

# **EXPANSÃO DA AGRICULTURA CANAVIEIRA E A GERAÇÃO DE ENERGIA ALTERNATIVA NO BRASIL**

OSWALDO CARLESSO NETO<sup>1</sup> – MICHELE POLLINE VERÍSSIMO<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho investiga os principais impactos da expansão da agricultura canavieira como fonte de energia alternativa para o Brasil no período recente. Para tanto, o procedimento utilizado envolve pesquisa bibliográfica sobre a literatura relacionada à temática em questão. Além disso, o trabalho pretende fazer uma análise quantitativa do mercado sucroalcooleiro com o objetivo de verificar quais são os principais determinantes da expansão da cultura de cana-de-açúcar e da produção de álcool no Brasil utilizando análise de séries temporais por meio de estimação de sistemas de Vetores Auto-Regressivos, Análise de Decomposição de Variância e Funções de Resposta aos Impulsos. Dentre os resultados obtidos, verifica-se que a quantidade de álcool produzida depende de variáveis como o preço do álcool, preço do petróleo e derivados, quantidade de automóveis movidos a álcool e exportação do produto. Com relação aos impactos causados por esta expansão, destacam-se como pontos positivos a produção de energia elétrica com tecnologia totalmente limpa e de fonte renovável, o que contribui para a preservação ambiental, além dos impactos econômicos, como a menor dependência do petróleo e geração de renda e emprego para o país. Do lado negativo, merecem atenção os efeitos sobre a mudança do perfil do emprego decorrente da mecanização da colheita da cana-de-açúcar, a poluição em função das queimadas, e aspectos como a concentração de terras e alta no preço dos alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cana-de-açúcar, Energia renovável, Etanol, Vetores Auto-regressivos, Brasil.

**ABSTRACT:** This study investigates the main impacts of sugarcane farming expansion as an alternative energy source in Brazil in recent years. The procedure involves literature searches related to the topic in question. In addition, the paper intends to make a quantitative analysis of the sugar market in order to ascertain what are the main determinants of the cane sugar and

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Administração da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP) – UFU. Bolsista PIBIC FAPEMIG/UFU. Av. José João Dib, 2545, Bairro Progresso, Ituiutaba-MG, CEP: 38302-000. Email: [netincarlesso@hotmail.com](mailto:netincarlesso@hotmail.com).

<sup>2</sup> Professora do Instituto de Economia (IE) – UFU. Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1J, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP: 38400-902. Email: [michele@ie.ufu.br](mailto:michele@ie.ufu.br).

alcohol production expansion in Brazil using time series analysis by estimating Vector Autoregression (VAR), Variance Decomposition Analysis and Impulse Response Functions. The results indicate that the alcohol production depends on such variables as the ethanol price, the oil price and oil products, amount of cars running on ethanol and ethanol exports. The positive impacts of sugar cane expansion are production of electric power using technology totally clean and renewable source, which contributes to environment preservation, and economic impacts such as less dependence on oil and income and employment generation for the country. On the negative side effects are the changing employment profile due to the mechanization of harvesting cane sugar, pollution due to burning, and issues such as land concentration and high food prices.

**KEY-WORDS:** Sugar cane, Renewable energy, Ethanol, Vector Autoregression, Brazil.

## **1. INTRODUÇÃO**

A temática sobre geração de energias alternativas vem ganhando espaço na discussão sobre reestruturação da matriz energética nos últimos anos, principalmente tendo em vista o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e a elevação do preço internacional do petróleo. Ademais, tem-se o fato de que o Brasil vem se destacando no cenário econômico mundial como o principal produtor de álcool combustível (etanol), que é considerado fonte de energia limpa, renovável e economicamente viável.

O crescente interesse internacional sobre o desenvolvimento e a utilização dos biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis, dada a pressão da sociedade por combustíveis renováveis e menos poluentes, tem feito com que a atividade canavieira apresente uma forte tendência de crescimento. Contudo, a despeito das vantagens do aumento do uso do álcool combustível – a utilização de um combustível renovável e que colabora para a atenuação do efeito estufa e do aquecimento global, geração de empregos, fonte de divisas, entre outras – algumas questões devem ser abordadas para que não se faça uso de uma saída energética que se reflita em consequências negativas. Dentre tais questões, destacam-se as pressões inflacionárias na economia derivadas da possibilidade de substituição da produção de alimentos pelo plantio de cana, a realidade das condições de trabalho enfrentadas pelos trabalhadores da cultura canavieira, e os impactos ambientais (queimadas, deterioração dos solos, desmatamento, etc.) nas regiões de plantio da cana-de-açúcar.

Tendo em vista o contexto de que a expansão da agricultura canavieira tem diversos aspectos prós e contra, o presente artigo pretende discutir os fatores que explicam o crescimento da agricultura canavieira como fonte de geração de energia alternativa para o Brasil no período recente e os principais impactos decorrentes do avanço da cultura da cana-de-açúcar em termos econômicos, sociais e ambientais.

Para isso, o trabalho está subdividido em quatro seções, além desta introdução. A seção 2 a seguir apresenta os materiais e métodos utilizados para analisar os principais fatores do lado da oferta e do lado da demanda que explicam o comportamento do mercado sucroalcooleiro no período recente. A seção 3 analisa os resultados obtidos. A seção 4 discute as implicações da cana-de-açúcar na geração de energia, as características econômicas da expansão da produção de cana-de-açúcar, a distribuição espacial da produção canavieira no território nacional, e os impactos sócio-ambientais positivos e negativos decorrentes do avanço da agricultura canavieira. Por fim, a seção 5 aponta as principais conclusões derivadas do trabalho.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho deseja investigar os principais fatores que explicam a expansão recente da agricultura canavieira no Brasil. Para isso, será analisado o comportamento da produção de álcool no país utilizando modelagem econométrica que buscará relacionar variáveis básicas do lado da oferta, como preço e produção, e variáveis do lado da demanda derivadas da expansão do mercado interno (número de automóveis bicomustíveis) e das perspectivas de demanda relacionadas ao mercado externo (exportações).

Para proceder tal análise, será utilizado o instrumental econométrico de Vetores Auto-Regressivos (VAR). A metodologia VAR é comumente utilizada para a construção de sistemas de previsão de séries temporais inter-relacionadas e para a análise dos impactos dinâmicos dos distúrbios aleatórios sobre o sistema de variáveis que compõem o modelo. Para isso, a metodologia VAR trata todas as variáveis pertencentes ao modelo como endógenas, formando um sistema de equações estimadas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), em que o valor de cada variável é expresso como uma função linear dos valores defasados dela mesma e de todas as outras variáveis incluídas no modelo.

Sendo assim, o trabalho se baseia na construção de um modelo com a seguinte especificação:

Modelo VAR: QALC, PALC, PPETR, QAUT, XALC.

Sendo:

- QALC = Quantidade produzida de álcool (em mil metros cúbicos)
- PALC = Preço do álcool (em R\$ por metro cúbico)
- PPET = Preço do petróleo e derivados (índice janeiro 2000 = 100)
- QAUT = Quantidade de automóveis movidos a álcool – incluindo os bicombustíveis a partir de 2003 (em unidades)
- XALC = Exportações de álcool (em milhões de litros)

O modelo utiliza dados anuais referentes à economia brasileira no período de 1980 a 2006, a partir das seguintes fontes de dados: Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada (IPEADATA), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério de Minas e Energia (MME), União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).

O modelo tem sua especificação fundamentada na análise microeconômica, uma vez que a quantidade de álcool produzida (oferta) depende de variáveis como o preço do álcool, preço de produtos substitutos (petróleo), além de outros fatores relacionados ao lado da demanda interna, como a quantidade de automóveis produzidos que utilizam o álcool como combustível (incluindo os bicombustíveis), e de demanda externa, dado pelas exportações do produto.

