol.

A produção mundial de etanol alcançou 13,1 bilhões de galões em 2007. O Brasil e os Estados Unidos são os principais produtores de etanol e foram responsáveis por 88% da produção mundial neste ano. Os dois países atualmente produzem cerca de 11,2 bilhões de litros por ano (RFA, 2008). O etanol tem substituído 40% do uso da gasolina no Brasil e apenas 3% nos EUA (IFPRI, 2006). A principal fonte de alimentação de energia para o etanol é a cana-de-açúcar no Brasil e o milho nos Estados Unidos.

A produção de etanol hoje se concentra basicamente entre EUA e Brasil, porém outros países já estão produzindo em larga escala, como a União Européia, China, Canadá, Tailândia, Colômbia, Índia, entre outros (RFA, 2008). Outros países, como o Japão e a Coreia do Sul, serão importadores, caso adotem o uso de etanol junto à gasolina.

O mercado internacional, apesar de crescente, ainda é bastante regionalizado, sendo os maiores produtores também os maiores consumidores.

A liberalização comercial ampla para o etanol carburante, isto é, o aumento substancial no acesso a mercados e reduções substanciais ao apoio doméstico que mais distorçam o comércio, está fora da agenda dos Estados Unidos e da União Européia. Até mesmo, entre alguns países em desenvolvimento, como China e Índia, as propostas liberalizantes são minoritárias.

Apesar da demanda mundial crescente, atualmente, não existe um mercado internacional consolidado para o etanol carburante. Em parte isso se deve aos subsídios e aos

regimes protecionistas que distorcem o comércio internacional, impedindo o livre fluxo do produto e reduzindo o comércio a transações ocasionais, principalmente quando ocorrem deficiências de suprimento. Em adição, os programas de implementação de biocombustíveis nos Estados Unidos, na Índia, na China e na União Européia têm como um dos objetivos o desenvolvimento da produção doméstica como forma de fomentar a atividade agrícola industrial, mantendo o nível de ocupação e melhorando ou mantendo a qualidade de vida (Piacente, 2006).

A primeira etapa para a formação de um mercado internacional, passando o etanol a ser considerado uma *commodity* (produto primário negociado em bolsas de mercadorias), foi iniciada em 2008. Uma força-tarefa de técnicos do Brasil, dos Estados Unidos e da União Européia foi criada para definir um padrão internacional para o etanol e, no início de fevereiro deste ano, concluiu e divulgou a primeira etapa do trabalho de harmonização das especificações técnicas do produto. Das 15 especificações examinadas, oito são compatíveis aos três mercados, entre as quais a densidade e o teor de enxofre, de cobre e de aço, enquanto seis são distintas. Com a conclusão desta etapa, o grupo passou a trabalhar para alinhar os diferentes padrões, harmonizar as especificações técnicas e avaliar custos. Os problemas gerados pela não uniformização da qualidade do etanol vão desde a dificuldade na logística de armazenamento e distribuição até a possibilidade de contaminação (mistura) do produto. A meta é concluir essas ações até o fim de 2008, para que a análise das implicações para o comércio comece antes de dezembro e continue em 2009.

### 2.2.1. O Mercado de Etanol Brasileiro

O Brasil foi pioneiro na produção de etanol desde a década de 70, quando foi implementado o Programa Nacional de Álcool (Próalcool) e o etanol começou a ser produzido da cana-de-açúcar. Nos dias de hoje, o etanol no Brasil é um produto com mercado desenvolvido, em função da produção e do consumo interno em larga escala, além da inserção do país no comércio internacional.

Existem dois tipos de etanol produzidos no Brasil: o álcool anidro e o álcool hidratado. O álcool anidro é adicionado a gasolina obedecendo à mistura estabelecida por lei, que pode variar entre 20% a 25%<sup>(6)</sup>. O álcool hidratado, que contém água, é utilizado para veículos movidos a álcool ou veículos *flex-fuel*. O governo brasileiro adota isenção total de impostos para o álcool anidro e carga tributária reduzida para o álcool hidratado.

O histórico do mercado de álcool combustível no Brasil é iniciado em 1975 com a elaboração do Programa Nacional do Álcool, concedendo-se estímulos financeiros à expansão da lavoura canavieira e à montagem de destilarias anexas e autônomas (Nogueira, 2003, seq.).

A produção de álcool deveria ser vendida à PETROBRÁS, sendo que o papel do Instituto do Açúcar e do Álcool - IAA - seria o de fiscalizar a produção e a comercialização de todos os tipos de álcool em todo o território nacional.

Também foi estabelecido que a produção de álcool anidro deveria ser feita prioritariamente nas destilarias anexas às usinas. Como grande parte das usinas não possuía destilarias anexas, foram abertas linhas de crédito para que as usinas as instalassem ou as ampliassem, e também para que se instalassem destilarias autônomas.

Em relação ao processo de implantação do programa, devem ser destacadas duas fases: a primeira abrange o período de novembro de 1975 até 1978, correspondendo ao uso da mistura álcool-gasolina, à implantação das destilarias anexas, e ao envolvimento da indústria automotiva para a produção de carros a álcool. Nesta fase ocorreu uma expansão moderada na produção do álcool. A segunda fase, iniciada em 1979, é a da produção em larga escala do álcool hidratado, para ser usado em carros movidos exclusivamente com este combustível.

---

<sup>(6)</sup>Atualmente está em vigor a Resolução nº. 35 da ANP, de 22/02/06, determinando que o percentual de mistura de álcool anidro nas gasolinas passe a ser, a partir do dia 1º de março de 2006, de 23%.

As medidas adotadas pelo governo brasileiro surtiram efeito, desencadeando uma expansão na venda de carros a álcool. Entre os anos de 1983 e 1988, o carro a álcool passou a ser mais vendido em relação ao carro movido à gasolina. Apenas a partir de 1989 a venda de carros a gasolina voltou a ultrapassar a venda de carros a álcool, e, em 1990 inicia-se o processo de declínio da venda de carros a álcool.

Uma seqüência de acontecimentos levou à estagnação o Programa do Álcool na década de 1990 e 2000, repercutindo em queda nas vendas dos carros a álcool, conforme a seguir. A partir de 1986, começa a ocorrer uma redução dos preços internacionais do petróleo. Nesse período, a expansão da produção brasileira de petróleo diminuía a dependência do país em relação ao petróleo importado. Além disto, os planos econômicos do governo priorizavam o controle inflacionário e do déficit público, suspendendo os financiamentos governamentais para a ampliação da capacidade instalada. Ao longo da década de 1990 e início de 2000, a tônica passou a ser a liberalização dos preços e da comercialização do açúcar e do álcool. Além disto, o estado brasileiro abdicou dos investimentos e isenções de impostos para estimular a venda de carros a álcool, mantendo-se apenas a mistura do álcool anidro na gasolina.

O fim dos incentivos fiscais, para a produção de carro a álcool, e a crise de abastecimento de 1989, foram apontados como os principais responsáveis pela reversão na preferência do consumidor em adquirir carro a álcool em detrimento do carro a gasolina. Na década de 1990 e início da década de 2000 tornou-se praticamente irrelevante a venda de carros a álcool em comparação com a de carros a gasolina.

Os carros bicompostíveis, que podem ser abastecidos tanto com álcool quanto gasolina, foram lançados em março de 2003 (UNICA, 2004). Com a expansão da venda dos carros bicompostíveis abriu-se uma nova perspectiva para o consumo de álcool hidratado no Brasil.

A produção casada de etanol e açúcar, que ocorre em quase todas as usinas de cana-de-açúcar, é o principal fator de sucesso do programa brasileiro. A maioria das usinas estão aptas a produzir os dois produtos à uma taxa máxima de 55% para 45%. A possibilidade de produzir tanto açúcar como álcool proporciona à usinas uma capacidade de arbitragem bastante importante, que se baseia nos preços de mercado dos dois produtos e que depende do nível de comprometimento de venda previamente realizado pela unidade produtora. Em alguns períodos a produção de açúcar vai estar relativamente mais rentável e a usina vai destinar sua matéria-prima para produção de açúcar, ou vice-versa.

Graças a melhorias de produtividade na produção, o custo de produção do etanol brasileiro declinou à uma taxa média de 3,8% de 1980 a 1985 e 5,7% de 1985 a 2005 (IFPRI, 2006). Como já citado anteriormente neste trabalho, o Brasil é o produtor de menor custo de etanol mundial e pode competir com o petróleo com os preços entre US\$ 30-35 por barril (Range e Senauer, 2007).

Na safra 06/07 colheu 426 milhões de toneladas de cana, sendo quase a metade destinada para a produção de álcool. Atualmente, são 70 mil agricultores em todo o Brasil e 393 usinas distribuídas, principalmente, nas regiões Centro-Sul (responsável por 89% da produção de álcool) e Norte-Nordeste (11% restantes) (Paulillo et al., 2007, seq.).

A produção de etanol na safra 06/07 foi recorde alcançando a marca de 17,7 bilhões de litros produzidos, dos quais 80% foram destinados ao mercado interno e 20% ao mercado externo.

As projeções para o mercado de etanol brasileiro de acordo com o MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento refletem grande dinamismo desse produto devido especialmente ao crescimento do consumo interno e as exportações do etanol. A produção de etanol projetada para 2018 é de 41,6 bilhões de litros, mais que o dobro da produção de 2007. O consumo interno para 2018 está projetado em 30,3 bilhões de litros e as exportações em 11,3 bilhões de litros. De acordo com esta projeção, nos próximos 10 anos o consumo interno de etanol aumentará 113% em relação a 2007 e as exportações aumentarão 219% (MAPA, 2008).

A expansão do setor automobilístico e o uso crescente dos carros *flex-fuel* é atualmente o principal fator responsável pelo crescimento da produção e consumo do etanol no Brasil. Desde 2003, quando os veículos *flex-fuel* foram lançados, a produção vem crescendo e ganhando participação de mercado. Em 2007 os veículos *flex-fuel* responderam por 72% da produção total de automóveis no Brasil, considerando as exportações. O licenciamento de novos veículos referente à venda no mercado doméstico foi de 91% de veículos *flex-fuel*, conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2008).

A Secretaria de Produção e Agroenergia do MAPA projeta para 2010 vendas de automóveis *flex-fuel* de 1,0 milhão de veículos, mais que o dobro dos automóveis a gasolina, cujas vendas projetadas são de 467 mil unidades (MAPA, 2007).

Em relação ao crescimento das exportações, a expectativa deve-se em grande parte à criação de um mercado global de etanol, transformando o biocombustível em uma *commodity*.

Com a expansão da agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil, um importante tema que tem sido debatido são os possíveis aumentos de preços de alimentos, cujas atividades agrícolas vêm sendo substituídas pela canavieira. No entanto, é importante mencionar, de início, que desde a implantação do Proálcool até meados da presente década, período em que a produção de cana quadruplicou, os preços de alimentos apresentaram tendência decrescente, e não crescente como muitos acreditavam (Bacchi, 2006).

A expansão das lavouras de cana vem se dando majoritariamente sobre áreas destinadas à agropecuária, mas também sobre aquelas destinadas a atividades agrícolas que têm apresentado menor rentabilidade comparativamente à da cana. Vale ressaltar que a produção orientada por rentabilidades relativas de atividades econômicas alternativas é o cerne das economias de mercado e aplica-se a todos os setores.

Os preços internacionais do açúcar têm sido altamente voláteis. Se o preço do açúcar cair, as usinas poderão considerar mais lucrativo mudar para a produção de etanol. A experiência tem mostrado, no entanto, que é importante proteger o mercado doméstico de etanol para evitar falta de abastecimento de álcool.

O pesquisador científico do IEA – Instituto de Economia Agrícola – Sérgio Alves Torquato afirma em seu artigo “O que ocorreu na safra de Cana-de-Açúcar 2007/08?”, publicado em fevereiro de 2008, que o foco do planejamento da produção e oferta de álcool no Brasil deve ser no mercado interno e o olhar para o mercado externo deve ser visto com muita cautela. A construção do mercado externo de etanol deve ser feita com muito planejamento, e, para isso, é necessário tempo e muitas negociações para que se concretize este almejado mercado (Torquato, 2008).

## 2.2.2. O Mercado de Etanol nos EUA

A indústria de etanol americana iniciou-se na década de 70, quando a escalada dos preços do petróleo, geraram preocupações referentes à segurança energética nacional. Naquele período, o etanol era visto como uma opção complementar à gasolina que pudesse reduzir a dependência americana pelo petróleo estrangeiro. Mesmo hoje, questões de segurança energética continuam fazendo os governantes americanos promoverem o uso de etanol.

Nos anos 80 e 90, políticas ambientais começaram a formar o curso da indústria de etanol. Em 1990 o Congresso dos EUA aprovou a emenda do “*Clean Air Act*” estabelecendo inúmeros programas para obter combustíveis e veículos com motores mais limpos. O programa da gasolina reformulada (RFG) determinou padrões específicos de performance para a RFG, incluindo um requerimento pelo qual a gasolina do programa RFG deveria conter um mínimo de 2% de oxigênio por carga. O etanol e o MTBE são os oxigenados com maior utilização no programa de gasolina reformulada.

Em 2005 foi estabelecida a “*Energy Policy Act of 2005*” que determinou um novo padrão de uso de combustíveis renováveis (RFS)<sup>(7)</sup>, assegurando que a gasolina comercializada nos EUA contenha um percentual mínimo de combustível renovável. Entre 2006 e 2012, o RFS aumentará de 4 bilhões de galões a demanda compulsória para 7,5 bilhões de galões por ano. Esta mudança de padrões foi reforçada com a decisão de vários estados que resolveram banir o uso do MTBE e substituí-lo pelo etanol, motivados pela descoberta de MTBE, considerado cancerígeno e poluidor dos lençóis freáticos, na água de alguns estados americanos, principalmente na Califórnia (Tokgoz e Elobeid, 2008).

---

<sup>(7)</sup> RFS - *Renewabel Fuel Standard*.

No início de 2007, o presidente americano George W. Bush propôs o estabelecimento de um padrão abrangente de uso de combustíveis alternativos (AFS)<sup>(8)</sup>, que irá abranger álcool etanol, álcool celulósico, biodiesel, metanol, butanol, hidrogênio e outros combustíveis alternativos. Como parte de sua meta de reduzir o consumo americano de gasolina em 20% nos próximos 10 anos, o objetivo do Presidente Bush é produzir 35 bilhões de combustíveis renováveis e alternativos em 2017 (Tokgoz e Elobeid, 2006).

A indústria americana de etanol é composta de usinas molhadas e usinas secas. As usinas molhadas produzem etanol e seus subprodutos: farinha de milho, óleo de milho e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). As usinas secas, que são o tipo de usina predominante, produzem o etanol tipo DDGS<sup>(9)</sup> e CO<sub>2</sub> como subproduto (Coltrain, 2001; Tiffany, 2002). Atualmente, existem 134 fábricas em operação, com capacidade de produção de 7,2 bilhões de galões por ano. Além destas, 77 novas plantas em construção ou projetos de expansão, com capacidade para gerar uma oferta adicional de 6,2 bilhões de galões (RFA, 2008).

Nos Estados Unidos o etanol é utilizado como um aditivo à gasolina e, na sua maioria, é adicionado em 10% à gasolina (E-10) e é encontrado apenas em alguns estados. O etanol é também comercializado como E-85, uma mistura de 85% de etanol e 15% de gasolina sem chumbo que pode ser usado em veículos *flex-fuel* (Tokgoz e Elobeid, 2006).

Além das políticas ambientais, outras políticas federais têm estimulado a produção e uso do etanol. Desde 1978, o etanol tem sido isentado do imposto federal sobre o consumo da gasolina e vários estados têm posto em vigor subsídios para promover o uso. O governo americano também concede um subsídio de US\$ 0,51 por galão para as refinarias que adicionam etanol à gasolina.

---

<sup>(8)</sup>AFS – *Alternative Fuel Standard*

<sup>(9)</sup>DDGS: *dried distillers grains with solubles*.

A política de comércio exterior para o etanol americano inclui uma tarifa de 2,5% *ad valorem* e imposto de US\$ 0,54 por galão. Outra política de comércio exterior é o *Caribbean Basin Economic Recovery Act* (CBERA). De acordo com este acordo, os Estados Unidos podem importar etanol livre de impostos e tarifas dos países do Caribe, caso obedeça algumas condições. Primeiro, pelo menos 50% da matéria-prima agrícola para produção de etanol deve ser plantada nos países CBERA. Em segundo lugar, o etanol produzido de matéria-prima vinda de outros países, não-CBERA, é restrita a 60 milhões de galões ou 7% do consumo de etanol americano, o que for maior. E, por último, os países caribenhos devem importar o etanol hidratado e, então, desidratar antes de ser exportado para os Estados Unidos. Usinas de desidratação operam atualmente em países como Jamaica, Costa Rica e El Salvador, onde o etanol hidratado produzido em outros países, principalmente Brasil e Europa, podem ser desidratados antes de ser exportado para os EUA isento de tarifas.

### 2.3. O Mercado de Biodiesel

Desde fins do século XIX, o uso dos óleos vegetais aparece como uma alternativa para substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão, produzindo resultados satisfatórios no próprio motor diesel. Esta possibilidade de emprego de combustíveis de origem agrícola em motores do ciclo diesel é bastante atrativa tendo em vista o aspecto ambiental, por serem uma fonte renovável de energia e pelo fato do seu desenvolvimento permitir a redução da dependência de importação de petróleo (Biodieselbr, 2007, seq.).

A criação do primeiro modelo do motor a diesel que funcionou de forma eficiente data do dia 10 de agosto de 1893. Foi criado por Rudolf Diesel, em Augsburg, Alemanha, e por isso recebeu este nome. Alguns anos depois, o motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, França, em 1898. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim, um tipo de biocombustível obtido pelo processo de transesterificação.

Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe.