A partir da estimação dos modelos VAR, pretende-se utilizar o instrumental de Análise de Decomposição de Variância (ADV). A ADV informa a proporção (em %) dos movimentos de uma variável que é devida aos seus próprios choques e aos choques dos erros de previsão das outras variáveis do VAR. Sendo assim, o objetivo da ADV é captar as participações relativas de cada variável inserida no modelo para a explicação da variação da produção de álcool. Além disso, serão estimadas as Funções de Impulso-Resposta (FIR). A FIR traça o efeito de um choque no tempo  $t$  dos termos de erro de uma variável particular sobre os valores correntes e futuros das variáveis do VAR, mantendo-se todos os outros choques constantes, tendo em vista que um choque para uma variável  $y_t$  qualquer afeta essa mesma variável e é transmitido para todas as variáveis endógenas através da estrutura

dinâmica do VAR. Neste caso, o objetivo é tentar captar a direção (positiva ou negativa) das alterações (choques) em uma variável sobre as demais variáveis do VAR.

A estimação do modelo VAR e a utilização do instrumental da ADV e da FIR envolveram inicialmente a realização de procedimentos econométricos básicos, como a aplicação dos testes de estacionariedade das séries temporais (ADF) e a escolha das defasagens do modelo VAR pelo critério de Schwarz.

### 3. RESULTADOS

Os testes de estacionariedade de séries temporais são necessários para verificar se as séries não apresentam raiz unitária, ou seja, se as séries apresentam características constantes ao longo do tempo, tendo comportamento reversível à média de longo prazo. Neste sentido, as previsões de longo prazo sobre as séries estacionárias convergirão para o nível médio das mesmas, e as mesmas poderão ser utilizadas para realizar previsão econômica.

A tabela 1 apresenta os resultados dos testes de estacionariedade ADF (Augmented Dickey-Fuller), que comumente é o mais utilizado para a análise de raiz unitária em séries temporais.

**Tabela 1: Resultados do Teste de Estacionariedade ADF**

Variável	Constante	t-ADF	Valores Críticos		Prob	OI
			1%	5%		
QALC	Não	1.528222	-2.656915	-1.954414	0.9652	I(1)
DQALC	Não	-4.081580	-2.660720	-1.955020	0.0002	I(0)
PALC	Não	2.783827	-2.656915	-1.954414	0.9978	I(1)
DPALC	Não	-5.619711	-3.724070	-2.986225	0.0001	I(0)
PPETR	Não	1.231430	-2.656915	-1.954414	0.9400	I(1)
DPPET	Não	-3.089374	-2.660720	-1.955020	0.0034	I(0)
QAUT	Não	0.283473	-2.660720	-1.955020	0.7600	I(2)
DQAUT	Não	-1.760366	-2.660720	-1.955020	0.0745	I(1)
DDQAUT	Não	-6.478884	-2.664853	-1.955681	0.0000	I(0)
XALC	Não	3.273471	-2.660720	-1.955020	0.9993	I(2)
DXALC	Não	-0.854278	-2.664853	-1.955681	0.3354	I(1)
DDXALC	Não	-12.53028	-2.664853	-1.955681	0.0000	I(0)

Fonte: Eviews 5.1.

D indica variável em primeira diferença.

DD indica variável em segunda diferença.

Os resultados dos testes ADF indicaram que as variáveis QALC, PALC e PPETR são estacionárias quando tomadas em primeira diferença, portanto, são integradas de ordem 1, enquanto as variáveis QAUT e XALC só se tornam estacionárias quando tomadas em segunda diferença, por isso, são ditas integradas de ordem 2.

A partir dos resultados dos testes de estacionariedade, procedeu-se à escolha da ordem do VAR, isto é, do número de defasagens inseridas no modelo. A escolha do VAR com o número de defasagens mais adequado se baseia em alguns critérios de informação, cujos resultados são mostrados na tabela 2.

**Tabela 2: Seleção do VAR**

Sistemas	Defasagens	Log-likelihood	SC	AIC
Sistema 01	03	-852.4331	88.73408	84.76665
Sistema 02	02	-912.0787	86.80911	84.09380
Sistema 03	01	-950.1321	83.15024	81.67767

Fonte: Eviews 5.1.

Conforme a metodologia VAR, o sistema mais adequado para representar o modelo é aquele que apresenta os menores valores para os critérios de informação. Portanto, os resultados da tabela 2 indicaram que, para representar o modelo especificado neste trabalho, será utilizado o VAR com uma defasagem, chamado VAR (1), pois é o sistema que apresenta os menores valores para os critérios de Log-likelihood, Schwarz (SC) e Critério de Informação Akaike (AIC).

Sabendo-se que os resultados da ADV se mostram sensíveis ao ordenamento das variáveis inseridas no modelo, realizou-se o teste de causalidade e exogeneidade de Granger/Block, que oferece uma ordenação estatisticamente consistente em termos de exogeneidade das variáveis do VAR. Tal teste calcula a significância conjunta de cada variável endógena defasada para cada equação do VAR, além de fornecer a significância conjunta (linha **Total** da tabela) de todas as variáveis endógenas defasadas para cada uma das equações. A ordenação das variáveis do VAR tem por base a estatística qui-quadrado ( $\chi^2$ ), sendo que as variáveis mais exógenas possuem menores valores da estatística  $\chi^2$ .

A tabela 3 sistematiza os resultados do teste de causalidade e exogeneidade de Granger/Block. Assim, a variável mais exógena do VAR estimado é a quantidade produzida de álcool (DQALC), seguida pelo preço do álcool (DPALC), exportações de álcool (DDXALC), preço do petróleo (DPPET) e quantidade de automóveis movidos a álcool

(DDQAUT), o que sugere a seguinte ordenação das variáveis no VAR (decomposição de Cholesky): DDQAUT, DPPET, DDXALC, DPALC, DQALC (das mais endógenas para as mais exógenas).

**Tabela 3: Testes de Causalidade Granger/Block e Exogeneidade Wald**

	DQALC	DPALC	DPPET	DDQAUT	DDXALC
	$\chi^2$	$\chi^2$	$\chi^2$	$\chi^2$	$\chi^2$
DQALC		0.450500	0.453233	2.250833	0.175428
DPALC	0.150470		0.221306	0.072420	3.305338
DPPET	0.165319	3.927574		7.175664	1.068423
DDQAUT	0.001337	0.278074	0.825577		1.245952
DDXALC	1.763822	0.013549	4.727532	1.264008	
Total	1.823138	4.659524	7.948922	9.611555	4.744023
Ranking*	1º.	2º.	4º.	5º.	3º.

Fonte: Eviews 5.1.

\* O ranking de exogeneidade segue uma ordem crescente (1º = mais exógeno)

A partir da seleção do VAR, procedeu-se à estimação da Análise de Decomposição de Variância (ADV).

Os resultados da ADV são apresentados pela tabela 4 e indicam que os choques da quantidade exportada de álcool explicam 6,08% da variação da quantidade produzida de álcool no Brasil, enquanto as mudanças no preço do petróleo e do preço do álcool explicam, respectivamente, 4,58% e 2,56%, do aumento da produção de álcool no período analisado, sendo que 86,3% dos movimentos da produção de álcool são explicados por choques inerentes à produção do produto, que representam os efeitos de outras variáveis que não foram incluídas no modelo. As variáveis mais importantes para explicar o comportamento do preço do álcool foram o preço do petróleo (14,7%), a demanda de automóveis movidos a álcool (11,13%) e as exportações do produto (7%). Já as variações das exportações de álcool no período estão associadas principalmente às mudanças no preço do petróleo (18,7%) e do preço do álcool (17,2%).

Pode-se verificar que as exportações do álcool explicam 8,7% das variações no preço do petróleo, enquanto o preço do álcool e a demanda de automóveis movidos a álcool explicam, respectivamente, 3,15% e 2,8% das alterações de preço do petróleo.

Por fim, cabe ressaltar que o comportamento da demanda de automóveis movidos a álcool (incluindo os automóveis *flex-fuel* a partir de 2003) pode ser explicado em 25% pelos

movimentos do preço do petróleo no mercado e em quase 8% pelo aumento da oferta de álcool no período, o que revela a importância do combustível como um substituto da gasolina.