Entre 1911 e 1912, Rudolf Diesel fez a seguinte afirmação: “O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo... O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia. Mas com o tempo irão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente”<sup>(10)</sup>.

Um dos primeiros usos do óleo vegetal transesterificado foi o abastecimento de veículos pesados na África do Sul, antes da Segunda Guerra Mundial. O processo chamou a atenção de pesquisadores norte-americanos durante a década de 40, quando buscavam uma maneira mais rápida de produzir glicerina para alimentar bombas, no período de guerra.

---

<sup>(10)</sup>Fonte: Wikipédia. Disponível em: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Após a morte de Rudolf Diesel, a indústria do petróleo criou um tipo de óleo que denominou de "Óleo Diesel" que, por ser mais barato que os demais combustíveis, passou a ser largamente utilizado. Foi esquecido, desta forma, o princípio básico que levou à sua invenção, ou seja, um motor que funcionasse com óleo vegetal e que pudesse ajudar de forma substancial no desenvolvimento da agricultura dos diferentes países.

A abundância de petróleo aliada aos baixos custos dos seus derivados fez com que o uso dos óleos vegetais caísse no esquecimento. Mas, os conflitos entre países e o efeito estufa foram elementos que marcaram de forma definitiva a consciência do Desenvolvimento Auto-sustentável pelos ambientalistas. Dessa maneira, a fixação do homem no campo e o aumento do consumo de combustíveis fósseis fizeram com que houvesse, mais uma vez, a preocupação com a produção de óleo vegetal para ser utilizado em motores.

Biodiesel é um combustível biodegradável alternativo ao diesel de petróleo, criado a partir de fontes renováveis de energia, livre de enxofre em sua composição. Pode ser utilizado em motores diesel com pouca ou nenhuma necessidade de adaptação, sem perda de desempenho e contribui para o aumento da vida útil do motor, pelo fato de ser um lubrificante melhor que o diesel de petróleo. Por ser originado de matérias-primas renováveis (basicamente álcool e óleo vegetal ou gordura animal) e possuir queima limpa, a combustão do biodiesel gera menos poluentes do que a combustão do diesel de petróleo. Quimicamente, podemos dizer que se trata de uma composição de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos de cadeia longa (ESALQ/ USP, 2007, seq.).

Convencionou-se mundialmente uma nomenclatura para identificar a proporção da mistura de biodiesel ao diesel de petróleo. Quando temos uma mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel, esta recebe o nome de B2. Uma mistura com 5% de biodiesel e o resto de diesel de petróleo é chamada de B5, e assim por diante. Quando temos apenas biodiesel, atribuímos o nome de B100. As misturas entre 2% e 20% são as mais utilizadas no mercado mundial.

O biodiesel é feito de óleos vegetais por um processo de transesterificação. As principais fontes de energia do biodiesel são a canola, a soja e a palma.

A transesterificação é o processo mais comum da produção de biodiesel e se faz através da reação de óleo vegetal ou gordura animal com um álcool (no Brasil, prefere-se o etanol; já na Europa, a preferência recai sobre o metanol), reação essa incentivada pela presença de um catalisador (que pode ser um ácido, uma base ou uma enzima). Como

produtos dessa reação, temos biodiesel e glicerina. Esse processo é conhecido na indústria por transesterificação. Ele pode ser feito com o óleo de diversas oleaginosas, como por exemplo, a soja, o pinhão-manso, o amendoim, o nabo forrageiro, o milho, o girassol e a canola.

É importante ressaltar que apenas o óleo puro das oleaginosas não pode ser considerado como biodiesel, mesmo que misturado ao diesel de petróleo. Este é um engano bastante comum. A mesma coisa ocorre com a mistura de álcool anidro com o diesel convencional, não podendo ser considerado o resultado dessa mistura como biodiesel. Mesmo assim, todos os exemplos citados são capazes de movimentar motores diesel, mas com perda de desempenho ou acarretamento de outros danos ao motor.

O uso do biodiesel como combustível proporciona ganho ambiental para todo o planeta, pois colabora para diminuir a poluição e o efeito estufa. Apesar do biodiesel também emitir CO<sub>2</sub>, estudos mostram que 1 kg de biodiesel é responsável pela retirada de 3 kg de CO<sub>2</sub> da atmosfera. (EBB, 2007) Devido a essa característica, ele se torna uma opção não agressiva ao meio-ambiente. O que faz do biodiesel um combustível renovável é o fato de que todo o CO<sub>2</sub>, emitido na queima no motor, consegue ser capturado pelas plantas e utilizado por estas durante o seu crescimento e existência. Estas mesmas plantas serão utilizadas mais tarde como fonte para a produção de novos biocombustíveis, por esse motivo, chamados de energias renováveis.

A União Européia, especialmente na Alemanha e França, é a maior produtora de biodiesel, respondendo por 88% da produção mundial. A canola é a fonte de energia primária para o biodiesel na União Européia. Em seguida, temos os EUA que produzem 8% do biodiesel. Globalmente, a produção de biodiesel representa apenas 10% da produção total de etanol (IFPRI, 2006).

### 2.3.1. O Mercado de Biodiesel na UE

Uma diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia foi publicada em 8 de maio de 2003 relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes rodoviários. Esta diretiva favorável à utilização de biocombustíveis considerou os seguintes aspectos: “a promoção da produção e do uso de biocombustíveis poderá contribuir para uma redução da dependência das importações de energia e para diminuir as emissões de gases causadores do efeito estufa” (Directiva do Parlamento e do Conselho Europeu, 2003).

O Conselho Europeu sugeriu a utilização de combustíveis derivados de fontes agrícolas, ou seja, biocombustíveis, como a tecnologia com maior potencial no curto e médio prazo. O Conselho Europeu também sugeriu uma estratégia de ação para substituir em 20% a utilização da gasolina e do óleo diesel por combustíveis alternativos até 2020 (Dieselnet, 2001).

A União Européia tem apresentado uma forte tendência de substituição dos motores a gasolina pelos motores a diesel. Projeta-se um declínio do consumo de gasolina a taxas crescentes. O crescimento da procura do consumidor europeu por carros movidos a óleo diesel deve-se aos seguintes fatores: (a) economia nos gastos com o combustível: o motor a diesel é mais eficiente que o motor a gasolina em termos de consumo por quilômetro rodado; (b) incentivos fiscais: muitos países europeus taxam menos o óleo diesel em relação à gasolina, reforçando a vantagem econômica dos carros movidos a óleo diesel; e, (c) redução do barulho dos carros movidos a diesel: tem ocorrido redução do barulho dos carros movidos a diesel, tornando-se equiparáveis aos carros movidos a gasolina (Platinum Today, 2002).

A maior parte da produção de biocombustíveis da União Européia se concentra na produção de biodiesel. No ano de 2002, foram produzidas 1,65 milhões de toneladas de biodiesel (EBB, 2007, seq.). Em 2007, a produção de biodiesel foi de 7,97 milhões de toneladas. (IEA, 2008). A Europa concentra 80% do mercado mundial de produção de biodiesel. A Alemanha está na primeira posição e, em seguida, aparecem a França e a Itália. Mais de 60% da capacidade produtiva de biodiesel europeu está concentrada nestes três países.

O biodiesel já está disponível em 1.900 dos 15 mil postos de abastecimento alemães, comercializado na forma pura (B100) permitindo ao cliente decidir o percentual a ser misturado no tanque do seu veículo. (DW-World.DE, 2007) Em 2008, a Alemanha espera substituir 12% do consumo de diesel com biodiesel, sendo parte do consumo gerado por regulamentação de lei que obriga a mistura mínima de 5% de biodiesel ao diesel mineral (B5), e, o restante com B100. (Biodieselbr, 2007, seq.)

O biodiesel na União Européia sempre recebeu incentivo à produção através de uma forte desgravação tributária e alterações importantes na legislação do meio-ambiente com o objetivo de estimular a implantação da indústria e a competitividade do biodiesel em relação ao diesel convencional.

O principal exemplo é o caso da Alemanha, onde até o final de 2007 o governo concedia subsídios de € 0,45/l. Porém, em janeiro deste ano entrou em vigor na Alemanha o *Biofuel Quota Act*, substituindo os incentivos fiscais que estavam em vigor anteriormente. O efeito dessa medida provoca uma redução gradual dos incentivos ao biodiesel e óleo vegetal. (Biodieselbr). Em consequência, o preço do biodiesel vai aumentar € 0,09/l. Posteriormente, aumentos de € 0,06/l por ano vão fazer com que os preços do biodiesel e do diesel convencional estejam equiparados em 2012.

O argumento levantado pelo Ministério Alemão de Finanças para justificar a nova legislação tributária é o de que o incentivo criava uma vantagem tributária excessiva para o setor, além de informar que a nova legislação vai gerar aos cofres públicos um acréscimo de € 1,6 bilhão por ano na arrecadação (DW-World.DE, 2007).

O fato é que, até o momento, o biodiesel produzido na Europa não é competitivo em relação ao diesel de petróleo. Hoje em dia, os custos de produção de biodiesel derivado de óleo vegetal são, em média, cerca de duas vezes superiores ao do diesel mineral. Por isso, em muitos Estados Membros da União Européia, a isenção ou a redução de impostos é garantida na intenção de alcançar os objetivos estabelecidos para redução da emissão de poluentes.

De acordo com a Diretiva 30 do Parlamento Europeu de maio de 2003, em 2010 5,75% dos combustíveis para transportes consumidos na UE terão de ser renováveis. Em 2002, o consumo de biocombustíveis para transportes na UE era de apenas 0,45% (EEA, 2004).

### 2.3.2. O Mercado de Biodiesel no Brasil

No Brasil, desde a década de 20, o INT - Instituto Nacional de Tecnologia já estudava e testava combustíveis alternativos e renováveis (Biodieselbr, 2007,seq.).

Nos anos 60, as Indústrias Matarazzo buscavam produzir óleo através dos grãos de café. Então, para lavar o café de forma a retirar suas impurezas, impróprias para o consumo humano, foi usado o álcool da cana de açúcar. A reação entre o álcool e o óleo de café resultou na liberação de glicerina, redundando em éster etílico, produto que hoje é chamado de biodiesel.

Na década de 70, a UFCE - Universidade Federal do Ceará - desenvolveu pesquisas com o intuito de encontrar fontes alternativas de energia. As experiências acabaram por revelar um novo combustível originário de óleos vegetais e com propriedades semelhantes ao óleo diesel convencional, o biodiesel.

A chamada "crise do petróleo" no início da década de 70 foi a mola propulsora das pesquisas realizadas na época. O lobby canavieiro garantiu o Pro-álcool, mas o desenvolvimento de outros combustíveis alternativos não teve a mesma sorte, apesar dos fatores agroclimáticos, econômicos e logísticos positivos. O Brasil passou a produzir álcool em grande escala e, em 1979, quase que 80% da frota de veículos produzida no país eram com motores a álcool.

O uso energético de óleos vegetais no Brasil foi proposto em 1975, originando o Pró-óleo – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos. Seu objetivo era gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo. Previa-se uma mistura de 30% de óleo vegetal no óleo diesel, com perspectivas para sua substituição integral em longo prazo.

Com o envolvimento de outras instituições de pesquisas, da Petrobrás e do Ministério da Aeronáutica, foi criado o PRODIESEL em 1980. O combustível foi testado por fabricantes de veículos a diesel.

Neste mesmo período, a UFCE também desenvolveu o querosene vegetal de aviação para o Ministério da Aeronáutica. Após os testes em aviões a jato, o combustível foi homologado pelo Centro Técnico Aeroespacial.

Em 1983 o Governo Federal, motivado pela alta nos preços de petróleo, lançou o OVEG - Programa de Óleos Vegetais-, no qual foi testada a utilização de biodiesel e misturas de combustíveis em veículos que percorreram mais de 1 milhão de quilômetros. É importante ressaltar que esta iniciativa, coordenada pela Secretaria de Tecnologia Industrial, contou com a participação de institutos de pesquisa, de indústrias automobilísticas e de óleos vegetais, de fabricantes de peças e de produtores de lubrificantes e combustíveis.

Embora tenham sido realizados vários testes com biocombustíveis, dentre os quais com o biodiesel puro (B100) e com uma mistura de 70% de óleo diesel e de 30% de biodiesel (B30), cujos resultados constataram a viabilidade técnica da utilização do biodiesel como combustível, os elevados custos de produção, em relação ao óleo diesel, impediram seu uso em escala comercial.

E, enquanto o governo brasileiro arquivava estudos sobre combustíveis alternativos, a Comunidade Econômica Européia investia, com sucesso, na pesquisa de combustíveis alternativos vegetais, entre eles o biodiesel de óleo de canola, a matéria-prima mais utilizada na Europa. Na Malásia e nos Estados Unidos foram realizados experimentos bem sucedidos com palma e soja, respectivamente.

A partir de 1986, o preço do petróleo caiu muito. Os preços deixaram de criar pressão para economizar energia e aumentar a produtividade e, com isso, as atividades de produção experimental de óleo diesel vegetal foram paralisadas. Quanto ao pró-álcool, ele foi ficando de lado nas políticas governamentais e por pressões internacionais, o programa foi paralisado.

Apenas recentemente o biodiesel voltou à agenda do governo brasileiro. Em Dezembro de 2004 foi lançado, oficialmente, pelo governo brasileiro o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (MME, 2007, seq.).

A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira foi estabelecida pela Lei 11.097 de janeiro de 2005, que determina a adição voluntária de 2% de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final até 2007; sendo essa adição de 2% obrigatória a partir de 2008. A mistura de 5% de biodiesel ao óleo diesel será voluntária no período de 2008 até 2012, passando a ser compulsória a partir de 2013.

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como econômica, para produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda, cujas principais diretrizes são: (a)

implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; (b) garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; (c) produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

A Lei 11.116/05 estabelece um modelo tributário visando dois principais objetivos: segurança de arrecadação, sem possibilidades de fraudes; e, criação de mecanismos tributários diferenciados para estimular a inclusão social com a produção do biodiesel.

O modelo tributário incidente na cadeia de produção do biodiesel institui alíquotas diferenciadas para oleaginosas produzidas pela agricultura familiar, como mostra a Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2:** Tributos Incidentes: Produção do Biodiesel no Brasil

Biodiesel					Diesel de Petróleo
Agricultura Familiar no Norte, Nordeste e semi-árido com mamona ou palma	Agricultura familiar geral	Agricultura intensiva no Norte, Nordeste e semi-árido com mamona ou palma	Regra Geral		
R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	
<b>CIDE</b>	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	<b>0,07</b>
<b>PIS/COFINS</b>	<b>100%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,0)	<b>68%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,07)	<b>32%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,151)	<b>0,222</b>	<b>0,148</b>
<b>Somatório dos tributos federais</b>	<b>100%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,0)	<b>68%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,07)	<b>32%</b> de redução em relação à regra geral (R\$0,151)	<b>0,222</b>	<b>0,218</b>

Fonte: MME, 2007.

O Governo Federal também liberou recursos para a agricultura familiar com a destinação de R\$ 100 milhões para os anos de 2004 e 2005 do PRONAF (Programa Nacional da Agricultura Familiar) para o biodiesel (MDA, 2007). E, em 2004, o BNDES lançou o

Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel para o setor industrial, que consiste na participação do BNDES em até 90% para projetos com o Selo Combustível Social e participação de até 80% para os demais projetos (outros segmentos: 50% a 90%) para a aquisição de máquinas e equipamentos (MME, 2007).

A adoção do programa de biodiesel vem ao encontro de outra tecnologia já bem sucedida no Brasil, que é o caso do álcool. O processo produtivo do biodiesel através da transesterificação é um processo químico que consiste da reação do óleo vegetal com um produto intermediário ativo resultado da reação do álcool, metanol ou etanol, com uma base. Logo, na produção de biodiesel necessita-se de grande quantidade de álcool, no Brasil, utilize-se o etanol; e, para produzir álcool utiliza-se grande quantidade de diesel, que pode ser substituído pelo biodiesel (Portal do Biodiesel/ Governo Federal, 2007).

A demanda para atender aos 2% de mistura compulsórios a partir de 2008 é estimada em 840 milhões de litros por ano, enquanto a capacidade instalada já está hoje em 2,47 bilhões de litros por ano nas 44 unidades em operação, segundo a ANP - Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2008). E além disso, existem ainda outros 42 pedidos em análise pela agência que poderiam elevar a produção em mais 1,4 bilhão de litros por ano (O Globo Online, 2007).

No Brasil, as alternativas para a produção de óleos vegetais são diversas, o que constitui num dos muitos diferenciais para a estruturação do programa de produção e uso do biodiesel no país. As matérias-primas e os processos para a produção de biodiesel dependem da região considerada. As diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a sua produção e consumo.

A vocação agrícola de cada região gera grande diversidade de opções a serem empregadas no Brasil para produção de biodiesel, tais como: a palma e o babaçu no norte; a soja, o girassol e o amendoim nas regiões sul, sudeste e centro-oeste; e, a mamona, que além de ser a melhor opção do semi-árido nordestino, apresenta-se também como alternativa às demais regiões do país (Biodieselbr, 2007).

No entanto, hoje 80% do biodiesel é produzido a partir da soja, enquanto os demais 20% da produção utilizam diversos tipos de fontes de energia, sendo que: 10% da gordura animal, 5% do algodão e 5% de outras matérias-primas, como a mamona (entre 2% e 3%) (UBRABIO, 2007).

Pelo menos por enquanto, é o agronegócio comercial que tem socorrido a política social originalmente prevista pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. A

matéria-prima para produção do biodiesel, que deveria ser fornecida por pequenos produtores, virá da soja, a *commodity* agrícola com maior liquidez no mercado internacional.