**Tabela 4: Resultados da ADV**

Decomposição de Variância de DDQAUT:						
Período	S.E.	DDQAUT	DPPET	DDXALC	DPALC	DQALC
1	162744.4	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5	221712.3	64.00171	25.28938	1.434194	1.264288	8.010435
10	222801.8	63.38279	25.65133	1.604904	1.421364	7.939612
Decomposição de Variância de DPPET:						
Período	S.E.	DDQAUT	DPPET	DDXALC	DPALC	DQALC
1	28.05173	2.807129	97.19287	0.000000	0.000000	0.000000
5	38.00428	2.862082	83.92454	8.653959	3.043364	1.516059
10	38.43561	2.806381	83.83244	8.703927	3.155278	1.501974
Decomposição de Variância de DDXALC:						
Período	S.E.	DDQAUT	DPPET	DDXALC	DPALC	DQALC
1	184.6080	6.903442	9.310306	83.78625	0.000000	0.000000
5	317.9522	2.800155	18.63287	61.42461	16.78765	0.354711
10	319.6246	2.787415	18.72241	60.92226	17.20688	0.361034
Decomposição de Variância de DPALC:						
Período	S.E.	DDQAUT	DPPET	DDXALC	DPALC	DQALC
1	131.9320	12.77969	0.427193	7.151690	79.64142	0.000000
5	153.4390	11.18511	14.47850	6.948829	65.49077	1.896791
10	153.8221	11.13365	14.69653	6.980131	65.29465	1.895028
Decomposição de Variância de DQALC:						
Período	S.E.	DDQAUT	DPPET	DDXALC	DPALC	DQALC
1	1460.144	0.502165	0.092448	1.129103	0.285852	97.99043
5	1559.934	0.448421	4.222686	6.017359	2.430115	86.88142
10	1565.008	0.448381	4.587112	6.081994	2.560719	86.32179
Cholesky Ordering: DDQAUT DPPET DDXALC DPALC DQALC						

Fonte: Eviews 5.1.

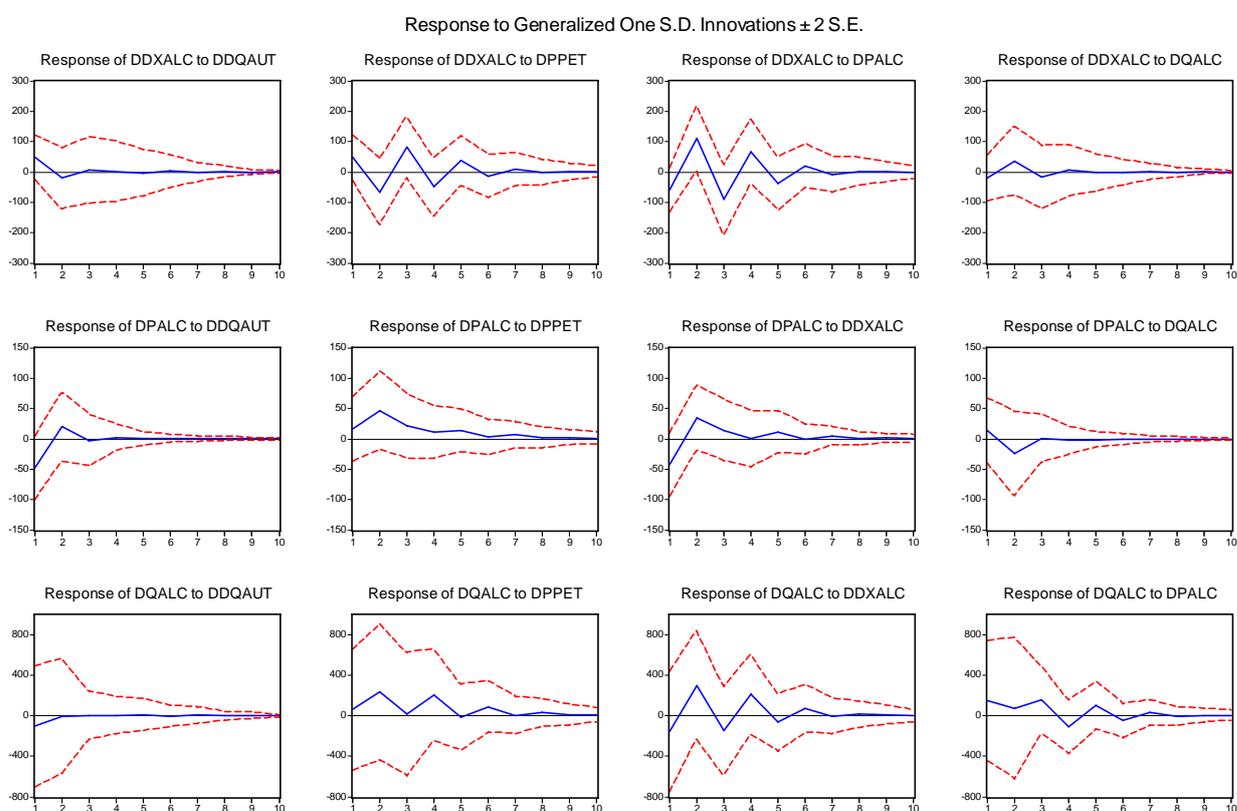
A FIR traça o efeito de um choque no tempo  $t$  dos termos de erro de uma variável particular sobre os valores correntes e futuros das variáveis do VAR. No trabalho, optou-se por estimar a *Generalized Impulse-Response Function* (GIR), tendo em vista que, neste caso, os resultados não são afetados pela ordem das variáveis inseridas no VAR.

A figura 1 apresenta os resultados da GIR. Buscou-se verificar com a GIR apenas os impactos sobre as variáveis mais relacionadas ao comportamento do mercado de álcool, por isso, os resultados da GIR para preço do petróleo e demanda de automóveis movidos a álcool não foram apresentados.

As evidências revelam que a quantidade produzida de álcool responde positivamente às variações das exportações do produto, do preço do petróleo e da demanda de automóveis movidos a álcool.

O preço do petróleo, as exportações de álcool e a demanda de automóveis movidos a álcool também afetam de forma positiva o preço do produto no curto prazo, enquanto o aumento da oferta de álcool tende a determinar uma resposta negativa (redução) dos preços do produto, o que segue a lei da oferta (aumento de oferta tende a diminuir o preço).

**Figura 1: Resultados das Funções de Impulso-Resposta**



Fonte: Eviews 5.1.

Por fim, cabe destacar que as exportações de álcool respondem de forma positiva às variações de preço e da quantidade produzida, indicando uma saída para o excesso de produto via mercado internacional, e de forma negativa às variações das vendas de automóveis movidos a álcool, isto é, o aumento da demanda interna por álcool prejudica as exportações do produto. As exportações também respondem de forma negativa ao preço do petróleo, embora neste último caso, as exportações tendam a aumentar a partir do segundo período, o

que sugere que a elevação do preço do petróleo provoca uma maior demanda externa por álcool, porém com alguma defasagem temporal.

## **4. DISCUSSÃO**

### **4.1. Impactos da Agricultura Canavieira como Fonte de Energia Alternativa no Brasil**

A agricultura canavieira é a atividade econômica mais antiga do Brasil, tendo surgido na época em que o país ainda era colônia de Portugal. Esta atividade apresenta algumas particularidades que devem ser apresentadas para um melhor entendimento do seu desenvolvimento no decorrer do seu longo período de existência no país.

Levando em conta a grande extensão territorial do Brasil e sua diversidade climática, a atividade canavieira pôde ter uma intensa expansão geográfica, com experimentos da cultura em São Vicente, desde as primeiras décadas do século XVI, para, em seguida, se estender ao Nordeste, primeiramente na Bahia, e, a partir de 1822, para Pernambuco, Sergipe, Rio Grande do Norte e Paraíba. No espaço meridional do país, a cultura concentrou-se principalmente no norte do Rio de Janeiro, mas, encontrava-se, embora em menor escala, em São Paulo (sem sucesso devido à produção cafeeira na região), Minas Gerais (também sem sucesso devido ao ciclo do ouro), Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás (Ramos, 1999).

Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, a produção de açúcar no Brasil diminuiu devido à redução das exportações por causa do grande número de ataques submarinos, dado que o principal meio de transporte do açúcar era o navio. Além disso, o transporte da cana-de-açúcar por cabotagem ou entre portos de curta e média distância também diminuiu, o que fez com que os estados do Centro-Sul do país, maiores consumidores do produto, deixassem de ter acesso a tal mercadoria, pois a produção da cana-de-açúcar ainda estava concentrada predominantemente no Nordeste. Este fato gerou uma superprodução de açúcar, sendo criadas duas possibilidades para mudar este contexto: o aumento das exportações ou a produção de álcool anidro, o qual era adicionado à gasolina. Neste sentido, o IAA (Instituto de Açúcar e Álcool) estimulou a produção de álcool anidro através da mudança de 5% para 20% da quantidade de álcool adicionado à gasolina, do estabelecimento de preços mínimos e da determinação de que o álcool poderia ser produzido diretamente da cana e não mais necessariamente do melaço (Szmrecsányi e Moreira, 1991).

Após a Segunda Guerra, as exportações brasileiras de açúcar voltaram a crescer, mas logo caíram novamente devido à recomposição do mercado europeu, o que minou os preços

do produto e levou o governo a subsidiar as exportações. Assim, visando diminuir os subsídios e o déficit na balança comercial, o país resolveu investir pesadamente na produção de álcool através de incentivos, mas a medida declinou devido ao fato de que os preços do petróleo estavam baixos e também devido à criação da Petrobrás, que instalou suas primeiras refinarias na década de 1950.

Posteriormente, ocorreram várias outras situações em que a agricultura canavieira encarou bruscas oscilações. Dentre estas, podemos destacar a revolução cubana, que marcou o rompimento do país com os Estados Unidos e sua eventual aliança com a URSS, o que abriu as portas do mercado do açúcar para o Brasil, pois os EUA representavam os maiores consumidores do açúcar cubano. Porém, para aumentar a produção e superar a concorrência dos demais países produtores, os usineiros brasileiros necessitavam da ajuda do governo federal, e esta veio através da criação de três programas de incentivo público: o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar), cujo objetivo era desenvolver novas variedades de cana por meio de manipulação e experimentação genética; o Programa de Racionalização da Indústria Açucareira; e o Programa de Apoio à Indústria Açucareira (Szmrecsányi e Moreira,1991). Os subsídios oferecidos pelos programas estimularam a produção de tal forma que o Brasil passou a ser responsável por cerca de 6% da exportação mundial do produto. Porém, em 1975, a queda brusca dos preços e a diminuição das exportações colocaram o Brasil novamente em um cenário de superprodução. A crise teve seus efeitos diminuídos na época devido aos “choques do petróleo” no mercado internacional, o que levou o governo do país a promover um grande aumento da produção de álcool combustível, socorrendo os usineiros brasileiros.

Neste contexto, o governo desenvolveu o Proálcool, principal programa brasileiro voltado à produção de álcool. A principal justificativa para a criação do Proálcool foi a necessidade de criar um substituto para a gasolina automotiva que proporcionasse o mesmo efeito desta, com o intuito de aliviar as pressões sofridas na balança comercial devido às altas do preço internacional do petróleo (Szmrecsányi e Moreira,1991). O programa ofereceu linhas de crédito especiais para financiar a instalação de destilarias vinculadas às usinas produtoras de açúcar (destilarias anexas), assim como para a construção de usinas especializadas na produção de álcool (destilarias autônomas). Em 1979, com o segundo choque do petróleo, surgiu no país um programa ainda mais ambicioso, conhecido como “Fase 2” do Proálcool, que visava à produção de álcool hidratado, combustível que substitui a gasolina, além de álcool anidro, o qual é adicionado à gasolina (Szmrecsányi e Moreira,1991). Para que o plano desse certo, foi preciso firmar um acordo com as indústrias automobilísticas, fornecendo

incentivos fiscais para a produção de automóveis movidos a álcool, além de tornar o preço do álcool equivalente a 65% do preço da gasolina.

Em 2003, o lançamento dos automóveis bicomustíveis – movidos a álcool, gasolina ou com qualquer mistura entre os dois – iniciou uma nova onda de crescimento do setor. Além disso, a preocupação com a disponibilidade e o preço dos combustíveis fósseis, e as preocupações com o meio-ambiente e o aquecimento global têm apontado o etanol como uma alternativa renovável de combustível para o Brasil e o mundo (UNICA, s.d.).

Este longo cenário que retrata a história da agricultura canavieira no Brasil pode ser explicado, em grande parte, devido à necessidade de se conseguir uma segurança energética, ou seja, de se buscar uma fonte própria de energia e reduzir a dependência em relação ao petróleo, bem como criar uma diversificação energética para atender à crescente demanda de energia. No período recente, outro determinante da produção de agroenergia diz respeito ao meio ambiente, na medida em que esta cultura contribui para a redução da emissão de CO<sub>2</sub>, o que coopera para o combate ao efeito estufa e protege a camada de ozônio. Além destes benefícios, destacam-se algumas vantagens derivadas das próprias características das energias renováveis, como o fato de que estas podem ser produzidas por meio de recursos locais e próximo ao local de uso, o que representa uma considerável vantagem competitiva, pois, além de reduzir as necessidades de importações, economiza a utilização de combustíveis fósseis.

Atualmente, a procura por combustíveis renováveis assume uma importância cada vez maior devido à tendência de aumento do custo dos combustíveis derivados do petróleo, que vem apresentando uma alta constante desde o ano de 1994, em que o preço do petróleo estava por volta de US\$ 20/barril, chegando, em 2008, ao valor de US\$ 98/barril. Além da alta nos preços do petróleo, deve-se considerar também a escassez deste tipo de combustível, dado o fato de que a descoberta de novos poços está se tornando mais difícil com o passar do tempo. Neste sentido, segundo dados de Carvalho (2007a), há cerca de 50 anos, a produção de petróleo girava em torno de 30 bilhões de barris por ano e o consumo médio era de 4 bilhões de barris por ano, enquanto que, atualmente, são descobertos aproximadamente 4 bilhões de barris e consumidos 30 bilhões anualmente. Estes dados sugerem que, no período recente, a oferta se encontra bem aquém da demanda, o que vem a confirmar a necessidade de criação de novas fontes de energia que permitam suprir a demanda crescente por energia.

No caso do Brasil, o desenvolvimento da energia a partir da cana-de-açúcar trouxe um benefício importante em termos da menor dependência do petróleo importado. Mais recentemente, o forte crescimento da produção de petróleo no Brasil, bem como das fontes

renováveis (incluindo os derivados da cana-de-açúcar) permitiram uma redução da dependência externa de energia, de 10,2% em 2005 para 8,3% em 2006 (MME, 2007).

Há que se destacar que o Brasil apresenta vantagens significativas em relação à produção de etanol comparado ao restante do mundo, pois o etanol brasileiro é extraído da cana-de-açúcar, matéria-prima que apresenta muitas vantagens em termos de custo e rendimento para com as demais. Quando se observa os diversos tipos de custos envolvendo a produção do etanol, verifica-se que o etanol brasileiro é relativamente mais barato do que o produzido nos EUA e Alemanha, representando uma vantagem de US\$ 25/hectolitro em relação aos EUA e de cerca de US\$ 45/hectolitro em relação à Alemanha (Henniges, 2004 *apud* Buainain e Batalha, 2007).

Analisando a vantagem da cana-de-açúcar sob o aspecto da quantidade de energia contida no etanol por unidade de energia fóssil utilizada para produzi-lo, Sousa (2008) indica que uma unidade de etanol derivado da cana-de-açúcar gera uma quantidade de energia equivalente a 9,3 unidades de energia de combustível fóssil, enquanto o etanol derivado do trigo e da beterraba correspondem a 2 unidades de energia de combustível fóssil, e o etanol do milho corresponde a 1,4 unidades de energia de combustível fóssil. Portanto, o balanço energético do etanol brasileiro é 4,5 vezes mais eficiente do que o etanol derivado do açúcar de beterraba e quase 7 vezes melhor do que o etanol de milho.

Cabe destacar que esta vantagem competitiva possuída pelo Brasil não deriva apenas de um benefício natural existente na própria cana-de-açúcar e no clima brasileiro, mas é fruto de um intenso investimento em pesquisa e tecnologia por parte de empresas privadas, públicas e universidades, que conseguiram identificar e aplicar novas e eficientes técnicas voltadas para a produção de cana (colheita e plantio mecanizado, a adubação com o vinhoto, o desenvolvimento de variedades mais produtivas e mais resistentes a pragas e seca, desenvolvimento de processos de cultivo com uso mais restrito de agrotóxicos), transporte de cana cortada, transformação industrial da cana (moagem e fermentação por meio de leveduras) e aproveitamento da cana (energia elétrica via caldeiras de 92 BAR e hidrólise química ácida e enzimática), tecnologias estas que colocaram o país no topo do agronegócio.

No que diz respeito à bioenergia proveniente da cana-de-açúcar, vários fatores aumentam ainda mais a importância econômica e ambiental trazidas por esta cultura ao território nacional. Neste caso, vale citar a bioeletricidade proveniente do bagaço e da palha da cana-de-açúcar, sendo que ambos também podem ser transformados em etanol através de hidrólises. Segundo Jank (2007a), a cada tonelada de cana colhida, são aproveitados 276 quilos de bagaço e 165 quilos de palha. Esta produção de energia a partir de resíduos, ou co-

geração de energia, produz energia térmica e elétrica de forma simultânea e sequenciada a partir do bagaço da cana. Vapor e calor são partes importantes do processo de produção de açúcar e álcool, pois ao se queimar o bagaço da cana obtém-se vapor para mover as turbinas que garantem auto-suficiência de energia elétrica para as usinas e ainda geram excedentes que são vendidos às distribuidoras de eletricidade (Ortega Filho, 2003).

Dentre outras vantagens trazidas por este tipo de energia renovável, também se destaca o reduzido tempo de construção da estrutura necessária para sua geração, o qual gira em torno de 24 a 30 meses; a energia gerada por meio dos resíduos também é renovável e limpa, ou seja, reduz o impacto ambiental e proporciona créditos de carbono; o período de safra é complementar ao hidrológico, uma vez que é produzida em períodos de seca; além do que o aproveitamento desta fonte de energia fortalece a indústria nacional de equipamentos e promove a geração de emprego e renda. Na safra de 2006/07, o Brasil conseguiu uma produção de bioenergia a partir da biomassa da cana-de-açúcar da ordem de 1.200 MW, mas, segundo estimativas da UNICA, o Brasil será capaz de atingir na safra de 2012/13 a quantia de 10.100 MW gerados, o que confirma o elevado potencial de bioeletricidade existente em nosso território. Para se ter uma ideia do elevado índice de crescimento deste tipo de energia, o potencial de curto prazo com a tecnologia atual, gira em torno de 6.000 e 8.000 MW, sendo projetado que, a longo prazo, com o uso de novas tecnologias e o aumento da produção de cana, a geração de energia a partir dos resíduos girará em torno de 15.000 a 22.000 MW.

#### **4.2. Implicações Econômicas da Agricultura Canavieira**

Além das características edafoclimáticas favoráveis à produção de cana-de-açúcar e do desenvolvimento da indústria sucroalcooleira que é referência nos aspectos tecnológico e de gestão do negócio, a produção nacional de cana-de-açúcar tem sido alavancada pelos baixos custos de produção do açúcar e do álcool, e pelas condições favoráveis de preço no mercado internacional, bem como a maior demanda pelo álcool no mercado interno e externo.

O apelo à consciência ambiental e a busca de fontes de energia limpa aliado à remuneração atrativa obtida pelos produtores brasileiros de açúcar e álcool tem motivado novos investimentos na atividade canavieira, com a conseqüente expansão da capacidade produtiva. Tais elementos determinam o significativo avanço da cultura canavieira no Brasil no período recente, como ilustra a tabela 5.

**Tabela 5: Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil**

Período	Área colhida (mil hectares)	Produção (milhões toneladas)	Produção R\$ (milhões)
1990-1995	4.242,4	272,561	1.239,6
1996-2000	4.850,7	330,788	5.710,7
2001-2005	5.373,3	388,571	11.562,2
2006-2007	6.718,2	513,559	18.366,8

Fonte: IPEADATA

Os dados indicam um crescimento expressivo na área colhida, na produção total e no valor da produção de cana-de-açúcar nos últimos anos. Entre o período 1990-1995 e 2006-2007, a área colhida aumentou 58%, a produção em toneladas cresceu 88%, enquanto o valor da produção cresceu aproximadamente 18 vezes. Considerando-se somente o período entre 2001-2005 e 2006-2007, verifica-se que a área colhida aumentou 25%, enquanto o crescimento da produção em toneladas foi de 32% e o do valor da produção foi de quase 60%.

O gráfico 1 indica que o preço da cana-de-açúcar também tem apresentado uma tendência de aumento (com pequenas oscilações) ao longo do tempo, embora tenha ocorrido uma queda mais significativa do preço em meados de 2007, com tendência de recuperação a partir de 2008.

**Gráfico 1: Preço Médio da Cana-de-Açúcar (R\$/tonelada)**

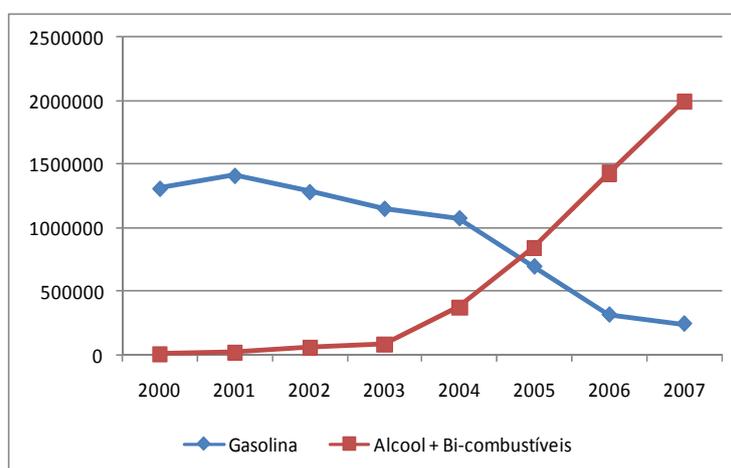
Fonte: IPEADATA

No que diz respeito ao aumento do consumo de álcool no mercado interno, destaca-se o preço reduzido deste combustível em relação à gasolina até 2007, o que justifica sua escolha por parte dos proprietários de carros bicombustíveis, que foram lançados no mercado a partir

de 2003 e têm cada vez maior representatividade na frota de carros leves nacionais, como pode ser visualizado por meio do gráfico 2.

A análise do gráfico 2 revela a preferência atual dos brasileiros por carros bi-combustíveis, o que vem a ressaltar a importância do álcool combustível (etanol) para o país. Desde o ano de lançamento dos automóveis bicombustíveis no mercado (2003), a procura por este tipo de automóvel assumiu um movimento de ascensão, sendo que em 2005 conseguiu se igualar à demanda pelo carro à gasolina no quesito vendas, chegando a apresentar em 2007 uma significativa diferença para com o automóvel movido a combustível fóssil da ordem de 1,7 milhões de carros vendidos.

**Gráfico 2: Vendas de Veículos por Tipo de Combustível no Brasil (em unidades)**



Fonte: ANFAVEA

Já com relação ao mercado externo, a demanda também apresenta uma tendência ascendente, tanto no que diz respeito ao álcool industrial, matéria-prima para empresas inseridas no segmento de bebidas, de cosméticos, farmacêuticas, tintas, entre outras, como para o álcool carburante utilizado em automóveis. Atualmente, o produto brasileiro representa cerca de 50% do mercado internacional, sendo que 25% deste montante relaciona-se ao álcool combustível (Bacchi, 2006). Este rápido crescimento da produção e da exportação principalmente, no que diz respeito ao álcool, deve-se não somente aos fatores econômicos mencionados acima, mas também às pressões derivadas de questões ambientais devido ao fato de que os biocombustíveis possuem a característica de emitirem menor quantidade de CO<sub>2</sub> em sua queima, o que contribui de forma significativa para a redução do aquecimento global e proteção da camada de ozônio.

O açúcar, outro produto de grande importância na agroindústria canavieira brasileira, apresenta baixo crescimento em sua demanda no mercado interno, pois a população já apresenta um alto consumo per capita do produto, portanto, um aumento de renda não se reflete de forma proporcional na demanda de açúcar. Outro fato que influencia de forma negativa o aumento do consumo deste produto diz respeito a questões de estética e saúde da população, que atualmente manifesta uma preferência por produtos *light* e *diet*.