Apesar do potencial econômico, existem fatores restritivos à implantação e consolidação de uma economia do biodiesel. No projeto do biodiesel, os agricultores de propriedade familiar defrontam-se com múltiplos problemas e limitações que podem ser classificados em internos e externos. Os problemas externos são aqueles que se originam fora da propriedade e da comunidade, ou seja, a solução não depende do agricultor. Os mais significativos são: (i) ausência de políticas agrícolas claras e estáveis, com destaque em preço mínimo do produto, assistência técnica e extensão rural, crédito e pesquisas agrícolas; (ii) falta de incentivo para aquisição de bens de capital tais como implementos agrícolas, instalações, e insumos. Os problemas internos, por sua vez, são os que originam dentro das propriedades e comunidades, cuja solução está ao alcance dos agricultores, e os principais são os seguintes: (i) não utilização de cultivares melhoradas de alta produtividade; (ii) ausência de informações ou orientações que possibilitem criação de cooperativas ou associações para facilitar a comercialização do produto (associações ou cooperativas existentes são usualmente de cunho político); (iii) carência de conhecimentos e uso de sistemas de produção que possibilitem a redução de custos de produção; (iv) pouco conhecimento e falta de incentivos na transformação do produto, principalmente no que se refere à qualidade (Park, 2006).

Por outro lado, a possibilidade de utilização energética do óleo de soja vem principalmente da amplitude, solidez e eficiência da sojicultura no Brasil. O sucesso dessa atividade tem como base maior o padrão tecnológico adotado, como afirmam os professores e pesquisadores do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB), Magda Wehrmann, João Nildo Vianna e Laura Duarte (Wehrmann, Viana e Duarte, 2007, seq.).

Nas últimas décadas o incremento da área cultivada com soja foi significativo no Brasil: em 1970 foram plantados 1.319 mil ha e, em 2007, 20.581 mil ha; o rendimento médio saltou de 1.211 kg/ha para 2.816 kg/ha, no mesmo período (IBGE, 2008). O parque de esmagamento de soja também se consolidou rapidamente.

Considerando-se as dimensões continentais do Brasil, a produção de biodiesel será fortemente favorecida pela regionalização de sua produção, equilibrada com o consumo de diesel, ao longo do país, reduzindo o custo de frete sem necessidade de transporte a longas distâncias. Neste caso, a soja também apresenta um importante diferencial com a descentralização de sua produção, presente em todas as regiões do país. Portanto, existe um

potencial para a produção de biodiesel de soja em todo o território nacional, podendo atender a variados percentuais de mistura em, praticamente, todas as regiões.

A soja não é a opção mais atrativa para produção de biodiesel, no que concerne ao custo de produção do seu óleo, quando comparada com outras oleaginosas, como se pode ver na Tabela 3. Entretanto, a escala de produção e a forma como está estruturado o seu complexo, colocam o biodiesel de soja como uma alternativa a ser fortemente considerada.

**Tabela 3:** Alternativas brasileiras para o óleo vegetal, segundo os custos de produção

Oleag.	Prod. 1000 t	Rend. (kg/ha)	Preço R\$/t	Teor de óleo (%)	Custo R\$/t
Dendê	772	9.123	62	22	283
Babaçu	ND	842	500	66	333
Girassol	60	1.500	267	44	606
Mamona	99	768	390	48	813
Soja	52.017	2.800	290	18-20	1.609

Fonte: CONAB, 2007.

ND - Não Disponível

Em resumo, temos que a soja, a mamona, o dendê e o babaçu são considerados as oleaginosas mais promissoras para a produção de biodiesel em larga escala no Brasil, sendo que três delas são exploradas pela agricultura familiar e uma pela agricultura empresarial. A produção de biodiesel de soja está sendo sustentada em argumentos como eficiência, infra-estrutura instalada e a escala da sojicultura. Para o caso da produção de biodiesel a partir das demais oleaginosas, os principais argumentos são de cunho econômico e socioambientais e dependem de vontade política para investir em sua produção e elaborar políticas públicas para consolidação do setor.

Sabemos que o óleo de soja é o único produto que pode alavancar a produção nacional de biodiesel no curto-prazo, abrindo caminho para os demais óleos vegetais no médio prazo.

Porém, o óleo de soja é, somente, um dos componentes do sistema produtivo da soja. Sua produção é condicionada à demanda do mercado externo de farelos e de tortas; no mercado interno essa produção concorre para o abastecimento nacional de óleos comestíveis, participando da cadeia alimentícia da população, que se apresenta estável. Ao longo dos últimos 10 anos foi montada uma estrutura de esmagamento de grãos, distribuída nas diversas regiões produtivas, de maneira que em 2002 o país já tinha capacidade instalada de esmagar 40 milhões de toneladas de grãos por ano, que continua relativamente estável e parcialmente ociosa (ABIOVE, 2007).

Os grandes grupos detêm 50% da capacidade de esmagamento. Na safra 2001/2002 só foram utilizados 56% da capacidade instalada. Nas safras seguintes, com o mercado interno estabilizado desde 1987, o aumento da produção de óleo respondeu a uma demanda do mercado externo por farelos e tortas, visto que o óleo não é o item mais importante da pauta de exportações dos derivados de soja. Para a safra 2007/08, o MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – projetou uma produção 5,66 milhões de toneladas de óleo, que representa 72% da capacidade instalada. Isto significa um potencial de produção de combustível sem necessidade de investimento em toda cadeia produtiva do óleo de soja (MAPA, 2008).

Para a obtenção de biodiesel a partir de óleo de soja é necessária a complementação na estrutura da cadeia de produção do complexo da soja. Esta complementação consta da introdução de uma unidade de transesterificação para dar ao óleo processado características físico-químicas muito semelhantes ao diesel.

A produção de biodiesel a partir da soja pode ser uma estratégia de aproveitamento de parte da capacidade nominal de esmagamento instalada no país, que se encontra com mais de 40% ociosidade, e poderá ter sustentabilidade econômica, uma vez que ele pode abrir novos mercados para a agricultura tradicional.

Entretanto, esse potencial não ameniza os efeitos sobre o meio ambiente que a produção de soja em larga escala representa, especialmente se ela for acompanhada de um aumento da área cultivada. Mesmo se for mantida a área de plantio, a produção de biodiesel de soja não se sustenta ambientalmente, uma vez que pouco reduzirá os níveis de emissões dos motores e não alterará o balanço de carbono.

No que se refere à sustentabilidade social, o biodiesel de soja também não se apresenta sustentável, uma vez que em pouco alterará o perfil da ocupação de mão-de-obra do complexo da soja. Cabe aqui lembrar que a produção de soja é uma atividade concentradora de renda e socialmente excludente.

Com relação à geração de empregos, a opção por biodiesel de soja pode não ser a mais apropriada, sobretudo quando comparada com outras oleaginosas, como a mamona.

Em resumo temos que o biodiesel de soja apresenta vantagens competitivas com relação ao custo de produção, regionalização e mercado internacional, mas sua produção apresenta dimensões ambientais e sociais questionáveis.

### 3. AS CAUSAS DA ALTA DOS PREÇOS DOS ALIMENTOS

Os preços das *commodities* agrícolas no mercado mundial, como grãos e óleos vegetais, têm subido significativamente, atingindo altas históricas – mais de 60% acima do nível de apenas 2 anos atrás. Os preços de varejo dos alimentos em muitos países também têm subido nos últimos 2 anos, gerando preocupação em todo o mundo (USDA, 2008). Ver figura 2.

**Figura 2:** Evolução dos preços médios internacionais das 4 principais *commodities* alimentícias (trigo, arroz, milho e soja)



Fonte: USDA, 2008.

A causa desta alta dos preços dos alimentos é complexa e é explicada por uma combinação de fatores mutuamente reforçados, incluindo seca em importantes regiões produtoras de grãos, baixos estoques de cereais e óleos vegetais, aumento do uso de fontes de energia agrícolas para uso na produção de biocombustíveis, rápido aumento do petróleo e a contínua desvalorização do dólar, a moeda no qual os indicadores de preços destas

*commodities* são tipicamente cotadas. Alguns destes fatores por trás do atual aumento de preços são transitórios, enquanto outros podem ser permanentes (OECD, 2008).

Do lado da oferta, existe uma tendência de longo prazo de redução da taxa de crescimento anual da produção agregada de grãos e óleos vegetais. Entre 1970 e 1990, a produção cresceu numa média de 2,2% ano. Desde 1990, a taxa de crescimento tem caído para cerca de 1,3% ao ano. O crescimento da produtividade tem contribuído mais com o crescimento da produção, do que a expansão das áreas cultivadas. O crescimento global da área plantada foi em média de 2,0% por ano entre 1970-1990, mas caiu para 1,1% ao ano entre 1990 e 2007 (USDA, 2008).

Esta tendência de longo-prazo foi acentuada por acontecimentos que pressionaram os preços mundiais. Entre 2005 e 2007 coincidentemente aconteceu uma temporada de clima desfavorável nas maiores regiões produtoras do mundo, com secas em importantes países produtores de todos os continentes. A queda da produção, em relação à média dos anos anteriores, foi suficiente para aumentar os preços, embora sob condições de estoques “normais” o mercado poderia ter sido amortecido e segurado a alta dos preços. No entanto, os estoques ainda continuam baixos e mantiveram queda entre 2006 e 2007 por causa do mau tempo e da baixa colheita dos maiores países exportadores (OECD, 2008, seq.).

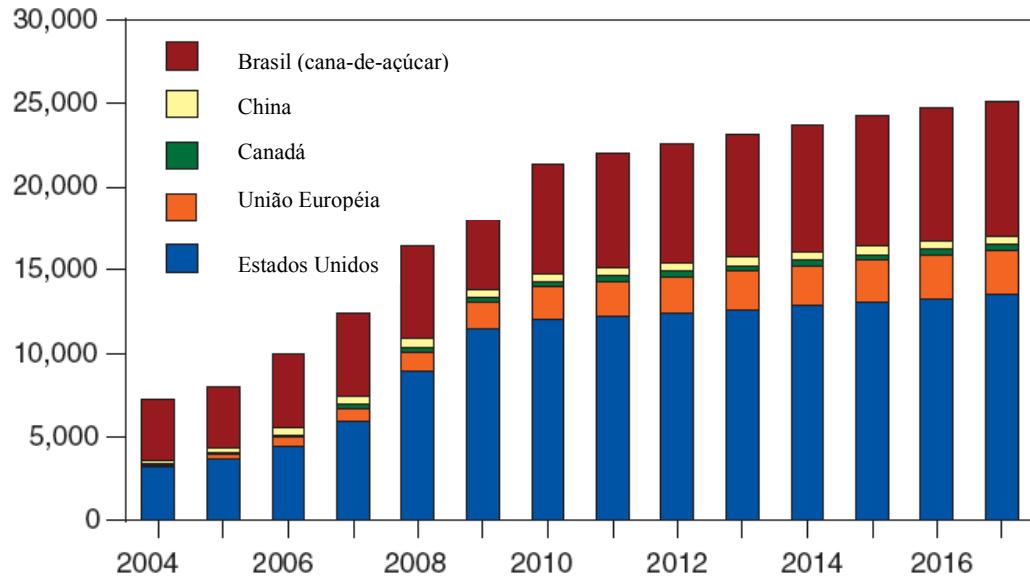
Ao mesmo tempo, houve um forte crescimento da demanda. Durante a última década, o crescimento global da renda média combinado com um aumento da população fez crescer a demanda por alimentos, principalmente nos países emergentes, como China, Índia e Brasil. Com o aumento da renda *per capita* os consumidores dos países em desenvolvimento não somente aumentaram seu consumo *per capita* de alimentos básicos, como também diversificaram suas dietas incluindo mais carne, laticínios e óleos vegetais, que consequentemente aumentaram a demanda por grãos e óleos vegetais.

As condições macroeconômicas que favorecem o crescimento econômico, o aumento do poder de compra e o fortalecimento da demanda por *commodities* agrícolas são esperados que mantenham-se, pelo menos nos países em desenvolvimento.

Mais da metade do aumento no uso de grãos e dos óleos vegetais foi devido à maior utilização na indústria de biocombustíveis (OECD, 2008). De acordo com as figuras abaixo publicadas pelo USDA – United States Department of Agriculture no relatório “Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices”, em maio de 2008, o uso de grãos e óleos vegetais como matéria-prima

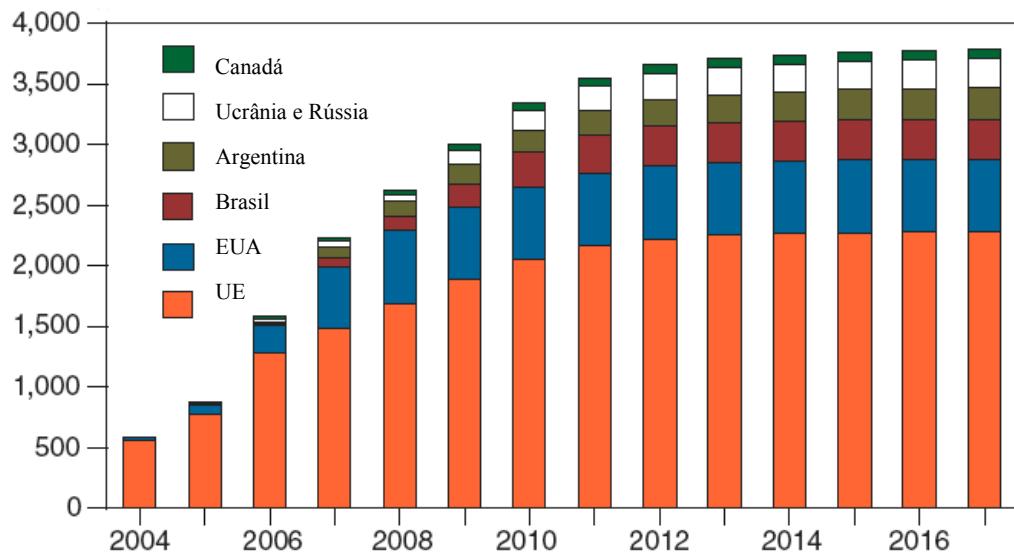
para produção de biocombustíveis tem crescido rapidamente nos últimos dois anos e tem projeção para continuar expandindo (USDA, 2008).

**Figura 3:** Produção de Etanol dos principais produtores mundiais



Fonte: USDA, “*USDA Agricultural Projections to 2017*”, 2008.

**Figura 4:** Produção de Biodiesel dos principais produtores mundiais



Fonte: USDA, “*USDA Agricultural Projections to 2017*”, 2008.

Outros fatores também contribuíram para o quadro atual. O preço do petróleo, e o preço da energia em geral, são fatores críticos para o aumento do custo de produção das *commodities* agrícolas e dos alimentos e, em última instância, nos preços do mercado destes bens. As projeções indicam que a alta do petróleo é permanente. A alta do preço do petróleo sinaliza ao mundo que é necessária uma alternativa de combustíveis para transportes. O preço do petróleo irá refletir no preço dos alimentos não apenas devido à energia usada nas plantações e manufatura, transporte e venda dos alimentos, mas também em termos do custo das matérias-primas para produção de alimentos (OECD, 2008, seq.).

Desde 2002, o dólar americano começou a se depreciar, primeiro contra as moedas dos países desenvolvidos e, mais tarde, contra moedas de muitos países em desenvolvimento. Com a perda de valor do dólar em relação à moeda de um país importador, o custo de importação daquele país é reduzido. Dado que os Estados Unidos são os maiores fornecedores mundiais de muitas das *commodities* agrícolas, a importação de *commodities* dos Estados Unidos para países estrangeiros começa a aumentar. Este movimento pressiona os preços internos destas *commodities* nos EUA.

A coincidência de todos estes fatores fez os preços subirem excepcionalmente.

Mais recentemente, também ocorreu um significativo aumento de investimentos no mercado de derivativos agrícolas de recursos não-tradicionais, seja por diversificação de portfólio ou por especulação. É certo que isto tem contribuído para o aumento dos preços futuros no curto-prazo e é um fator adicional na atual alta dos preços no mercado.

Além disso, em resposta a esta alta dos preços dos alimentos, muitos países começaram a adotar medidas de política protecionistas para reduzir o impacto dos preços nos seus consumidores. No segundo semestre de 2007, alguns países exportadores (como, China, Argentina, Rússia, Ucrânia, Malásia, entre outros) fizeram mudanças de políticas designadas a desencorajar as exportações e manter a produção doméstica dentro do país. O objetivo foi o de aumentar a oferta e restringir o aumento dos preços dos alimentos. No entanto, estas medidas normalmente forçam maiores ajustes e maiores preços no mercado global.

No início deste ano, países importadores (como, Índia, Indonésia, Tailândia, Coréia, Estados Unidos) também começaram a tomar medidas de política protecionista para combater a alta dos preços das *commodities* que eles compram no mercado internacional. O objetivo é fazer as importações se tornarem viáveis para o consumidor com preços menores, reduzindo tarifas de importação. As políticas adotadas pelos países importadores também alteram a

relação de preços no mercado mundial. Estas mudanças de política aumentam a demanda por *commodities* alimentícias, mesmo quando os preços mundiais já estão rapidamente subindo (USDA, 2008).

Várias pressões sobre o mercado internacional de grãos têm contribuído para o rápido crescimento dos preços durante os últimos anos, e, os biocombustíveis têm sido apenas um dos fatores, embora tenha uma importante participação. O lento crescimento da oferta e o rápido crescimento da demanda por grãos e óleos vegetais para todos os usos (alimentação, ração animal e combustíveis) são fatores de longo-prazo que, provavelmente, não serão revertidos (OECD, 2008, seq.).

A demanda de insumos para a produção de biocombustíveis é esperada para crescer ainda mais, apesar de menos do que nos últimos três anos, e, sob a atual política estabelecida aparentam representar um fator permanente na formação dos preços. A produção dos biocombustíveis pode ter impactos diretos e indiretos na oferta de alimentos. Se os biocombustíveis são produzidos de matéria-prima que poderiam ser usadas para alimentação, então os biocombustíveis reduzem diretamente a oferta potencial de alimentos. E, mesmo se a matéria-prima não for usada para produzir biocombustíveis, ela ainda poderá afetar a oferta de alimentos se a colheita estiver crescendo em terras que poderiam ser plantadas com alimentos.

O estudo “*Rising Food Prices: Causes and Consequences*” publicado este ano pela OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development* – afirma que a demanda por cereais para uso na produção de biocombustíveis é projetada, considerando-se a manutenção das políticas atuais, para quase dobrar entre 2007 e 2017; apesar de que a maior parte do aumento projetado para o uso total é explicada pelo crescimento da demanda de cereais para alimentação humana e animal, particularmente nos países em desenvolvimento que apresentam forte crescimento econômico (OECD, 2008, seq.).

A OECD também projeta que o uso de óleos vegetais para produção de biocombustíveis representará um terço do crescimento da demanda esperado para o período de 2005 a 2017, sendo que outros usos também serão impulsionados pelo crescimento da renda nos países em desenvolvimento.

Nota-se que porque os biocombustíveis requerem biomassa, e porque a biomassa requer tipicamente terra, haverá sempre uma conexão entre a produção de biocombustíveis e a oferta de alimentos. Pode haver discordâncias sobre a magnitude do impacto dos

biocombustíveis no preço dos alimentos, mas não existem discordâncias de que existe um impacto.

#### 4. O DEBATE: ENERGIA X ALIMENTOS

A ampliação do papel da agricultura tornando-se provedora, de forma confiável e de longo-prazo, de recursos energéticos depende de muitos fatores. Mas, mais criticamente, depende dos preços das matérias-primas, que representam a maior parcela do custo de produção dos biocombustíveis. A competição entre os setores de biocombustíveis e os outros setores que utilizam o mesmo insumo é também crucial, uma vez que a rentabilidade relativa destas indústrias irá determinar as mudanças de longo-prazo no setor agrícola. Por exemplo, os preços relativos do etanol e do açúcar, ambos subprodutos da cana-de-açúcar, são críticos para o entendimento de como estas indústrias irão se desenvolver ao longo do tempo (OECD, 2006).

Como já desenvolvido na seção anterior, o crescimento do mercado de biocombustíveis não é a única causa que explica a recente alta dos preços dos alimentos. Porém, passou a ser um fator permanente na formação dos preços das *commodities* agrícolas, que são utilizadas como insumo para produção dos biocombustíveis. Além deste efeito direto na oferta e preços dos alimentos, existe também o efeito indireto gerado pela competição para o uso de terras agricultáveis, nos países onde não é possível se expandir as plantações para terras ainda não cultivadas.

Atualmente, existe uma escassez de dados oficiais e um número limitado de estudos publicados sobre o mercado de biocombustíveis, uma vez que esta indústria tem experimentado um rápido crescimento apenas muito recentemente. No entanto, com o aumento da importância dos biocombustíveis em geral, e particularmente do etanol, o claro entendimento dos fundamentos deste mercado e dos impactos da expansão dos biocombustíveis nos mercados agrícolas é de suma importância. Questões sobre o transbordamento dos efeitos em outros mercados e sobre como as características do mercado, o preço do petróleo e como a mudança de políticas dos governos podem afetar a relação entre os setores de biocombustíveis e agrícolas têm sido discutidas atualmente (Elobeid e Tokgoz, 2008).

Este capítulo tem como objetivo principal condensar os trabalhos publicados mais importantes sobre este debate e avaliar as suas principais conclusões, colaborando para o desenvolvimento de futuros trabalhos que venham a aprofundar este estudo.

A dinâmica da relação entre os biocombustíveis e os mercados agrícolas, que tem intensificado o aumento dos preços das safras e dos alimentos na medida em que a expansão da indústria dos biocombustíveis avança, pode ser descrita da seguinte forma: os preços das *commodities* agrícolas (principalmente, milho, cana-de-açúcar e soja) são impactados pela demanda adicional para utilização como insumo para produção de bioetanol e biodiesel. Os preços das outras colheitas também são afetados, uma vez que a área de cultivo é realocada entre elas. Também há implicações nos setores de alimentos e pecuária. Por exemplo, a demanda por milho resultante da expansão do etanol nos EUA lidera um aumento dos preços do milho e da área cultivada com milho. Dado que a alocação de terras depende da rentabilidade relativa, o aumento da área de plantação do milho vem a custo de outras colheitas, como trigo e soja. Isto implica em um aumento dos preços das safras que, em última instância, afetam os setores americanos de pecuária via o aumento dos preços das rações animal, como milho e farelo de soja. Com a abertura do mercado, o impacto da expansão do etanol sobre os preços das safras, ração animal e alimentos poderia ser amenizado pela expansão do comércio (Baker, Hayes e Babcock, 2008, seq.).

Portanto, a competição entre áreas agricultáveis tem transferido parte da pressão da demanda por matérias-primas de biocombustível para os mercados de outras *commodities* agrícolas. Os produtores tomam decisões racionais sobre como alocar as plantações baseados nos preços de mercado esperados e nas limitações de rotação de cultivo. Os produtores irão considerar que a utilização das terras para produzir matéria-prima para biocombustível tem um custo de oportunidade. Os investidores que irão implementar novas unidades produtivas de biocombustível só irão fazê-lo se a rentabilidade esperada for igual ou maior que a expectativa de retorno de outros investimentos na economia.

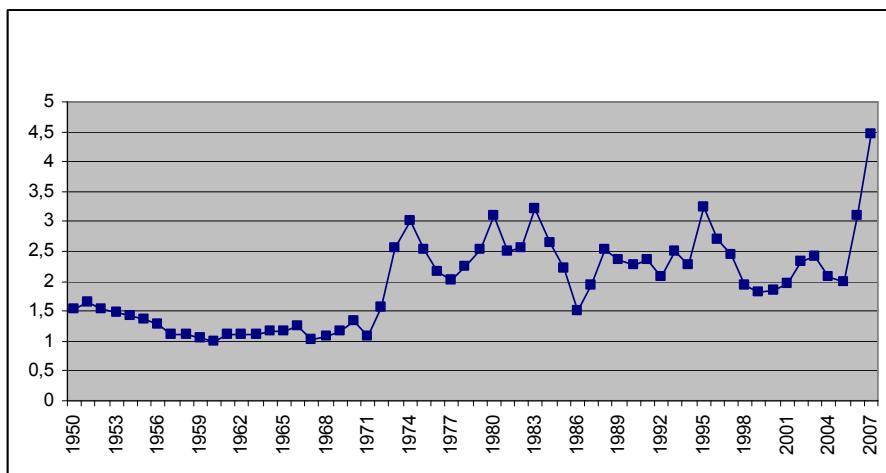
Baker, Hayes e Babcock (2008) desenvolveram um modelo de equilíbrio geral para avaliar a produção de biocombustíveis sob um cenário de limitação de terras e incertezas de mercado. Neste modelo a economia é constituída pelos fazendeiros, os agentes que irão demandar as *commodities* agrícolas, seja para produção de alimentos ou para produção de energia, e os investidores, que irão decidir sobre investir em fábricas para produção de biocombustível ou no *portfólio* de mercado. As incertezas da economia vêm do risco sobre as expectativas referentes às colheitas das *commodities* agrícolas e do preço do petróleo. Estas duas variáveis independentes apresentam uma relação de causalidade unidirecional, o que significa que a produção de biocombustíveis não irá influenciar o preço do petróleo (Baker, Hayes e Babcock, 2008, seq.).

Neste modelo, os autores assumem que uma unidade de terra representa a produtividade da indústria agrícola americana em termos de potencial de safra e limitações de rotações de plantio. Os produtores tomam como dados os preços e a função custo da produção. Os preços da produção e a colheita são fatores de incerteza, porém os agentes na economia conhecem a alocação eficiente entre preços e safra. Assim, os produtores fazem a alocação de terras no início do período entre as possibilidades de plantação. Como premissa, os produtores são neutros ao risco e buscam maximizar o valor presente do lucro esperado no curto e longo-prazo, considerando as limitações de terras.

O referido estudo afirma que existem duas forças que podem significativamente afetar a evolução da indústria de biocombustíveis, que são as políticas governamentais e os preços da energia. Sob políticas de incentivo à produção e altos níveis obrigatórios de uso de biocombustíveis, o padrão de alocação de terras é alterado significativamente favorecendo as colheitas que produzirão bioenergia. Estas ações resultam em aumento dos preços das *commodities* agrícolas. Com um montante de terra fixo e sem oportunidade de maiores ganhos de produtividade, é impossível aumentar o montante de cada plantação dedicada à energia e manter o mesmo nível de consumo de cada *commodity* para uso de alimentos e ração animal. A competição entre terras assegura que prover incentivos para apenas uma determinada plantação irá aumentar os preços de equilíbrio de todas elas. Sob cenários de aumento do preço do petróleo o resultado é o mesmo, tendo em vista que neste caso também é gerado um estímulo à substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis.

Nos Estados Unidos, segundo o *USDA*, em 2001 o volume de milho destinado para produção de etanol era de 706 milhões de bushels. No ano de 2007, 2,95 bilhões de bushels de milho foram utilizados para a produção de etanol e, em 2008, é projetado um volume de 3,95 bilhões de bushels de milho para produção de álcool combustível (*USDA*, 2008). Em 2007, a indústria americana produziu mais de 6,5 bilhões de galões de álcool, quase quatro vezes mais que o volume produzido em 2001 que foi de 1,77 bilhões de galões. (*RFA – Renewable Fuels Association*, 2008) Neste mesmo período, os preços médios do milho subiram de US\$ 1,97/bushel em 2001 para US\$ 4,45/bushel em 2007. A seguir, a figura 5 mostra a evolução do preço médio do milho nos EUA entre os anos de 1950 a 2007 (*USDA*, 2008).

**Figura 5:** Evolução do preço médio do milho nos Estados Unidos – 1950 a 2007



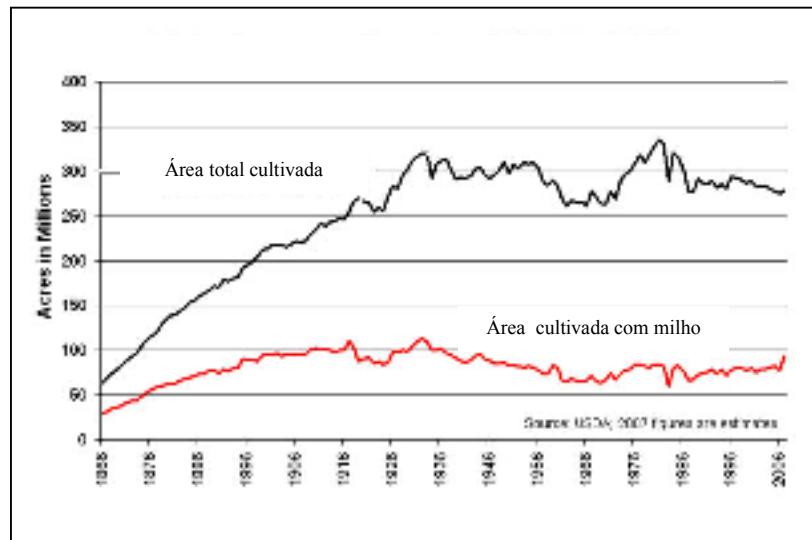
Fonte: USDA, 2008.

Os produtores tomam suas decisões sobre as plantações baseados nos sinais do mercado. Se a demanda por milho é alta e a receita-por-hectare é mais atrativa relativamente às outras colheitas, os fazendeiros irão plantar mais milho. Foi exatamente isto o que ocorreu em 2007. Com preços mais altos que o normal, os produtores foram estimulados a plantar 92,9 milhões de hectares de milho, 19% a mais que 2006 (NCGA, fevereiro de 2007, seq.).

Utilizando dados do departamento de agricultura americano (USDA) a figura 6, elaborada pela NCGA - *National Corn Growers Association*, mostra a evolução da área de plantação total nos EUA e, em particular, da área de plantação de milho. Em 1932, a área total cultivada foi de 320,4 milhões de hectares. Em 2007, caiu para 278,1 milhões de hectares, conforme estimativas do USDA.

Neste mesmo período, a área agrícola para plantação de milho dos Estados Unidos também apresenta uma tendência de queda. Em 1932, o milho teve uma área recorde de 113 milhões de hectares. Em 2007, como citado acima, a área foi de 92,9 milhões de hectares. Por outro lado, a produtividade do setor teve um grande crescimento e a produção de milho aumentou mais de cinco vezes entre 1932 e 2007. A colheita média saiu de 26,5 milhões de bushels por hectare em 1932 e foi estimada em 153 milhões por hectare em 2007.

**Figura 6:** Tendência de terras cultivadas nos EUA, 1866 a 2007



Fonte: elaborado com dados do USDA pela NCGA, 2007.

Para a Associação dos produtores americanos de milho, a NCGA, são incorretas as críticas que têm afirmado que a crescente demanda de milho para etanol nos EUA trará impactos nos preços dos alimentos (NCGA, fevereiro de 2007, seq.).

A NCGA argumenta que, em 1995 os preços do milho nos EUA também tiveram uma forte alta, com média de US\$ 3,24/bushel naquele ano. Neste período, muitas publicações alertavam que a conversão do milho em etanol faria com que os preços das carnes aumentassem drasticamente, pois haveria uma redução da disponibilidade de milho para produção de farelo protéico gerando aumento nos custos da produção de carnes. Porém, estas previsões não se concretizaram e nos anos subseqüentes o preço médio do milho voltou a se estabilizar, como foi mostrado na figura 5.

Além disso, eles afirmam que o milho e outros grãos são insumos com uma participação pequena na produção de alimentos industrializados, por isso, a alta do preço dos grãos não é o único responsável pela crescente inflação nos setores de alimentos nos EUA. Para a NCGA, a flutuação do preço do milho geralmente não reflete nos preços de varejo de produtos industrializados como os cereais, os lanches e as bebidas adoçadas (NCGA, dezembro de 2007).

Contradizendo as projeções da associação dos produtores de milho americano, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, USDA, projeta que a forte expansão da

produção de etanol derivada do milho afetará praticamente todos os aspectos do setor agrícola, abrangendo desde a demanda doméstica e as exportações até o preços e a alocação de terras entre os tipos de colheitas (USDA, 2007, seq.).

De acordo com o USDA, até 2011 a rápida expansão na produção global de biocombustíveis mudará a relação de preços entre as *commodities* agrícolas. O crescimento da demanda por grãos (principalmente milho) utilizados para produção de etanol nos Estados Unidos aumentará os preços do milho relativamente aos preços de outros grãos e da soja. O USDA também estima que os preços das outras colheitas devam subir, impulsionados pelos ajustamentos nas áreas plantadas e mudanças nas produções e pelo valor dos alimentos em substituição ao milho

Ainda de acordo com o USDA, a produção de milho americana para o etanol continuará em forte expansão até 2009/10, sendo reflexo da construção de novas usinas em resposta ao forte incentivo da rentabilidade. E, nos anos subsequentes a expansão se dará a uma taxa de crescimento menor. Em 2016, a USDA projeta uma produção de etanol superior a 12 bilhões de galões por ano, utilizando mais de 4,3 bilhões de bushels de milho.

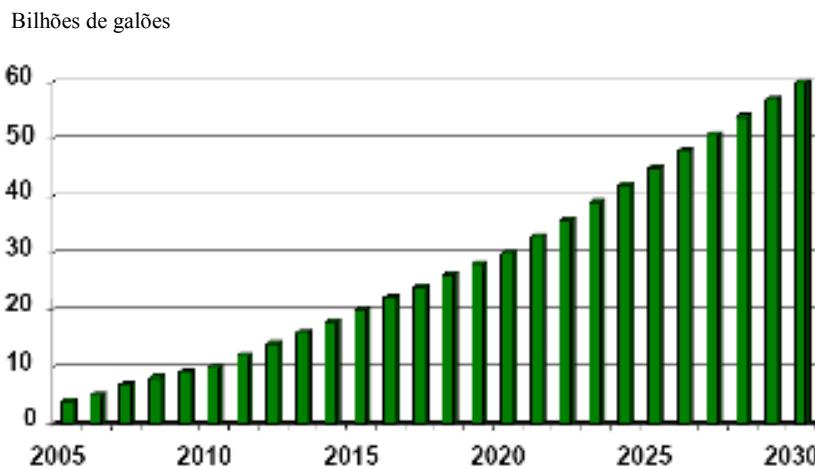
Sendo os Estados Unidos o maior exportador de milho do mundo, as projeções do USDA indicam que, com o aumento do uso do milho para produção do etanol americano, as exportações de milho dos EUA crescerão muito pouco até 2010/11 e os preços internacionais do milho subirão.

Ugarte et al. (2006) apresenta um estudo que examina os impactos da expansão da produção americana de etanol na economia e na agricultura. Neste estudo os níveis de produção analisados são de 10, 30 e 60 bilhões de galões de etanol em 2010, 2020 e 2030, respectivamente. Este cenário é apresentado na figura 7 (Ugarte et al., 2006, seq.).

De acordo com o artigo, entre 2007 e 2012, o grão de milho continua sendo a principal matéria-prima para o etanol, que alcança uma produção de um pouco mais de 12 bilhões de galões por ano, resultando em um aumento de cerca de US\$ 0,90 por bushel e aumentando o preço do milho para US\$ 3,00 por bushel em 2010. O estudo inclui como premissa que o etanol celulósico passa a ser comercialmente viável a partir de 2012. Porém, os autores afirmam que, caso o álcool celulósico não seja comercialmente viável até 2015, 20 bilhões de galões de etanol teriam de ser produzidos de milho neste ano. O resultado no preço do milho seria um aumento para US\$ 4,65/ bushel. Este alto preço seria praticamente proibitivo para

atender às metas de produção do etanol. Por isso, neste modelo, a partir de 2012 a importância do álcool celulósico começa a crescer.