Em relação ao mercado externo de açúcar, as condições são bastante favoráveis, pois existe um crescimento do consumo mundial em taxas maiores que a oferta, o que aumenta seu preço neste mercado. Outro fator que mantém os preços do produto acima da média histórica é a expectativa de um grande aumento na demanda por carros bicompostíveis, o que levaria a um redirecionamento da matéria-prima utilizada na produção de açúcar para a produção de álcool. As exportações de açúcar estão crescendo também devido à diminuição das exportações do produto por parte da União Européia, a qual perdeu parte dos subsídios ao produto por imposição da OMC (Organização Mundial de Comércio), o que torna o Brasil proprietário de 40% do mercado internacional do produto (Bacchi, 2006).

**Tabela 6: Exportações Brasileiras de Álcool e Açúcar**

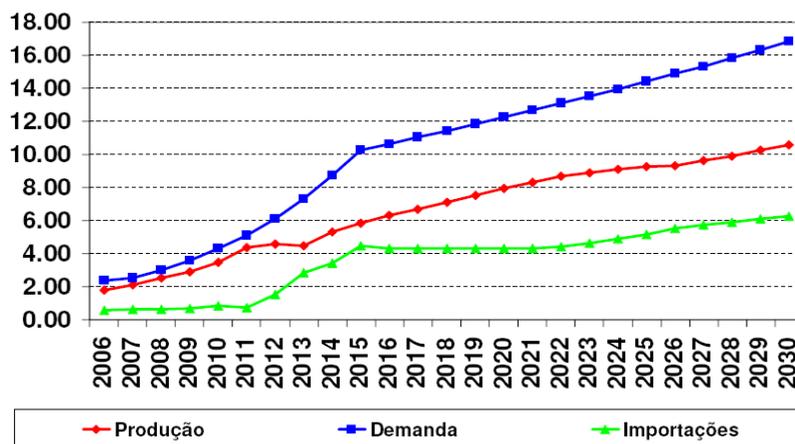
Ano-Safra	Etanol		Açúcar	
	Volume (milhões litros)	Preço médio (US\$/m <sup>3</sup> )	Quantidade (milhões toneladas)	Preço médio (US\$/t)
2000/01	93,99	199,45	6,95	199,84
2001/02	516,53	257,03	11,04	199,08
2002/03	817,60	204,98	15,43	136,75
2003/04	956,11	211,52	14,05	161,41
2004/05	2.478,23	218,66	16,59	176,26
2005/06	2.615,62	308,68	17,60	233,45
2006/07	3.691,61	485,28	19,60	328,31
2007/08	3.624,83	411,24	18,61	256,08

Fonte: UNICA

Como se observa na tabela 6, as exportações brasileiras, tanto de açúcar como de álcool, apresentaram um elevado ritmo de crescimento, principalmente se levarmos em conta dados relativos a partir do ano 2000. Além do aumento nas exportações destes subprodutos da cana-de-açúcar, nota-se ainda que os preços também subiram (salvo algumas oscilações), com o etanol apresentando no ano-safra 2000/2001 um preço médio de US\$ 199,45 por metro cúbico, chegando à safra 2007/2008 com o valor de US\$ 411,24 por metro cúbico. Neste

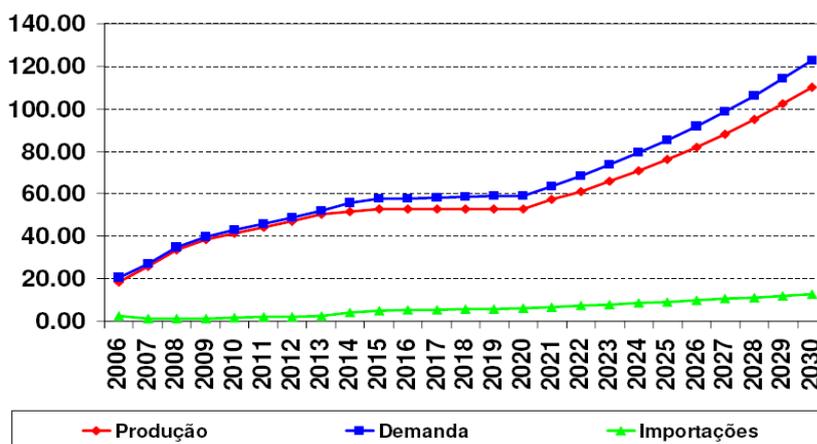
cenário, o açúcar também não deixa a desejar, apresentando uma variação de preço de US\$ 199,84 por tonelada no ano safra 2000/2001 para US\$ 256,08 por tonelada na safra 2007/2008.

**Gráfico 3: Projeção da oferta e demanda de etanol da União Européia (bilhões de litros)**



Fonte: Carvalho (2007c)

**Gráfico 4: Projeção da oferta e demanda de etanol dos EUA (bilhões de litros)**



Fonte: Carvalho (2007c)

O aumento dos níveis de exportações brasileiras relacionadas ao etanol pode ser explicado analisando-se os gráficos 3 e 4, os quais relatam a produção e a demanda deste produto por parte da União Européia e dos Estados Unidos, respectivamente. Verifica-se que, de acordo com tais projeções, estes países não conseguirão atingir a produção necessária para suprir suas próprias necessidades, portanto, abre-se um amplo e promissor mercado

consumidor para o etanol brasileiro. Para se ter uma ideia de tamanha oportunidade, as perspectivas sugerem que a União Européia precisará importar cerca de 6 bilhões de litros de etanol no ano de 2030 e os norte-americanos terão que adquirir fora de seu território algo em torno de 10 bilhões de litros de etanol no ano em questão (Carvalho, 2007c).

### **4.3. Distribuição Espacial da Agricultura Canavieira no Território Nacional**

A agroindústria canavieira do Brasil está atravessando um período de contínua expansão, tanto no que diz respeito ao número de indústrias canavieiras quanto à extensão da área plantada de cana-de-açúcar, tornando o país um dos principais produtores dos derivados desta cultura.

Há alguns séculos, o plantio de cana-de-açúcar se concentrava mais especificamente nos estados que ocupam a região nordeste do país. Mas, com o passar dos anos, outras regiões brasileiras também passaram a produzir a cana-de-açúcar, a qual se encontra, nos dias de hoje, espalhada por quase todo território nacional.

Analisando a produção brasileira de cana-de-açúcar com base na safra 2006/2007, podemos notar que ela se concentra fortemente no estado de São Paulo, o qual representou 62,05% da produção nacional, mas também merecem destaque os estados do Paraná com 7,5%, Minas Gerais 6,82%, Goiás 3,79%, além dos pioneiros estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Alagoas, que juntos somaram 10,9% da produção (Jank, 2007c).

Ainda com relação a esta safra, deve-se atentar para o fato de que ela representa, em números, o grande desenvolvimento que vem ocorrendo no território brasileiro em termos de plantação, cultivo e exploração da cana-de-açúcar. Para se ter uma ideia de quão considerável incremento, foi projetado, neste período, uma produção de 430 milhões de toneladas de cana-de-açúcar no Brasil em uma área esperada de 6,3 milhões de hectares ainda considerada “pequena” se levarmos em conta outros dados que relatam a proporção entre terra e produtividade dessa cultura.<sup>3</sup>

Desta considerável quantidade de cana-de-açúcar obtida, esperava-se uma produção de 30,2 milhões de toneladas de açúcar, sendo 9,9 milhões para o abastecimento do mercado interno e 20,3 milhões como excedente para exportação. Com esta enorme quantidade de

---

<sup>3</sup> Há que se destacar, de acordo com a tabela 5, que os números reais obtidos foram superiores às projeções de Jank (2007a) para a safra de 2006-2007.

cana, a expectativa era de produzir 17,9 bilhões de litros de álcool, sendo 14,2 bilhões para consumo interno e os restantes 3,7 bilhões para exportação.

A tendência é que este cenário de contínuo crescimento permaneça, na medida em que espera-se que a produção continue aumentando para atender o crescente mercado consumidor. De acordo com a tabela 7, as expectativas de produção de cana e de seus subprodutos são as melhores possíveis, e, se tais metas se concretizarem, o Brasil com certeza dará um salto em sua economia e atingirá o topo do agronegócio.

**Tabela 7: Perspectivas do Mercado Sucroalcooleiro\***

	2006/07	2010/11	2015/16	2020/21
Produção de cana de açúcar (milhões t)	430	601	829	1038
Área cultivada (milhões há)	6,3	8,5	11,4	13,9
Açúcar (milhões t)	30,2	34,6	41,3	45
Consumo interno	9,9	10,5	11,4	12,1
Excedente para exportação	20,3	24,1	29,9	32,9
Álcool (bilhões litros)	17,9	29,7	46,9	65,3
Consumo interno	14,2	23,2	34,6	49,6
Excedente para exportação	3,7	6,5	12,3	15,7

Fonte: Jank (2007b)

Nota: Estes dados representam projeções para as referidas safras.

Porém, para tanto, será preciso um maciço investimento em tecnologia e projetos, ou seja, será necessário colocar em vigor o amplo e ambicioso planejamento previsto para os anos de 2008 a 2012, o qual visa o investimento de US\$ 33 bilhões no setor, sendo que, de acordo com informações da UNICA, US\$ 23 bilhões serão destinados a construção de novas unidades produtivas voltadas para a indústria e US\$ 10 bilhões alocados na implantação de unidades produtivas agrícolas. Com tamanho investimento, o Brasil conseguirá executar 86 novos projetos, sendo 17 com início em 2007/2008, 31 previstos para 2008/2009, 30 para 2009/2010 e 8 para 2010/11/12, além de 61 projetos anunciados e não mensurados (potenciais de implantação) e outros 147 novos projetos de produtores estabelecidos (Carvalho, 2007c).

Diante deste contexto, é importante destacar que a maior parte destes investimentos se concentra na região Centro-Sul do território brasileiro devido a diversos fatores de ordem econômica, política, social e ambiental. Esta região do Brasil abrange os estados das regiões sul e sudeste (menos o norte de Minas Gerais), além dos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, sul do Tocantins e do Mato Grosso, e o Distrito Federal, ocupando uma área de aproximadamente 2,2 milhões de quilômetros quadrados, o que representa cerca de 25% do território nacional. Dentro desta importante região brasileira, o estado que merece especial

atenção é Minas Gerais, que, nos últimos 5 anos, apresentou a maior taxa de crescimento tanto na produção de cana-de-açúcar (18,89% ao ano), como na fabricação de açúcar (20,64% ao ano) e álcool (8,72% ao ano). O estado de Minas Gerais apresentou na safra de 2006/07 uma área plantada de cana-de-açúcar de 368 mil hectares, área correspondente a apenas 0,6% da dimensão total do estado, distribuídos em 78 municípios canavieiros. Neste período, existiam no estado 25 unidades instaladas, sendo 12 produtoras de açúcar e álcool, 11 produtoras de álcool e 2 produtoras de açúcar, além de outras 7 unidades em construção. Merece destaque a região do Triângulo Mineiro, a qual apresentou uma participação de 71% na produção de cana, 80% na produção de açúcar e 66% na produção de álcool (Carvalho, 2007c).

Uma das principais controvérsias a respeito deste intenso crescimento da produção de etanol, diz respeito à produção de alimentos, pois segundo alguns críticos do assunto, este aumento repentino da produção de cana poderá necessitar de terras que são atualmente destinadas à produção de alimentos. Mas existe a possibilidade de expandir a produção de cana sem prejudicar a produção alimentar. Isso se explica devido à tendência de a cana substituir pastagens degradadas, pois grande parte dos fazendeiros está optando por fazer uma criação mais intensiva do gado utilizando uma tecnologia mais sofisticada, o que ocasionaria a manutenção da produção utilizando uma menor quantidade de pastos, deixando um espaço livre para a cana crescer. Além disso, o avanço tecnológico, tanto em termos do melhoramento genético das variedades de cana, como das técnicas de produção e da mecanização, permitem um aumento da produtividade do cultivo da cana-de-açúcar, possibilitando um aumento da quantidade produzida a partir de um conjunto fixo de terras.

#### **4.4. Implicações Sócio-Ambientais da Expansão da Agricultura Canavieira**

Diante da grande expansão da agricultura canavieira verificada no território brasileiro nos últimos anos em relação ao tamanho da área plantada, à quantidade de usinas que estão sendo construídas, à mecanização crescente do trabalho no campo, bem como analisando a geração de energia através dos resíduos desta matéria-prima, pode-se ressaltar vários aspectos positivos e negativos em relação ao âmbito sócio-ambiental.

Ao se analisar o assunto tendo por base uma perspectiva positiva da questão, de acordo com Ortega Filho (2003), pode-se destacar como aspectos relevantes o atendimento da necessidade nacional de geração de energia a partir de novas fontes energéticas; a produção de energia elétrica com tecnologia totalmente limpa, de fonte renovável, contribuindo para a

preservação ambiental; a produção de energia elétrica, principalmente na época de menor pluviosidade, que coincide com a safra sucroalcooleira; o ganho de competitividade no setor sucroalcooleiro mundial; a utilização de tecnologia totalmente nacional; a elevação do emprego gerado no setor; e a ampliação das possibilidades de desenvolvimento local.

No entanto, o significativo crescimento deste setor também tem suas consequências negativas, e, dentre estas, é possível ressaltar como impactos perversos direta e indiretamente ligados a tal expansão: a concentração da terra nas mãos de grandes usineiros; o arrendamento de terras dos camponeses e dos médios produtores rurais; a pressão sobre o aumento do preço da terra; a super-exploração dos assalariados temporários, pois na década de 1980, a média de produtividade exigida era de 5 a 8 toneladas de cana cortada por dia, sendo que, atualmente, esta média gira em torno de 12 a 17 toneladas (um número bastante elevado mesmo levando-se em consideração as melhorias nas condições de trabalho através do uso de equipamentos de segurança e maquinário mais seguro). Além disso, vincula-se a alta no preço dos alimentos à expansão da agroindústria canavieira, pois, acredita-se que a cultura da cana-de-açúcar toma parte das terras que seriam destinadas a produção de outros gêneros alimentícios.

Também cabe ressaltar o processo contraditório de criação de emprego pela expansão da área plantada, onde a legislação ambiental em diversos estados, principalmente em São Paulo, incentiva a mecanização da colheita da cana-de-açúcar a fim de se eliminar o processo de colheita manual por meio de queimadas. Assim, verifica-se uma busca de trabalhadores mais qualificados para operar os equipamentos sofisticados e a destruição de postos de trabalho pela mecanização da colheita da cana, já que supõe-se que cada colheitadeira de cana poderá substituir de 80 a 120 trabalhadores, sendo que estes dificilmente conseguirão se adaptar em outro tipo de emprego, pois em sua maioria não possuem qualificação suficiente para entrar no mercado de trabalho cada vez mais avançado (Paletta, 2004; Rodrigues e Ortiz, 2006; Carvalho, 2007a).

Em termos ambientais, como impactos negativos do crescimento da agricultura canavieira, verifica-se a contaminação das águas e do solo pelos agrotóxicos e herbicidas, assim como a saturação dos solos pelos fertilizantes nitrogenados, em que vale ressaltar que o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) é 310 vezes mais poluente que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Carvalho, 2007a). Além disso, destacam-se os efeitos nocivos em termos de poluição ambiental e danos à saúde humana causados pelas queimadas e pelo acúmulo de fuligem nos centros urbanos próximos às grandes usinas sucroalcooleiras.

A observação destes aspectos sugere que o aumento na produção de açúcar, álcool e a co-geração de energia elétrica poderão contribuir de forma massiva para o desenvolvimento

da economia brasileira. Porém, é necessário ter cautela e atenção nos diversos lados desta questão, pois dependendo das proporções atingidas e sem um posicionamento mais efetivo das autoridades governamentais em termos principalmente do desenvolvimento de políticas públicas de qualificação e de inserção da mão-de-obra em outros mercados de trabalho, evitando a aglomeração da mesma nos centros urbanos (êxodo rural), essa fonte de riqueza econômica é passível de se transformar em uma catástrofe sócio-ambiental.