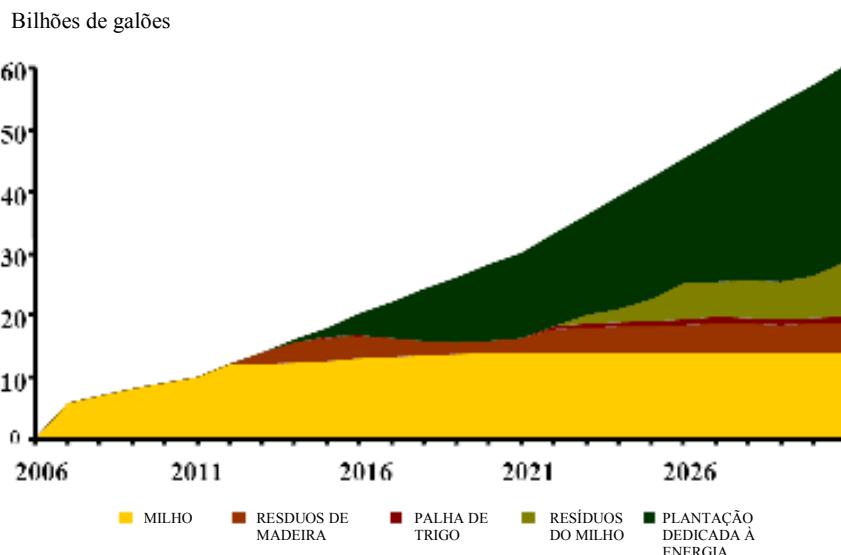
**Figura 7:** Produção mundial de etanol - Cenário



Fonte: Ugarte et al., “*Economic and Agricultural Impacts of Ethanol and Biodiesel Expansion*”, 2006.

A participação do grão de milho alcança um pico em 2012, com 12 bilhões de galões de etanol produzidos de grão de milho, cai levemente e depois se mantém estável nos últimos anos, sendo de menos de 8 bilhões de galões em 2030, como demonstrado na figura 8. É certo que com o pico de produção de etanol de grão de milho em 2012, a área de produção de milho também experimenta um crescimento significativo, que é amenizado quando o etanol celulósico é introduzido no cenário.

**Figura 8:** Produção mundial de etanol por matéria-prima selecionada - Cenário



Fonte: Ugarte et al., “*Economic and Agricultural Impacts of Ethanol and Biodiesel Expansion*”, 2006

Uma das maiores mudanças, prevista pelos autores, no padrão de uso de terras da agricultura americana é a redução das plantações de soja. Durante o período do estudo, a área projetada para plantação de soja cai de 73,3 milhões de hectares em 2007 para 62,7 milhões de hectares em 2030, uma redução de 10,6 milhões de hectares. Esta redução acontece principalmente devido ao aumento de produção de etanol de milho. As exportações de soja também caem, uma vez que a demanda doméstica para produção de alimentos e biodiesel de soja se mantêm estável.

No estudo de Ugarte et al. (2006), os preços estimados de todas as principais *commodities*, milho, trigo e soja, experimentam aumentos de preços significativos durante o período. O preço do milho alcança um pico de US\$ 3,00/ bushel em 2012. Este resultado comprova que a produção de biocombustíveis não apenas gera mudanças no uso das terras, mas também tem impactos significativos sobre os preços das *commodities* agrícolas.

No entanto, este estudo não está compatível com as metas atuais da política ambiental do governo, uma vez que no início de 2007, o governo americano introduziu o AFS – *Alternative Fuel Standard* – no programa ambiental, que estabeleceu um padrão abrangente de uso de combustíveis alternativos, abrangendo o álcool etanol, álcool celulósico, biodiesel,

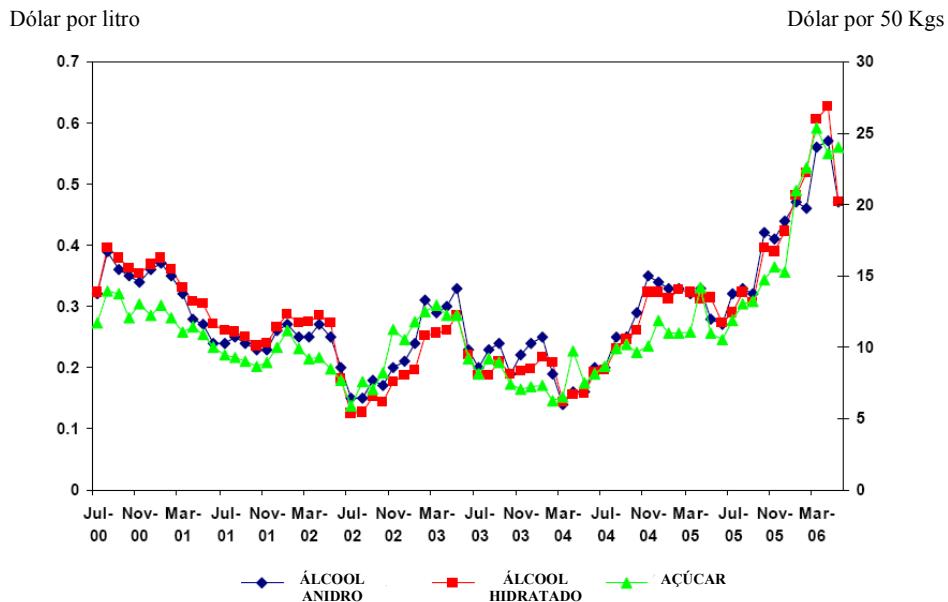
metanol, butanol, hidrogênio e outros combustíveis alternativos. O objetivo é reduzir o consumo americano de gasolina em 20% até 2017. Para atingir esta meta, estima-se uma produção de 35 bilhões de combustíveis renováveis e alternativos em 2017, enquanto o estudo de 2006 prevê que a meta de substituir 20% de gasolina por etanol seria alcançada apenas em 2030, com a produção de 60 bilhões de litros de etanol substituindo exatamente 21,7% do consumo de gasolina estimada (Tokgoz e Elobeid, 2006). Além disso, como já mostrado nesta seção, em 2007 o preço médio do milho foi de US\$ 4,45/ bushel (USDA, 2008), muito acima do pico de preço estimado no trabalho de US\$ 3,00/ bushel em 2012 (Ugarte et al., 2006).

No estudo de Baker, Hayes e Babcock (2008), já citado anteriormente, estas projeções indicam que, sob a atual política de incentivo aos biocombustíveis americana, isto é, para cumprir o AFS até 2017, a alocação de terras nos Estados Unidos no equilíbrio de longo prazo será de 61% para produção de milho, levando à um preço de US\$ 4,76/ bushel (Baker, Hayes e Babcock, 2008).

Avaliando o caso do Brasil, Tokgoz e Elobeid (2006) afirmam que, historicamente, os preços do açúcar e do etanol têm a tendência de se moverem juntos (Figura 9). Porém, eles sugerem que com o recente significativo aumento dos preços do petróleo, os fundamentos da relação entre o açúcar e o etanol no Brasil teriam mudado. Segundo os autores, o aumento da demanda por etanol, resultado do aumento dos preços do petróleo, transferiu cana-de-açúcar, anteriormente destinada à produção de açúcar, para a produção de etanol, pressionando a oferta e aumentando o preço do açúcar. Eles afirmam que a competição entre o açúcar e o etanol foi intensificada a partir de 2003 com a introdução dos veículos *flex-fuel* no Brasil (Tokgoz e Elobeid, 2006).

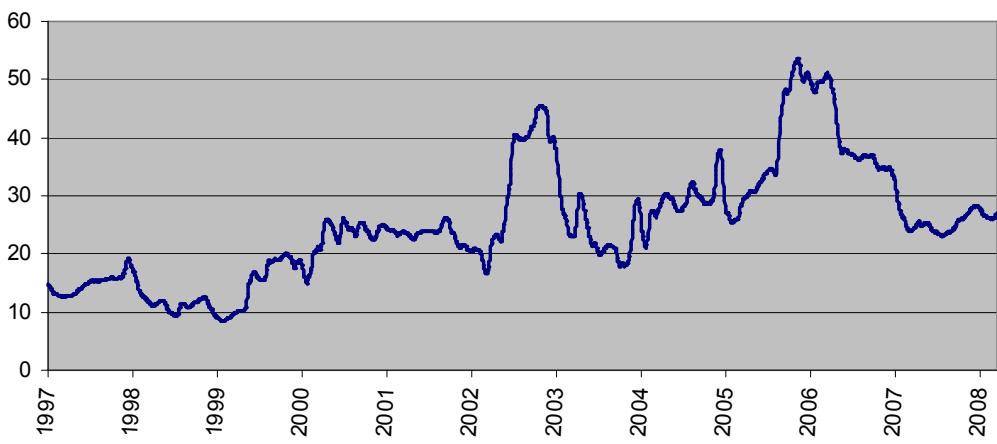
Obviamente, a produção de cana-de-açúcar para etanol compete com a produção de açúcar. No entanto, Silva e Freitas (2008) têm uma avaliação distinta para o desempenho do mercado de açúcar e etanol. Entre o período de 2005 à 2006, o preço do álcool no Brasil passou de R\$ 1,00 em março de 2005 para mais de R\$ 1,60 em março de 2006 (DIEESE, 2008). Silva e Freitas argumentam que esse aumento foi justificado pela valorização do açúcar no mercado internacional neste período, que passou de menos de US\$ 0,22 kg<sup>-1</sup> para US\$ 0,47 kg<sup>-1</sup> (Silva e Freitas, 2008). O reflexo do aumento no mercado internacional, elevou os preços domésticos da saca de 50 kgs do açúcar de R\$ 32,24 em março de 2005 para R\$ 51,72 em março de 2006, como mostra a figura de histórico mensal dos preços de açúcar entre maio de 1997 até julho de 2008 – figura 10 (DIEESE, 2008).

**Figura 9:** Histórico dos preços do etanol e do açúcar no Brasil em dólar



Fonte: elaborado com dados do CEPEA (2006) por Tokgoz e Elobeid em *“An Analisys of the Link between Ethanol, Energy and Crops Markets”*, 2006.

**Figura 10:** Histórico dos preços domésticos do açúcar em R\$ de 1997 a 2007 - valor c/ imposto da sc/50 kgs



Fonte: DIEESE, 2008.

Por outro lado, existem evidências de que a alta do preço do açúcar está associado ao forte preço do petróleo. Um estudo de mercado da FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – conclui que os preços do açúcar geralmente tendem a acompanhar os preços do petróleo (FAO, 2006). Silva e Almeida (2006) também encontraram, com base em testes de causalidade de Granger<sup>(11)</sup>, indícios de uma relação causal unidirecional significativa entre os preços do petróleo e do açúcar em nível internacional.

Balcombe e Rapsomanikis (2008) acrescentam ao exposto acima que no Brasil o preço do petróleo determina o equilíbrio de longo-prazo do açúcar, mas também do etanol. Os autores encontram que existe uma relação de causalidade de Granger do preço do açúcar sobre o preço do etanol, mas não no sentido contrário. A relação hierárquica de causalidade seria do petróleo para o açúcar e para o etanol (Balcombe e Rapsomanikis, 2008).

Portanto, avalia-se que o aumento do preço do açúcar no mercado doméstico em 2008 foi gerado por uma valorização no mercado internacional e, não, devido ao aumento da produção de etanol no Brasil.

Os números e indicadores atípicos de 2006 tiveram um reflexo negativo, em termos de preço, na safra 2007/08, uma vez os investimentos e as decisões tomadas para esta safra tomaram como base o ano anterior. Para Torquato (2008), essa decisão acarretou em uma oferta de álcool além da capacidade da demanda interna e externa, com consequência nos preços do álcool e do açúcar (Torquato, 2008, seq.).

A safra 2007/08 de cana-de-açúcar no Brasil foi de cerca de 475 milhões de toneladas, um aumento de 11,5% em relação à safra passada que foi de 426 milhões de toneladas, de acordo com dados da CONAB (2007). Torquato (2008) afirma que a safra 2007/08 revela uma posição de preços baixos tanto para o álcool como para o açúcar, decorrente basicamente de dois fatores: uma grande oferta de álcool no Brasil e nos EUA, e, um excedente de produção de açúcar mundialmente.

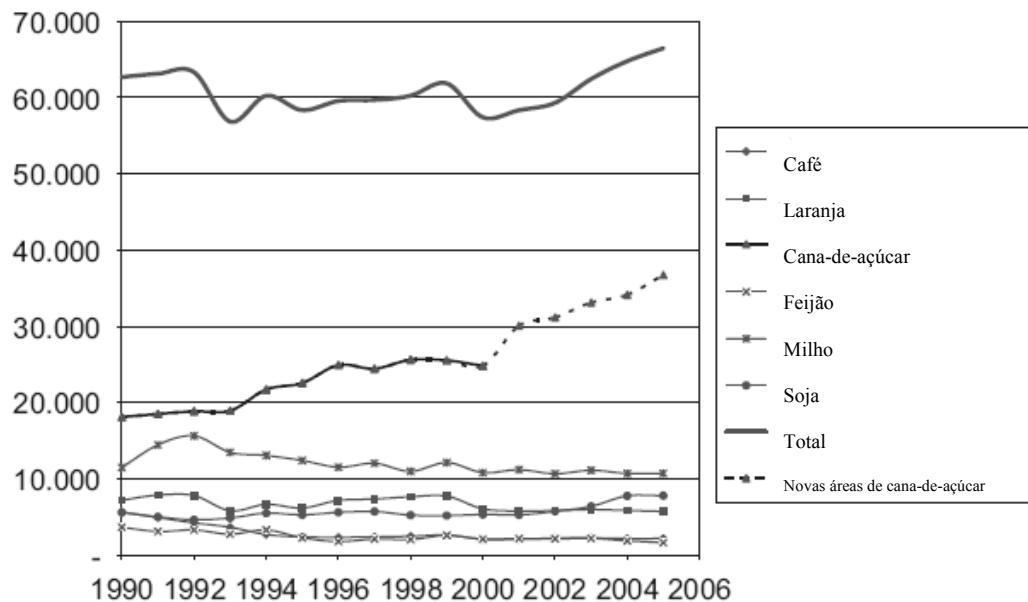
---

<sup>(11)</sup> Ver Silva e Almeida, 2006.

Em relação à discussão sobre a expansão das áreas com plantação de cana-de-açúcar no Brasil, Goldemberg, Coelho e Guardabassi (2008) expõem que, nos anos 70 e 80 o etanol causou uma mudança nos padrões de utilização de terras para uso de lavouras agrícolas favorecendo a cana-de-açúcar. E que, mais recentemente, no período de 2002 à 2006, voltou a ocorrer uma forte expansão das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no estado de São Paulo. O Estado de São Paulo agrupa mais de 60% das plantações de cana-de-açúcar e é responsável por 62% da produção nacional de etanol (Goldemberg, Coelho e Guardabassi, 2008, seq.).

No entanto, pode-se observar na figura 11 que o crescimento da cana-de-açúcar no estado de São Paulo não parece ter um impacto nas áreas destinadas à produção de alimentos, uma vez que as áreas de produção das demais lavouras não decresceram. A expansão no estado está principalmente tomando lugar de áreas de pasto, que apresenta uma densidade muito baixa de número de animais por Km<sup>2</sup>, quando comparada com a média dos países desenvolvidos.

**Figura 11:** Uso de terras em km<sup>2</sup> das principais lavouras no Estado de São Paulo



Fonte: elaborado com dados do IBGE e IEA por Goldemberg, Coelho e Guardabassi, “*The sustainability of ethanol production from sugarcane*”, 2008.

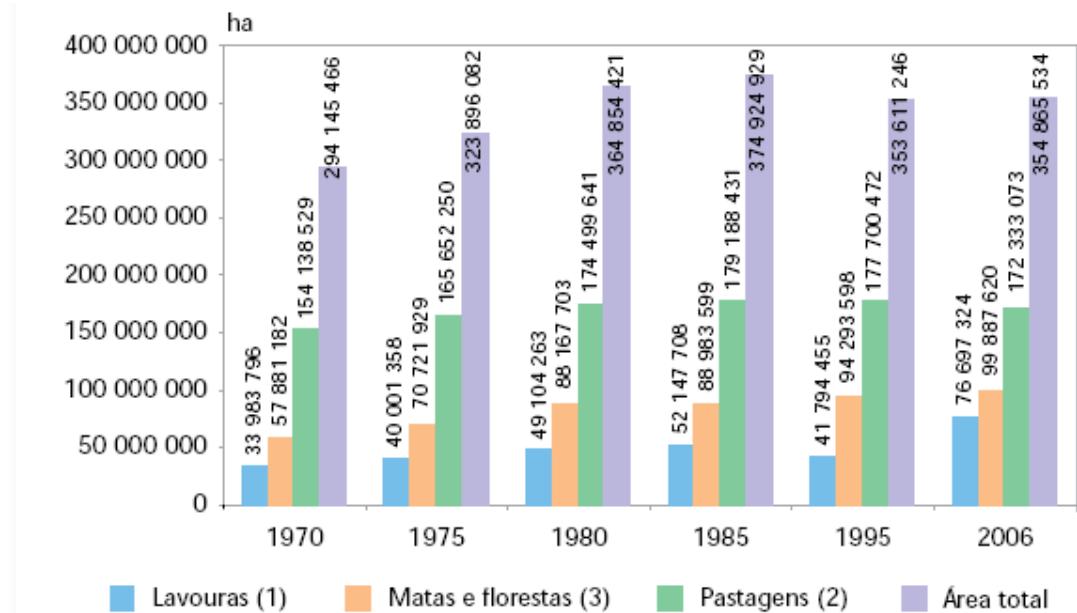
Além disso, Goldemberg, Coelho e Guardabassi (2008) também ressaltam que os produtores de cana-de-açúcar utilizam um sistema de rotação durante os períodos de colheita, trocando 20% da lavoura de cana-de-açúcar por outras plantações, como feijão, milho, amendoim, entre outras. Esta é uma prática muito utilizada em todo o país para permitir a recuperação do solo.