## 5. CONCLUSÕES

A temática sobre energia alternativa no Brasil é bastante relevante, tendo em vista que o etanol derivado da cana-de-açúcar constitui uma fonte de combustível limpa, renovável e de baixo custo, principalmente quando comparado ao etanol derivado da beterraba (Alemanha) e do milho (Estados Unidos).

Considerando os impactos econômicos, sociais e ambientais da expansão recente da agricultura canavieira no Brasil, pode-se concluir que as perspectivas de produção e exportação do etanol têm implicações importantes, pois tem potencial de gerar divisas, emprego e renda, além de permitir uma menor dependência do petróleo, e reduzir a emissão de poluentes.

Por outro lado, deve-se destacar que a expansão inconsequente da agricultura canavieira pode acarretar alguns efeitos perversos, especialmente em termos de aumento da concentração da terra, pressão sobre o aumento do preço da terra e dos alimentos, super-exploração dos assalariados temporários, contradição entre criação de emprego pela expansão da área plantada versus destruição de postos de trabalho pela mecanização da colheita da cana e exigência de aumento da qualificação do trabalhador. Em termos ambientais, a expansão descontrolada da agricultura canavieira pode gerar contaminação das águas e do solo, poluição ambiental e danos à saúde humana causados pelas queimadas e pelo acúmulo de fuligem nos centros urbanos próximos às usinas sucroalcooleiras.

No que se refere aos principais determinantes do avanço do mercado sucroalcooleiro no Brasil, a análise realizada no presente trabalho indica a importância das exportações de álcool e do preço do petróleo para explicar o comportamento da quantidade produzida de álcool no Brasil. O comportamento do preço do álcool é afetado principalmente pelo preço do petróleo, pela demanda de automóveis movidos a álcool e pelas exportações do produto. Já as variações das exportações de álcool no período estão associadas principalmente às mudanças no preço do petróleo e do preço do álcool. Além disso, as evidências sugerem que a

quantidade produzida de álcool responde positivamente às variações das exportações do produto, do preço do petróleo e à demanda de automóveis movidos a álcool, sendo que o preço do petróleo, as exportações de álcool e a demanda de automóveis movidos a álcool também afetam de forma positiva o preço do produto, enquanto o aumento da oferta de álcool implica uma redução dos preços do produto.

Enfim, pode-se concluir que o mercado sucroalcooleiro tem uma contribuição significativa para o crescimento da economia brasileira, mas é necessária uma preocupação em relação aos diversos aspectos da questão e a consolidação de políticas governamentais que venham a sanar os aspectos negativos da expansão acelerada da produção canavieira.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Anuário Estatístico 2008*. Cap. 2, 2008. Disponível em:  
<http://www.anfavea.com.br/anuario2008/capitulo2a.pdf>. Acesso em Setembro de 2008.

BACCHI, M. R. P. A indústria canavieira do Brasil em clima otimista. *Revista Futuros Agronegócios, O bom preço da cana*. p. 22-25, Julho, 2006.

BCB. Banco Central do Brasil. Séries Temporais. Disponível em:  
<http://www.bcb.gov.br/SERIETEMP>. Acesso em Setembro de 2008.

BUAINAIN, A. M. e BATALHA, M. O. (Coords). *Cadeia Produtiva da Agroenergia*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA; Secretaria de Política Agrícola – SPA; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA. Série Agronegócios, Volume 3. Brasília, Janeiro, 2007.

CARVALHO, H. M. de. *Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais devido à Expansão da Oferta de Etanol no Brasil*. Curitiba, Setembro, 2007a. Disponível em:  
<http://www.cptpe.org.br/files/impactos.pdf>. Acesso em Setembro de 2008.

CARVALHO, L. C. C. *Por que etanol? Por que Estados Unidos?* AMCHAM/FEICANA. Araçatuba, Março, 2007b.

CARVALHO, E. P. de. *Perspectivas da Agroenergia*. Seminário BM&F: Perspectivas para o Agribusiness em 2007 e 2008., São Paulo, Abril, 2007c.

IPEADATA. Base de Dados do Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada (IPEA). Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em Setembro de 2008.

JANK, M. A Relação do Setor Sucroalcooleiro com o Meio Ambiente. Sertãozinho, Fenasucro-Agrocana, Setembro, 2007a.

JANK, M. Panorama do Mercado Global de Etanol. BM&F. São Paulo, Outubro, 2007b.

JANK, M. *Nova energia: Empresa e sociedade na construção do desenvolvimento regional*. In Mostra Sistema FIESP de Responsabilidade Socioambiental. São Paulo, SP; Agosto, 2007c.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Estatísticas*. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=608>. Acesso em Setembro de 2009.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Estatísticas*. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em Setembro de 2009.

MME. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2007: Ano Base 2006*. Cap. 4, Comércio Externo de Energia, Rio de Janeiro, EPE, 2007. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432&pageId=14130](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=14130). Acesso em Setembro de 2009.

MME. Ministério de Minas e Energia. *Resenha Energética Brasileira – Resultados Preliminares de 2007*. Março, 2008.

NEGRÃO, L. C. P.; URBAN, M. L. P. Alcool como “Commodity” Internacional. *Revista Economia & Energia*, ano 8, n. 47, Dez. 2004. Disponível em: [http://ecen.com/eee47/eee47p/alcool\\_commodity.htm](http://ecen.com/eee47/eee47p/alcool_commodity.htm). Acesso em Setembro de 2008.

ORTEGA FILHO, S. *O Potencial da Agroindústria Canavieira do Brasil*. FBT\_Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP, Dezembro, 2003. Disponível em: [http://www.fcf.usp.br/Departamentos/FBT/HP\\_Professores/Penna/EstudoDirigido/Agroindustria\\_Canavieira.pdf](http://www.fcf.usp.br/Departamentos/FBT/HP_Professores/Penna/EstudoDirigido/Agroindustria_Canavieira.pdf). Acesso em Setembro de 2008.

PALETTA, C. E. M. Setor Sucroalcooleiro. In: GREENPEACE, *Dossiê Energia Positiva para o Brasil*. 2004. Disponível em:

[http://www.greenpeace.org.br/tour2004\\_energia/downloads/dossie\\_energia\\_2004.pdf](http://www.greenpeace.org.br/tour2004_energia/downloads/dossie_energia_2004.pdf).

Acesso em Setembro de 2008.

RAMOS, P. A Agroindústria Canavieira do Brasil: Referencial Historiográfico, Temas e Fontes. *Revista América Latina En La Historia Económica*. No. 11, Janeiro-Junho, 1999.

RODRIGUES, D. e ORTIZ, L. S. *Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana de açúcar no Brasil*. Outubro, 2006. Disponível em:

[http://www.natbrasil.org.br/Docs/biocombustiveis/sustentabilidade\\_etanol\\_port.pdf](http://www.natbrasil.org.br/Docs/biocombustiveis/sustentabilidade_etanol_port.pdf). Acesso

em Setembro de 2008.

SIMÕES, R.B., *New trends to the ethanol supply chain in Brazil*, Master Thesis, University Van Tilburg, Holanda, Jul-2006.

SOUSA, E. L. *Desafios e perspectivas do setor sucroenergético no Brasil e no Mundo*. Simpósio Internacional e Mostra de Tecnologia da Agroindústria Sucroalcooleira. UNICA, Piracicaba, 2008.

SZMRECSÁNYI, T. e MOREIRA, E. P. O Desenvolvimento da Agroindústria Canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial. *Estudos Avançados*, 11(5), 1991.

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. *Análise e Indicadores do Agronegócio*. V. 1, n. 10, Outubro, 2006.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Estatísticas e Cotações*. Disponível em: <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/> . Acesso em Setembro de 2009.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Setor Sucroenergético – Histórico*. s.d. Disponível em: <http://www.unica.com.br/content/default.asp?cchCode={C2B8C535-736F-406B-BEB2-5D12B834EF59}>. Acesso em Setembro de 2009.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro*. Junho. 2007. Disponível em: [http://www.unica.com.br/userFiles/Protocolo\\_Assinado\\_Agroambiental.pdf](http://www.unica.com.br/userFiles/Protocolo_Assinado_Agroambiental.pdf). Acesso em Novembro de 2009.