Crescimentos significativos de produtividade da indústria do açúcar brasileira têm beneficiado a produção de etanol. Entre 1975 e 2000, a plantação de cana-de-açúcar no estado de São Paulo cresceu 33%, ao mesmo tempo em que, a produção de etanol por unidade de sacarose aumentou em 14% e a produtividade do processo de fermentação cresceu 130% (IFPRI, 2006). O Brasil alcançou uma produtividade média na agricultura da cana-de-açúcar de cerca de 6.500 tons/km<sup>2</sup>. No Estado de São Paulo, a produtividade chega a ser mais alta com 10.000-11.000 tons/km<sup>2</sup> (Goldemberg, Coelho e Guardabassi, 2008).

Outro ponto que merece ser mencionado é a existência de excedentes exportáveis, sendo o Brasil o maior exportador de açúcar do mercado mundial. Assim, se nossos parceiros comerciais propiciarem maior rentabilidade relativa para o açúcar, é o açúcar que devemos exportar. Caso a vantagem econômica seja para o etanol, racionalmente os agentes direcionarão mais recursos para o setor mais rentável – no médio e longo-prazo (Bacchi, 2008).

De acordo com o Censo Agropecuário 1970/2006 publicado em 2006 pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a área total destinada à agropecuária no Brasil é de 354,8 milhões de hectares. Desta área total, 77 milhões de hectares são utilizados por lavouras permanentes e temporárias, e, 172 milhões de hectares são de áreas de pastagem, como mostra a figura 12 (IBGE, 2006). Em 2007, a plantação de cana-de-açúcar utilizou uma área de 6,5 milhões de hectares, o que representou apenas 1,8% do total de área cultivável (IBGE, 2007).

**Figura 12:** Utilização das Terras – Brasil – 1970/2006



Fonte: IBGE, 2006.

Baseado em dados estatísticos semelhantes, Giesecke, Horridge e Scaramucci (2007) também estudaram o caso do etanol brasileiro e sugerem que não haveria empecilhos em converter áreas de pasto para plantação de cana-de-açúcar. Os autores acrescentam que a expansão da colheita de cana-de-açúcar também acontecerá com o uso mais intensivo das terras, nas regiões Norte-Nordeste que utilizam a colheita manual, e, com a expansão das terras com colheita mecânica sobre outras culturas nas regiões Centro-Sul. A redução do uso de terras de outras plantações para acomodar a expansão da colheita mecânica de cana-de-açúcar deverá ser pequena, de apenas 2%. Eles encontram como resultado da expansão da produção de etanol que a oferta dos setores de alimentos processados deverá sofrer uma contração, mas, que será também de pequena escala. Eles projetam uma redução na ordem de 1,5% da produção de alimentos processados em 2020 (Giesecke, Horridge e Scaramucci, 2007).

Para o caso da indústria de etanol, Tokgoz e Elobeid (2006) acrescentam um importante fator na análise sobre a relação entre os mercados de bioenergia e agrícola. De acordo com os autores, a composição da frota de veículos do país é um dos fatores que

determinam a direção do impacto do crescimento da demanda de etanol sobre os preços agrícolas. O estudo conclui que um aumento no preço da gasolina afeta os mercados de etanol dos Estados Unidos e do Brasil de formas diferentes por causa das características de suas respectivas frotas de veículos (Tokgoz e Elobeid, 2006, seq.).

De acordo com o artigo de 2006, nos Estados Unidos, onde os veículos andam apenas com gasolina ou com gasolina misturada com 10% de etanol, o aumento do preço do petróleo aumenta a participação do álcool combustível na composição do consumo da gasolina. No Brasil, onde veículos andam com gasolina misturada com 20%-25% de álcool anidro e onde a participação de veículos *flex-fuel* é significativa, o aumento do preço da gasolina leva à um aumento do consumo total de etanol. Mais especificamente, o consumo de álcool anidro usado em veículos a gasolina cai, enquanto o consumo do álcool hidratado, usado principalmente nos veículos *flex-fuel*, aumenta consideravelmente. Este resultado ilustra a importância da composição da frota de veículos determinando a relação de complementariedade ou de substituição entre o etanol e a gasolina.

Desta forma, Tokgoz e Elobeid (2006) concluem que um choque de preços do petróleo nos Estados Unidos determinaria, com o aumento da demanda de etanol, um aumento no preço do milho, reduzindo a margem de lucro da indústria de etanol e levando à uma redução da produção. Consequentemente, o preço doméstico do etanol aumenta, fazendo a importação de etanol no Brasil se tornar mais atrativa relativamente. A maior demanda pela importação de etanol no Brasil aumenta o preço internacional do etanol. Dado que o Brasil é o produtor de etanol de menor custo, o país captura a maior parte do crescimento das importações americanas, apesar das altas tarifas de importação. Porém, a alta do preço do etanol também leva a um aumento da utilização de cana-de-açúcar para produção de etanol no Brasil. Isto implica em uma redução da produção brasileira de açúcar e um aumento do preço internacional do açúcar. Os resultados deste trabalho também mostram que os preços do etanol e do açúcar tendem a se mover juntos no Brasil, mas alteram a ordem hierárquica de causalidade entre os preços do etanol e do açúcar.

Além do mercado de grãos, nos últimos, o mercado mundial de óleos vegetais também tem se caracterizado pelo crescimento mais acentuado da demanda em relação à oferta. O uso de óleos vegetais também modificou o mercado internacional de oleaginosas, que passou a incorporar um importante segmento da economia mundial: o energético (Barbosa et al., 2008, seq.).

Barbosa et al., pesquisadores do IEA – Instituto de Economia Agrícola, afirma que para o período de 2007/08 foi prevista uma expansão do consumo no mercado mundial de 4,2%, o qual deve alcançar 126,6 milhões de toneladas, frente ao acréscimo de apenas 2,8% na oferta, de 136,2 milhões de toneladas, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. A avaliação da demanda mundial de óleos vegetais por finalidade: alimentícia e industrial (para produção de biodiesel) mostra quanto a questão energética tem modificado o consumo desse co-produto, nos últimos anos. Entre 2003/04 e 2007/08, o consumo total de óleos cresceu 26,2%, sendo que para alimentos em 18,2% e para fins industriais na ordem de 76%, ao saltar de 13,7 para 24,1 milhões de toneladas entre os extremos do período. Desse modo, o uso industrial apresenta crescimento relativo de 13,7% para 19,1%, enquanto a parcela para alimentos é decrescente, de 86,3% para 80,6% do total. Depreende-se, assim, que o aumento na demanda por óleos vegetais se deve principalmente ao uso como matérias-primas para o biodiesel.

O consumo de óleos vegetais para fins carburantes na UE cresceu 141,5% (de 3,3 para 7,97 milhões de toneladas) contra um aumento de apenas 10,6% observado para o consumo alimentar (de 12,3 para 13,6 milhões de toneladas), no período de 2003/04 a 2007/08. Isso ocorreu por força do comprometimento da UE, signatária do Protocolo de Quioto, em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (com relação aos níveis de 1990), até 2012 (Barbosa et al., 2008). Além do compromisso com a Diretiva 30 do Parlamento Europeu de maio de 2003, que estabeleceu que em 2010 5,75% dos combustíveis para transportes consumidos na UE terão de ser renováveis (EEA, 2004).

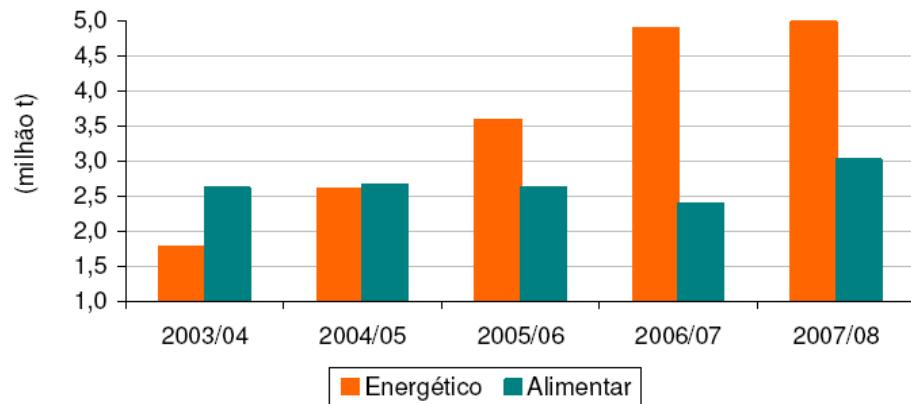
A maior parte do óleo vegetal empregado neste programa vem do cultivo da canola. A União Européia utiliza o co-produto da canola como base de seu programa de biocombustíveis (além da soja e girassol em menores proporções), dada a disponibilidade dessa matéria-prima, já que o Bloco é o maior produtor dessa oleaginosa com 38% do total mundial. O consumo desse óleo para o biodiesel já supera o de alimentos e no período 2007/08 tem estimativa de alcançar 5,0 milhões de toneladas (Barbosa et al., 2008). Ver figura 13.

A EEA, agência europeia para o meio-ambiente calcula que para cumprir com esse objetivo será necessário dedicar entre 4% a 13% do total de terras agrícolas da UE-25<sup>(12)</sup>, dependendo da matéria-prima escolhida e da tecnologia desenvolvida. Levando-se em consideração que o mercado de biodiesel é muito mais forte do que o de etanol, a necessidade de área plantada para a UE cumprir as metas do protocolo do Quioto pode ser ainda maior,

pois as matérias-primas para produção de biodiesel (como as oleaginosas) geralmente requerem mais terra para produzir o mesmo montante de energia (combustível). Desta forma, a necessidade de área total é estimada de ser na ordem de 11-28% da atual área cultivada na UE-25 (EEA, 2004).

Em 2005, foram 4,8 milhões de hectares plantados com canola em toda a UE-25, isto representa 6% mais do que em 2004 e 14% acima da média dos cinco anos anteriores. Neste ano, a UE-25 teve uma safra de 15,5 milhões de toneladas, o que representou um aumento de 28% em relação à média dos cinco anos anteriores. Também em 2005, a Alemanha e a França, os dois maiores produtores, ampliaram suas áreas plantadas de canola em 11% e 9,9%, respectivamente (EEA, 2004). A tendência é de que a Alemanha continue expandindo a área destinada à plantação de canola (Biodieselbr, 2007). Mesmo assim, a UE se vê na necessidade de importar seja a matéria-prima (grãos oleaginosas), o óleo ou ainda o biodiesel (Barbosa et al., 2008).

**Figura 13:** Consumo de Óleo de Canola por Finalidade, União Européia, 2003/04 a 2007/08



Fonte: elaborado com dados da OILSEEDS (2007) pelo IEA, “Agricultura de alimentos X de energia: impacto nas cotações internacionais”, 2008.

<sup>(12)</sup> A EU-25 expandiu-se para 27 países com a ascensão da Romênia e da Bulgária em janeiro de 2007.

Torna-se notório que promover a produção de biocombustíveis requer uma grande parcela de terras aráveis, que também são necessárias para o propósito tradicional de produzir alimentos. Os autores Manoel Frondel e Jorge Peters no artigo “*Biodiesel: A New Oildorado?*”, publicado em dezembro de 2005, estimam que para cumprir o objetivo de substituição de 5,75% de combustíveis fósseis para transporte por biocombustíveis, a UE-25 irá precisar dedicar 11,2 milhões de hectares para o cultivo de matérias-primas para produção de biodiesel e bioetanol. Dado que o total de terras agricultáveis na UE-25 é de cerca de 82,4 milhões de hectares, a área estimada pelos autores representa 13,6% da atual área cultivada na UE-25 (Frondel e Peters, 2005, seq.).

O problema da escassez de terras é ainda intensificado pelos períodos de rotação das plantações, que para o caso da canola é de 3 a 7 anos. Desta forma, mesmo que 100% da área de cultivo total esteja disponível para produção de canola, um período de rotação de na média 4 anos pode significar que, de fato, apenas  $\frac{1}{4}$  do total das terras agricultáveis estará disponível para produção de canola, por exemplo.

De fato, a disponibilidade de terras é considerado um fator limitador para a produção de biocombustíveis. A consequência deste aumento do uso de terras para produção de biocombustíveis é o aumento da competição por terras agricultáveis. Como resultado destes dois fatores (a limitação potencial de terras e o aumento da competição por terras agricultáveis), temos o aumento dos preços dos alimentos baseados em *commodities* agrícolas.

Atualmente, as cotações internacionais dos principais óleos vegetais de palma<sup>(13)</sup>, soja e canola, responsáveis por 75% da produção mundial total, se encontram atualmente em patamares sem precedentes. Ver figura 14. A alta demanda pelo óleo para a produção de biodiesel está mantendo a alta dos preços do óleo de canola na União Européia. No mercado internacional, o preço do óleo de canola subiu de cerca de US\$ 372/t em 2000 para um preço médio de US\$ 1.273/t em 2007. A forte demanda do óleo da canola tem criado favoráveis margens de produção, o que tem estimulado a indústria de esmagamento na União Européia a substituir soja por canola (Barbosa et al., 2008)

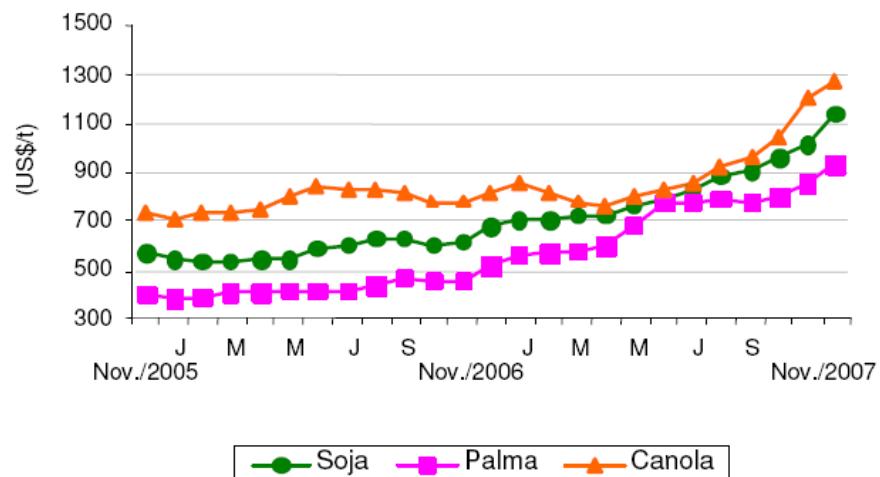
---

<sup>(13)</sup> No Brasil o óleo de palma (*palm oil*) é denominado óleo de dendê.

Para os consumidores europeus, o impacto nos preços dos óleos vegetais pode ir além do aumento de preços dos produtos baseados em óleo de canola. Isto também pode significar aumento de preços de outros cultivos que competem pela mesma terra, uma vez que suas plantações podem estar sendo reduzidas. Este impacto nos preços de outros alimentos só não irá ocorrer se a expansão de terras para cultivo, principalmente, da canola, se der sobre áreas agricultáveis ainda não cultivadas, sem gerar aumento da competição por terras para plantação (Frondel e Peters, 2005, seq.).

No entanto, de acordo com as estimativas de Frondel e Peters (2005), para o cumprimento das metas de 2010, a EU precisaria expandir a área de plantação destinada para produção de biocombustíveis de 3,8 milhões de hectares em 2005 (sendo, 3 Mill. ha para o biodiesel e 0,8 Mill. ha para bioetanol) para uma área total de 11,2 milhões de hectares em 2010 (sendo, 9 Mill. ha para biodiesel e 2,2 Mill. ha para bioetanol), o que certamente irá pressionar os mercados de outras culturas.

**Figura 14:** Cotações internacionais dos Óleos de Soja, Palma e Canola, Nov./05 à Nov./07



Fonte: elaborado com dados da OILSEEDS (2007) pela IEA, “Agricultura de alimentos X de energia: impacto nas cotações internacionais”, 2008.

OBS: Cotações dos óleos de soja e canola em Rotterdam e de palma na Malásia.

No Brasil, desde janeiro de 2008, todo o óleo diesel comercializado no Brasil contém 2% de biodiesel, sendo que em 2013, deverá se adicionar 5% do combustível verde ao petrodiesel, segundo a Lei 11.097/05, a qual também estabelece que o aumento do *blend* poderá ser antecipado de acordo com a capacidade produtiva do Brasil. Em 2007, a produção de biodiesel no Brasil foi de 191,8 milhões de litros de acordo com dados da ANP – Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2008). Para 2013, estima-se que a produção seja de 2,4 bilhões de litros (Abiodiesel, 2007). O uso comercial do B5 (mistura de 5% do biodiesel ao diesel), obrigatório a partir de 2013, cria um mercado potencial para a comercialização de 2,07 bilhões de litros de biodiesel por ano, considerando o volume total de diesel em 2007 que foi de 41,5 bilhões de litros<sup>(14)</sup> (ANP, 2008).

A soja representa uma importante fonte dentro da capacidade instalada de produção de biodiesel no Brasil. E, dado que o Brasil é o segundo maior produtor e segundo maior exportador do complexo de soja no mundo, a vocação agrícola para produção da soja no sul, sudeste e centro-oeste poderá ser um forte estímulo à expansão da adoção desta alternativa para a produção de biodiesel (Vianna, Wehrmann e Duarte, 2006). A produção de biodiesel brasileira é predominantemente vinculada ao óleo de soja em função da melhor estruturação da oferta. Calcula-se que o óleo de soja respondeu por 80% da produção de biodiesel em 2007, não obstante seu teor relativamente baixo, comparativamente a outras oleaginosas. (Barbosa et al., 2008, seq.).

O Brasil é hoje o maior exportador de grão de soja com previsão de escoar 30,7 milhões de toneladas no período de out./2007 à set./2008, um acréscimo de 31% em relação ao período anterior. A produção de óleo é estimada em 5,7 milhões de toneladas, com recuo de 3%, e o consumo total (fins alimentícios e biodiesel) em 3,5 milhões de toneladas, 3,4% superior. Desse modo, o estoque final da temporada deve totalizar 301 mil toneladas (-17%), o menor patamar dos últimos quatro anos, conforme o USDA.

---

<sup>(14)</sup> O volume de diesel em 2007 representou 42,5% do consumo nacional de combustíveis veiculares. Fonte: ANP, 2008.

Conforme Barbosa et al. (2008), para o atendimento à Lei 11.097/05, com exceção da soja, as demais oleaginosas apresentam produção pouco significativa e carência de pesquisas agronômicas para o melhor conhecimento do ciclo produtivo e dos tratos culturais necessários, avaliação das características físico-químicas para sua aprovação como carburante e que viabilizem a escala produtiva adequada. Embora se possa listar mais de 20 matérias-primas, poucas são passíveis de pronto aproveitamento. Vale ressaltar também que o preço nem sempre é compatível para fins energéticos, uma vez que outras aplicações como na cosmética ou na medicina popular agregam mais valor, como é o caso de plantas nativas, em especial (Barbosa et al., 2008).

Goes e Marra (2008), pesquisadores da Embrapa, afirma que embora o PNPB esteja em franco desenvolvimento, a escolha da matéria-prima para produção de biodiesel é o atual problema. Convém destacar que o rendimento da soja é baixo, produz em média 700 litros por hectare, quase um terço menos que outras matérias-primas utilizadas. Além disso, o custo da matéria-prima corresponde a 80% do custo total do biodiesel. Por isso, a elevação do preço da soja no mercado internacional foi responsável por um aumento de 44% no preço médio do biodiesel. O preço do combustível vendido nos leilões mais recentes chegou a R\$ 2,691 contra R\$ 1,860 do leilão anterior (Goes e Marra, 2008, seq.).

Além da questão da economicidade, os autores apontam outros pontos têm sido levantados contra a utilização da soja na produção de biodiesel, como o impacto nos preços dos alimentos. Ainda segundo eles, pela importância que a soja representa na alimentação humana e animal, alguns analistas mais radicais afirmam que usar soja para produzir biodiesel no Brasil é cometer o mesmo equívoco dos americanos em relação a utilização do milho para produção de etanol.

Porém, de acordo com o USDA, o Brasil irá rapidamente ampliar a área destinada para a soja e continuará ganhando participação nas exportações de soja e alimentos de soja, apesar do crescimento do uso doméstico para ração animal. A taxa de crescimento da área plantada de soja no Brasil está sendo projetada para uma média maior que 4% ao ano, alcançando cerca de 32 milhões de hectares em 2016. A participação das exportações brasileira, do grão de soja mais o farelo protéico, alcançarão 46% em 2016, sendo atualmente cerca de 30% a 35% (USDA, 2008, seq.).

As projeções do USDA apontam muitas oportunidades para o crescimento das exportações de soja do Brasil, tais como: 1) redução da área plantada, da produção e exportação da soja nos EUA, que está substituindo uma parcela de sua produção de soja por

milho para atender a expansão da demanda de etanol americana; 2) crescimento histórico e contínuo da demanda global de soja, especialmente na China; 3) devido aos fortes investimentos na capacidade de produção de biodiesel na Argentina, espera-se um aumento das importações de soja da Argentina provenientes de países da América do Sul.

Neste cenário, o USDA projeta que os preços dos óleos vegetais no mercado internacional irão subir relativamente aos preços dos óleos de sementes e de farelo protéico, devido ao aumento da produção de biodiesel. O aumento dos preços dos óleos vegetais, parcialmente resultado do aumento da demanda por biodiesel, trará terras anteriormente não plantadas para a produção de óleo de soja no Brasil e óleo de palma na Indonésia. A demanda por biodiesel também trará uma expansão do comércio de óleos vegetais (USDA, 2008).

O fato é que o programa de biodiesel no Brasil é, sem dúvida, um programa de médio a longo prazo e sua maturidade e sustentabilidade deverá ocorrer, segundo analistas da Embrapa, nos próximos dez anos (Goes e Marra, 2008).

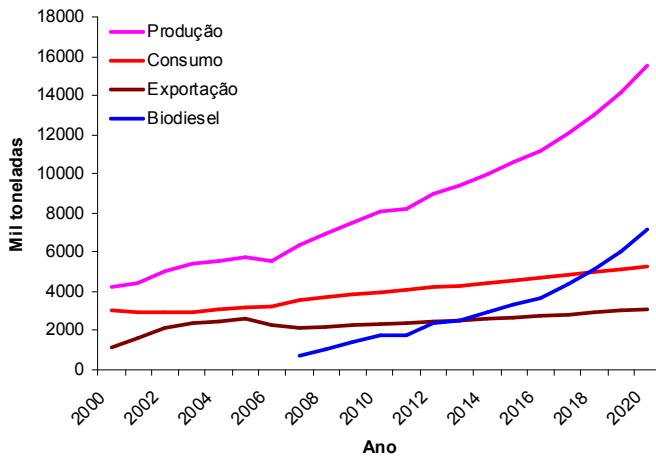
Gazzoni (2006), também da Embrapa, desenvolve um cenário para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel projetando a demanda de soja para produção de biodiesel entre 2007 à 2020, baseado nas seguintes premissas: a) consumo aparente nutricional mundial cresce 3% a.a.; b) exportação brasileira de óleo cresce 3% a.a.; c) consumo de óleo diesel cresce 2,5% a.a.; d) biodiesel de soja decresce de 90% para 70%; e) percentagem da mistura cresce de 2% para 20% (HBio); f) demanda global de soja brasileira cresce 8% a.a. (Gazzoni, 2006).

O anexo 1 expõe as projeções encontradas neste estudo para o mercado de biodiesel brasileiro. Entre elas, vale destacar algumas conclusões. Para Gazzoni (2006), entre 2007 e 2020 a demanda de biodiesel no Brasil vai crescer 23%. O percentual médio de mistura de biodiesel ao óleo diesel consumido no Brasil em 2020 será de 20% devido ao aumento da produção do HBio<sup>(15)</sup>. O estudo conclui que em 2020, a soja continuará sendo a principal matéria-prima utilizada, respondendo por 70% da produção de biodiesel. Para isso, haverá uma necessidade adicional de esmagamento de soja de 20% na média do período.

---

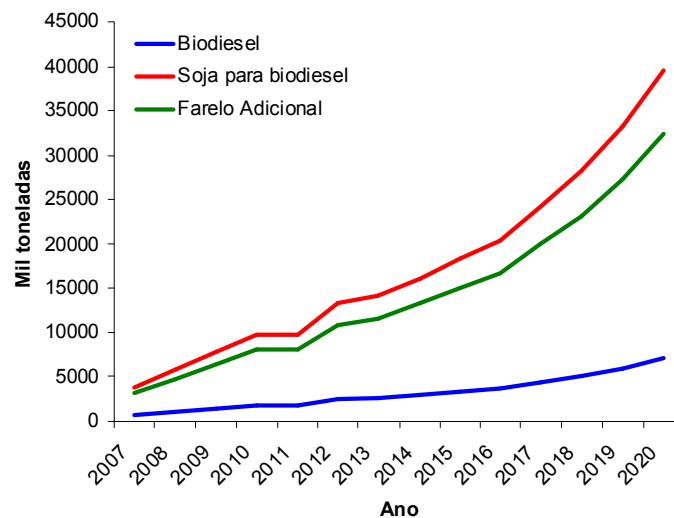
<sup>(15)</sup> O H-BIO é um diesel que utiliza fontes renováveis na sua composição (óleos vegetais como o de mamona, girassol, soja, ou dendê), mas tem as características físico-químicas finais semelhantes às do óleo diesel mineral. Fonte: Wikipédia. Disponível em: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

**Figura 15:** Projeções para produção, consumo e exportação do Óleo de soja no Brasil, 2000-2020 (em Mil Tons).



Fonte: Décio Luiz Gazzoni, “Biodiesel – “Status quo” e novas tecnologias”, 2006.

**Figura 16:** Projeções para produção de Biodiesel de soja no Brasil, 2007-2020 (em Mil Tons).

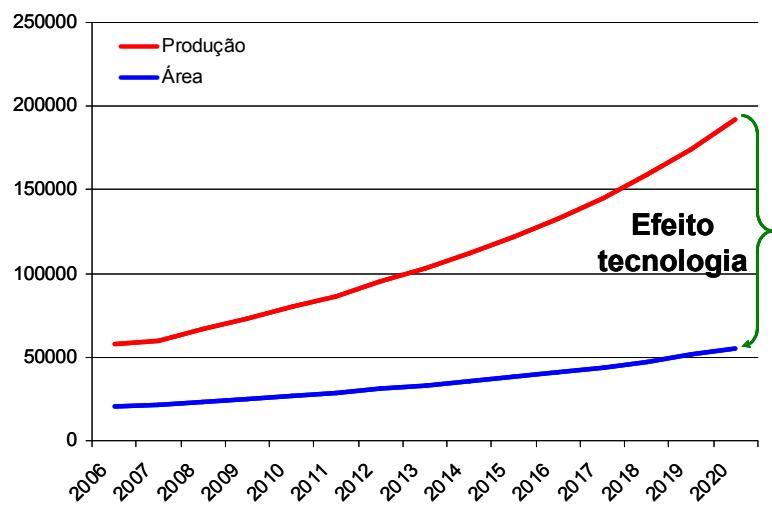


Fonte: Décio Luiz Gazzoni, “Biodiesel – “Status quo” e novas tecnologias”, 2006.

Ao mesmo tempo, estima-se um aumento da área plantada de soja de 8% e aumentos significativos de produtividade que impulsionarão um crescimento médio de 9% da produção de soja no Brasil. Portanto, as projeções para o mercado do biodiesel de soja no Brasil apontam para um resultado semelhante ao cenário atual da indústria de etanol no Brasil: áreas

para expansão do cultivo da matéria-prima e grandes oportunidades de ganhos de produtividade, o que pode minimizar o impacto sobre os preços do óleo de soja e do grão de soja.

**Figura 17:** Projeções para produção e área plantada de soja no Brasil, 2006-2020 (em Mil Tons).



Fonte: Décio Luiz Gazzoni, “Biodiesel – “Status quo” e novas tecnologias”, 2006.

Resumindo esta análise do mercado agrícola de grãos e óleos vegetais, podemos concluir que, no longo prazo, o crescimento da demanda deverá liderar uma expansão pela demanda de energia, o que sustentará o preço do petróleo em um nível elevado. Este cenário irá assegurar que continuará a existir uma relação entre os mercados de energia e alimentos. Caso a agricultura se torne uma grande fonte de energia alternativa, o desvio de longo-prazo entre a oferta e demanda irá exercer pressão sobre os preços das plantações.

Neste contexto, como já citado anteriormente nesta seção, o comércio é uma importante alternativa para reduzir a pressão sobre os mercados de grãos e óleos vegetais causado pela expansão da produção de biocombustíveis (Baker, Hayes e Babcock, 2008). Sabemos que uma economia de mercado que não é distorcida pelo monopólio ou por outras falhas de mercado é eficiente na produção, isto é, maximiza o valor do produto a preços de mercado dados, e, que existem ganhos do comércio, ou seja, quando os países vendem bens e

serviços um ao outro, essa troca é quase sempre em benefício mútuo (Krugman e Obstfeld, seq.).

O modelo ricardiano, através do conceito de vantagem comparativa, demonstra que dois países podem comercializar para benefício mútuo mesmo quando um deles é mais eficiente do que o outro na produção. No entanto, intervenções governamentais no comércio, seja através de tarifas sobre importações (impostos cobrados sobre importações) e subsídios (pagamentos feitos aos produtores domésticos que vendem bens no mercado interno ou ao exterior), com o objetivo de promover uma determinada indústria, têm impacto sobre os termos de troca<sup>(16)</sup>.

Krugman e Obstfeld, explicam que a característica peculiar das tarifas e subsídios é que eles criam uma diferença entre os preços pelos quais os bens são comercializados no mercado mundial e os preços dentro do país. O efeito direto das tarifas é tornar os bens importados mais caros dentro do que fora do país. Já os subsídios dão aos produtores um incentivo para que estimulem o mercado favorecido ou para que os tornem mais competitivos no comércio internacional.

As mudanças de preços geradas por tarifas e subsídios alteram tanto a oferta relativa como a demanda relativa. Se um país estabelecer uma tarifa, a oferta relativa dos bens que ele importa aumentará, enquanto a demanda relativa por esses bens diminuirá. Assim, as tarifas sem dúvida melhoram os termos de troca do país à custa do resto do mundo. Tanto as tarifas como os subsídios têm um forte impacto sobre a distribuição de renda dentro do país, e esse impacto em geral pesa mais sobre a política econômica do que as preocupações quanto aos termos de troca.

Em um estudo mais recente, Tokgoz e Elobeid (2008) analisam o impacto da remoção da política de comércio exterior e da política de subsídios adotadas pelos Estados Unidos para incentivar a produção e o consumo no mercado interno de etanol. Eles compararam dois cenários em relação a um caso base projetado neste trabalho (Tokgoz e Elobeid, 2008, seq.).

---

<sup>(16)</sup> Definimos termos de troca como o preço do bem que um país inicialmente exporta, dividido pelo preço do bem que ele inicialmente importa. Fonte: Paul Krugman e Maurice Obstfeld. “Economia Internacional – Teoria e Política”.

O primeiro cenário projetado no estudo considera a remoção das políticas de comércio exterior dos EUA para o etanol, isto é, a retirada da tarifa de 2,5% *ad valorem* e do imposto de US\$ 0,54 por galão, e, a extinção do acordo bilateral para importação de etanol dos países caribenhos, o *Caribbean Basin Economic Recovery Act* (CBERA). Neste cenário, o preço doméstico do etanol nos EUA cai 13,6%, o que resulta em uma queda de 7,2% da produção de etanol e em um aumento do consumo de 3,8%. O preço doméstico do etanol mais baixo gera um aumento de 3,7% da participação do consumo do álcool combustível na gasolina.

A remoção das barreiras tarifárias e não-tarifárias nos EUA e, consequentemente, o crescimento da demanda de etanol americana, aumentam o preço internacional do etanol em uma média de 23,9%. A importação americana de etanol aumenta em 199%. Dado que as importações líquidas representam apenas 5,3% do consumo doméstico no caso base, o grande aumento das importações no primeiro cenário transforma as importações líquidas em 15,1% do consumo doméstico total nos EUA. A produção doméstica de etanol reduzida se traduz em uma redução da demanda por milho nos EUA. Por isso, o preço do milho cai na média 1,5%. E, desta forma, os preços do glúten e do óleo de milho caem 0,5% e 0,2%, respectivamente, como impacto da queda do preço do milho, o qual reduziu o custo de produção mais do que o impacto da redução da produção.

O Brasil responde ao preço internacional mais alto com um aumento médio da produção de 9,1% em relação ao caso base. O consumo de etanol no Brasil cai 3,3% e as exportações aumentam em 64%. O preço do etanol mais alto também leva a um aumento de 4,9% da utilização de cana-de-açúcar para produção de etanol. Isto implica em uma redução da produção de açúcar e um aumento de 1,8% do preço internacional do açúcar.

No segundo cenário desenvolvido por Tokgoz e Elobeid (2008), em adição à remoção das barreiras tarifárias e não-tarifárias do mercado de etanol nos EUA, o subsídio de US\$ 0,51 por galão também é extinto. O resultado é uma queda de 2,1% do consumo doméstico de etanol. Mesmo com a retirada do subsídio, o preço do etanol cai 18,4%, devido a uma queda do consumo maior que no primeiro cenário, uma vez que agora os consumidores vêem o preço efetivo do etanol americano. Em resposta à queda do preço, a produção cai 9,9%, contra uma queda de 7,2% no primeiro cenário. O preço mundial do etanol sobe na média 16,5%, o que é um aumento menor do que no cenário 1. O impacto sobre os mercados dos produtos derivados de milho é similar ao primeiro cenário.

O estudo conclui que as barreiras de comércio americanas têm sido efetivas na proteção da indústria de etanol dos EUA. Sob as políticas atuais, existe uma separação entre o

mercado doméstico de etanol e o mercado global. Com a liberalização do comércio, o mercado de etanol nos EUA decresce, tornando-se menos suscetível à volatilidade dos preços. O efeito da liberalização do comércio é expandido além do mercado mundial de etanol, afetando o mercado mundial agrícola de outras colheitas, uma vez que tanto os EUA quanto o resto do mundo respondem aos preços mais altos aumentando a oferta de etanol e das *commodities* agrícolas. Portanto, de acordo com Tokgoz e Elobeid (2008), com fronteiras abertas no mercado mundial, o impacto da expansão dos biocombustíveis sobre os preços das *commodities*, da ração animal e dos alimentos industrializados poderia ser atenuado pelo aumento do comércio.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento do interesse pelos biocombustíveis pode ser explicado por uma série de fatores, incluindo motivações ambientais, econômicas e geopolíticas. Além disso, os biocombustíveis líquidos, como o etanol e o biodiesel, podem facilmente substituir os combustíveis fósseis, exigindo nenhuma ou pequenas adaptações na mecânica dos veículos, dependendo do nível do *blend*.

Os biocombustíveis são combustíveis líquidos para transportes derivados de recursos biológicos. Eles podem ser produzidos de diversas matérias-primas. Nos dias de hoje, a maioria delas são *commodities* agrícolas tradicionalmente utilizadas na cadeia produtiva de alimentos. Certamente, um aumento na produção destes biocombustíveis pode requerer recursos agrícolas originários de outros usos.

O uso de biocombustíveis como alternativa ao petróleo modificou o mercado internacional de grãos e óleos vegetais, que passou a incorporar um importante segmento da economia mundial: o energético. Até recentemente, oscilações na oferta ou na demanda dos alimentos para consumo humano ou animal, se constituíam em fatores suficientes para justificar as alterações sofridas pelo mercado agrícola, e, consequentemente, nos níveis de preços. Atualmente, o comportamento dos mercados de grãos e de óleos vegetais é determinado também pela demanda de etanol e de biodiesel, devido ao aumento da demanda de matérias-primas para produção de biocombustíveis.

A demanda adicional por *commodities* agrícolas resultado do aumento da produção de biocombustíveis está afetando substancialmente as perspectivas destes mercados. Os maiores produtores de biocombustíveis – Brasil, Estados Unidos e União Européia – devem reduzir significativamente suas exportações destas *commodities* ou aumentar suas importações, de acordo com projeções do USDA (USDA, 2008).

O rápido aumento da demanda e da produção de biocombustíveis, principalmente por etanol de milho e cana-de-açúcar, tem sido responsabilizado por uma série de efeitos no sistema de oferta e demanda dos grãos. Como discutido na seção anterior, nos Estados Unidos, a expansão da produção do etanol de milho, particularmente, tem aumentado a demanda total por milho e tomado áreas da produção de milho para alimentação, estimulando o aumento do preço do milho. A alta do preço do milho, em consequência, tem afetado outros

grãos. Do lado da demanda, o preço do milho mais alto tem levado consumidores nos Estados Unidos a trocar milho por arroz e trigo. E, do lado da oferta, a alta do preço do milho tem tornado a produção mais rentável, o que tem incentivado alguns produtores a trocar o cultivo de arroz e trigo pela expansão da produção de milho. Estes efeitos dos lados da demanda e da oferta no mercado de milho têm gerado um aumento dos preços do arroz, do trigo e de outras colheitas.

Também foi mostrado que o crescimento da demanda por óleos vegetais para fins carburantes também modificou o mercado internacional de oleaginosas, acirrando a competição entre potenciais exportadores (como Brasil, Argentina, Estados Unidos, Malásia e Indonésia), contribuindo para a redução no nível de estoques e para a menor disponibilidade de óleos vegetais, bem como, para a sustentação da alta nos preços.

Por isso, a preocupação atual da sociedade com a segurança alimentar é plenamente justificável. Há, no entanto, alguns fatores que permitem concluir que, no Brasil, o impacto da expansão da atividade agrícola voltada à produção de energia sobre os preços dos alimentos não será de grande magnitude. De acordo com a Embrapa, o Brasil pode incorporar ao processo produtivo, só com a integração agricultura-pastagem, mais de 20 milhões de hectares, e, tem ainda mais de 100 milhões de hectares de área arável ainda não exploradas (Mantovani et al., 2006). Ganhos adicionais de produtividade ainda podem ser obtidos para a maior parte dos produtos agrícolas.

Já no caso dos Estados Unidos e da União Européia, a expansão do etanol e do biodiesel, respectivamente, se dará sobre áreas destinadas a outras colheitas, devido à limitação de áreas para expansão das colheitas agrícolas e tendo em vista que os níveis de produtividade da agricultura americana e européia já são bastante elevados (Leetmaa et al, 2004). O crescimento da produção dos biocombustíveis deverá impactar não apenas os preços das matérias-primas utilizadas na produção dos biocombustíveis, mas também, os preços de todas as outras colheitas.

No curto prazo, uma solução possível seria a remoção das barreiras tarifárias, em alguns países, especialmente nos Estados Unidos, que impedem o livre comércio do mercado de biocombustíveis. A redução destas barreiras permitiria eliminar distorções do mercado, levando a uma redução dos preços dos alimentos.

No longo prazo, acredita-se que haverá um ajuste de mercado, possivelmente, impulsionado pelo aumento da tecnologia e da produtividade da bioenergia, equilibrando os

preços das *commodities*. Espera-se que o impacto da produção de biocombustíveis sobre os mercados agrícolas mude significativamente com a introdução da segunda geração de bioenergia no mercado, quando os biocombustíveis avançados tornarem-se competitivos.

Portanto, pode-se concluir que, o Brasil é um dos países de maior área agricultável do mundo, com disponibilidade e potencial para expandir fortemente o cultivo de grãos e oleaginosas, de forma que a oferta possa atender simultaneamente a crescente demanda nas áreas de alimentos e biocombustíveis.

A agricultura é uma alternativa viável, do ponto de vista econômico, social e ambiental para geração de energia renovável. A produção de álcool, a partir de cana-de-açúcar, é um exemplo mundial de sucesso, por substituir parte substancial de gasolina utilizada para transportes. É possível repetir o mesmo processo com outras biomassas. O Brasil reúne vantagens comparativas que lhe permitem ambicionar a liderança do mercado internacional de biocombustíveis e implementar ações de promoção dos produtos energéticos derivados da agroenergia. A ampliação das exportações, além da geração de divisas, deverá consolidar o setor e impulsionar o desenvolvimento do País.

Mas, existem barreiras que devem ser eliminadas e pontos fracos que devem ser equacionados. Do lado interno, são necessários investimentos adicionais em infra-estrutura, estradas, transportes, armazenagem, portos, pesquisa e desenvolvimento e inovação tecnológica. Caso contrário, o crescimento da produção agropecuária brasileira ficará limitado e o país poderá perder uma excelente oportunidade de desenvolver a um ritmo mais acelerado. E, do lado externo, a resistência dos Estados Unidos e da União Européia em eliminar políticas protecionistas podem deter o avanço do agronegócio brasileiro no mercado internacional.

## REFERÊNCIAS

ABIODIESEL – Associação Brasileira de Biodiesel. Disponível em: <http://www.abiodiesel.org.br>

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <http://www.abiove.com.br>

AGÊNCIA SAFRAS. “Biodiesel: participação da soja vai diminuir nos próximos anos – Ubrabio”, setembro de 2007.

ALVES, Eliseu. “Agroenergia”, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, julho de 2005.

AMBER WAVES – The Economics of Food, Farming, Natural Resources and Rural America. “*Ethanol Reshapes the Corn Market*”, maio de 2007.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. “Anuário Estatístico 2008”. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br>

ANP – Agência Nacional do Petróleo. “Anuário Estatístico 2008”. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>

BABCOCK, Bruce A.. “*Breaking the Link Between Food and Biofuels*”, Iowa State University, julho de 2008

BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. “Mais cana não significa forte impacto sobre alimentos”, CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, junho de 2008.

BALCOMBE, Kelvin; Rapsomanikis, George. “*Bayesian Estimation and Selection of Nonlinear Vector Error Correction Models: The Case of the Sugar-Ethanol-Oil Nexus in Brazil*”, American Journal of Agricultural Economics, agosto de 2008.

BARBOSA, Marisa Zeferino; Nogueira Junior, Sebastião; Freitas, Silene Maria de. “Agricultura de alimentos X de energia: impacto nas cotações internacionais”, IEA – Instituto de Economia Agrícola, janeiro de 2008.

BAKER, Mindy L.. Hayes, Dermot J.. Babcock, Bruce A.. “*Crop-Based Biofuel Production under Acreage Constraints and Uncertainty*”, Iowa State University, fevereiro de 2008.

BRAUN, Joachim von. “*Biofuels, International Food Prices, and the Poor*”, IFPRI – International Food Policy Research Institute, junho de 2008.

BIODIESELBR. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com>.

- COLTRAIN, D. “*Economic Issues with Ethanol*”, 2001.
- DIESELNET. “*European comission proposes to encourage alternative fuels, starting with biofuels*”, 2001.
- DIRECTIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. “Jornal Oficial”, 2003.
- EBB – European Biodiesel Board. Disponível em: <http://www.ebb-eu.org>
- EIA – *Energy Information Administration*. “*International Energy Outlook 2007*”, maio de 2007.
- EEA – European Environment Agency. “*Transport biofuels: exploring links with the energy and agriculture sectors*”, 2004.
- ESALQ/ USP – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br>
- FERRIS, John N.; Joshi, Satish V.. “*Evaluating the Impacts of an Increase in Fuel-ethanol Demand on Agriculture and the Economy*”, Michigan State University, agosto de 2004.
- FERRIS, John N.. “*An Econometric Analysis of the Impact of the Expansion in the U.S. Production of Ethanol from Corn and Biodiesel from Soybeans on Major Agricultural Variables, 2005 to 2015*”, Michigan State University, julho de 2005.
- FERRIS, John N.; Joshi, Satish V.. “*Agriculture as a Source of Fuel Prospects and Impacts, 2007 to 2017*”, Michigan State University, abril de 2007.
- FREITAS, Silene Maria. “Biodiesel à base de soja é a melhor alternativa para o Brasil?”, IEA – Instituto de Economia Agrícola, janeiro de 2004.
- FRONDEL, Manuel; Peters, Jörg. “*Biodiesel: A New Oildorado?*”, Energy Policy, Elsevier, dezembro de 2005.
- FRONZAGLIA, Thomaz; Torquato, Sérgio Alves. “Mercado de Álcool: desajustes e excesso de expectativas”, IEA – Instituto de Economia Agrícola, agosto de 2007.
- GAZETA DO POVO – PR. “Sem mamona, biodiesel vai de soja”, por Giovani Ferreira e Rosana Félix, outubro de 2007.
- GAZZONI, Décio Luiz. “Cenários Mundiais para a demanda de matéria prima para biodiesel”, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, julho de 2007.
- GAZZONI, Décio Luiz. “Agricultura de alimentos x agricultura de energia: uma análise global”, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, agosto de 2007.

GAZZONI, Décio Luiz. “Biodiesel – “Status quo” e novas tecnologias”, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006.

GAZZONI, Décio Luiz; Felici, Paulo; Coronato, Rafael. “Balanço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel”, Portal do Biodiesel – Governo Federal, 2006.

GIESECKE, James A.; Horridge, J. Mark; Scaramucci, José A.. *“The Downside of Domestic Substitution of Oil and Biofuels: Will Brazil Catch the Dutch Disease?”*, Centre of Policy Studies, dezembro de 2007.

GOES, Tarcizio; Marra, Renner. “Biocombustíveis – uma alternativa para o mundo, uma oportunidade para o Brasil”, publicado pela Embrapa, 2008.

GOLDEMBERG, José; Coelho, Suaní Teixeira; Guardabassi, Patrícia. *“The sustainability of ethanol production from sugarcane”*, Energy Policy, Elsevier, abril de 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

IEA – International Energy Agency. Disponível em: <http://www.iea.org>

IFPRI – International Food Policy Research Institute. *“Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges”*, dezembro de 2006.

KRUGMAN, Paul R.; Obstfeld, Maurice. “Economia Internacional – Teoria e Política”, Ed. Pearson Addison Wesley, 6ª Edição, 2005.

LEETMAA, Susan E.; Arnade, Carlos; Kelch, David. *“A Comparison of U.S. and EU Agricultural Productivity With Implications for EU Enlargement”*, publicado pela ERS – Economic Research Service/ USDA – United States Department of Agriculture, 2004.

MANTOVANI, Evandro C.; Euclides Filho, Kepler; Crestana, Sílvio. “Plano Nacional de Agroenergia”, publicado pela Embrapa, novembro de 2006.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Competitividade do Etanol Brasileiro”, 2003.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Projeções do Agronegócio: Mundial e Brasil”, dezembro de 2006.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Plano Nacional de Agroenergia: 2006 - 2011”, 2006.

MCNEW, Kevin; Griffith, Duane. *“Measuring the Impact of Ethanol Plants on Local Grain Prices”*, Review of Agricultural Economics, maio de 2006.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: <http://www.mda.gov.br>

MELLO, Fabiana Ortiz Tanoue de; Paulillo, Luiz Fernando; Vian, Carlos Eduardo de Freitas. “Biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios”, IEA – Instituto de Economia Agrícola, janeiro de 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>

NCGA – National Corn Growers Association. “*How Much Ethanol Can Come From Corn?*”, fevereiro de 2007.

NCGA – National Corn Growers Association. “*U.S. Corn Growers: Producing Food And Fuel*”, 2007.

NCGA – National Corn Growers Association. “*Ethanol's Impact on Food and Prices*”, dezembro de 2007.

NOGUEIRA, C. E. C.. “Mercado Internacional de álcool combustível”, 2003.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development; FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. “*Agricultural Outlook 2007 – 2016*”, 2007.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. “*Agricultural Markets Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels*”, fevereiro de 2006.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. “*Rising Food Prices*”, 2008.

PARK, Kil Hyang. “Projeto Biodiesel e a Inclusão Social”, Portal Biodiesel – Governo Federal, 2006.

PAULILLO, Luiz Fernando; Vian, Carlos Eduardo de Freitas; Shikida, Pery Francisco Assis; Mello, Fabiana Tanoue de. “Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis?*”, Revista de Economia e Sociologia Rural, SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, jul/set de 2007.

PIACENTE, Erik Augusto. “Perspectivas do Brasil no Mercado Internacional de Etanol”, Universidade Estadual de Campinas, dezembro de 2006.

RAJAGOPAL, Deepak; Zilberman, David. “*Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels*”, The World Bank, setembro de 2007.

RFA - Renewabel Fuels Association. “*Annual Industry Outlook*”, 2008.

ROSCOE, Renato. “Agroenergia: uma nova era na agricultura brasileira”, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, março de 2006.

ROSEGRANT, Mark W.. “*Biofuels and Grain Prices: Impacts and Policy Responses*”, IFPRI – International Food Policy Research Institute, maio de 2008.

RUNGE, C. Ford. Senauer, Benjamin. “*How Biofuels Could Starve the Poor*”, Foreign Affairs, maio/junho de 2007.

SILVA, Paulo Regis Ferreira da; Freitas, Thais Fernanda Stella. “Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível”, Ciência Rural, mai-jun, 2008.

TIFFANY, D. G.. “*The Growth of Alternative Fuels: Minnesota and U.S. Perspectives*”, 2002.

TOKGOZ, Simla; Elobeid, Amani. “*An Analisys of the Link between Ethanol, Energy and Crop Markets*”, novembro, 2006.

TOKGOZ, Simla; Elobeid, Amani; Fabiosa, Jacinto; Hayes, Dermot J.; Babcock, Bruce A.; Yu, Tun-Hsiang; Dong, Fengxia; Hart, Chad E.; Beghin, Jhon C.. “*Emerging Biofuels: Outlook of Effects on U.S. Grain, Oilseed, and Livestock Markets*”, Iowa State University, julho de 2007.

TOKGOZ, Simla; Elobeid, Amani. “*Removing Distortions in the U.S. Ethanol Market: What Does It Imply for the United States and Brazil?*”, The American Journal of Agricultural Economics, fevereiro de 2008.

TORQUATO, Sérgio Alves. “O que ocorreu na Safra de Cana-de-Açúcar 2007/08?”, IEA – Instituto de Economia Agrícola, fevereiro de 2008.

UGARTE, Daniel De La Torre; English, Burton; Jensen, Kim; Hellwinckel, Chad; Menard, Jamey; Wilson, Brad. “*Economic and Agricultural Impacts of Ethanol and Biodiesel Expansion*”, The University of Tenesse, dezembro de 2006.

USDA – United States Department of Agriculture. “*EU- 25 Oilseeds and Products. EU Rapeseed Crop Reaches Record Levels as Biofuels Market Boos Demand*”, março de 2006.

USDA – United States Department of Agriculture. “*Feed Grains Backgrounder*”, março de 2007.

USDA – United States Department of Agriculture. “*Global Aspects of USDA’s Baseline Projections for Biofuels*”, abril de 2007.

USDA – *United States Department of Agriculture*. “*USDA Agricultural Projections to 2017*”, fevereiro de 2008.

USDA – United States Department of Agriculture. “*Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices*”, maio de 2008.

VALOR ECONÔMICO. “Oferta e preço ameaçam o programa do biodiesel”, outubro de 2007.

VIANNA, João Nildo de S.; Wehrmann, Magda Eva S. de F.; Duarte, Laura M. G.. “*Biodiesel de Soja: Política Energética, Contribuição das Oleaginosas e Sustentabilidade*”, maio de 2006.

VIANNA, João Nildo de S.; Wehrmann, Magda Eva S. de F.; Duarte, Laura M. G.. “*A Soja e a Contribuição de Oleaginosas para a Produção de Biodiesel no Brasil*”, 2006.

## ANEXO 1

Projeções o mercado de Soja no Brasil, 2000 à 2020 (em Mil Tons).

(em Mil Tonedas)	Projeção ⇒																			Cresc. Médio			
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
Produção Total de Soja	38.432	41.917	52.018	49.770	53.119	60.000	62.274	59.895	66.342	73.158	80.368	86.031	95.503	103.010	112.155	121.973	132.170	145.147	158.814	174.295	191.862	9%	
Consumo tradicional	40.095	43.220	50.361	50.898	54.500	58.800	61.074	56.300	60.480	65.318	70.544	76.187	82.282	88.865	95.974	103.652	111.944	120.800	130.572	141.018	162.299		
Necessidade estanqueamento adicional																						33.277	39.563
Repet. do biodiesel na produção total (%)																						20%	
Soma de Área plantada de Soja																							
Produção total de óleo de soja	4.221	4.435	5.068	5.396	5.565	5.712	5.538	6.401	6.926	7.486	8.025	8.214	8.997	9.392	9.943	10.546	11.108	12.053	13.021	14.165	15.549	7%	
Consumo Nutricional	3.015	2.935	2.936	3.060	3.120	3.238	3.360	3.708	3.819	3.934	4.052	4.173	4.299	4.428	4.560	4.697	4.838	4.963	5.133	5.287	5.441	3%	
Exportação	1.148	1.639	2.076	2.402	2.442	2.585	2.261	2.100	2.163	2.228	2.295	2.364	2.434	2.508	2.583	2.660	2.740	2.822	2.907	2.994	3.084	3%	
Bioiesel de soja																							
Soma de Consumo de óleo diesel																							
Média de Percentagem de mistura																							
Demandas totais de bioiesel																							
Rep. do óleo de soja na produção de bioiesel																							

Fonte: Gazzoni, 2006 e MAPA, 2007.