

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA FINAL DE CURSO
O SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

André Payne Vieira
No. De matrícula: 0311823-8

Orientador: Sérgio Besserman Vianna

Novembro de 2006

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA FINAL DE CURSO

O SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

André Payne Vieira

No. De matrícula: 0311823-8

Orientador: Sérgio Besserman Vianna

Novembro de 2006

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”.

“As opiniões expressas nesse trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”

Gostaria de agradecer ao meu pai, por me mostrar que tudo é possível através do uso da inteligência, honestidade e esforço.

Sumário

1.	Introdução.....	6
	Objetivo	6
	Introdução Técnica	7
2.	Histórico	9
2.1.	Origem.....	9
2.2.	A cana no Brasil	10
2.3.	Proálcool.....	11
3.	Presente.....	15
3.1.	Produção atual	15
3.2.	Subprodutos	19
3.3.	Regulamentação Governamental.....	20
3.4.	Setor elétrico.....	21
3.5.	Comercialização	24
3.6.	Emprego	26
3.7.	Financiamentos	28
3.8.	Impactos ambientais	28
3.9.	Queimada da Cana.....	30
4.	Emissões e o setor sucroalcooleiro.....	32
4.1.	O Protocolo de Kyoto e o Mercado de Carbono	33
4.2.	As emissões de GEE no Brasil	35
4.3.	Redução de emissões devidas ao etanol	36
4.4.	Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	38
5.	Perspectivas	41
5.1.	Mercado.....	41
5.2.	Biotecnologia na cana-de-açúcar.....	46
5.3.	Logística para exportação.....	47
6.	Conseqüências da expansão da produção de cana-de-açúcar	49
7.	Referências Bibliográficas.....	52

Gráficos

Gráfico 1 Adição de anidro à gasolina	pág. 13
Gráfico 2 Produção de cana-de-açúcar	pág. 15
Gráfico 4 Distribuição regional da safra 2005/05 de cana	pág. 16
Gráfico 5 Histórico da distribuição regional de cana	pág. 17
Gráfico 6 10 maiores produtores mundial de açúcar	pág. 17
Gráfico 7 Histórico da produção de álcool	pág. 18
Gráfico 8 Energia contida na cana-de-açúcar	pág. 23
Gráfico 9 Capacidade de armazenamento de álcool por região	pág. 23
Gráfico 10 Vendas de álcool hidratado por região	pág. 24
Gráfico 11 Emissões totais de CO ₂	pág. 35
Gráfico 12 Destino das exportações de açúcar bruto	pág. 42
Gráfico 13 Destino das exportações de açúcar refinado	pág. 42
Gráfico 14 Licenciamentos de veículos novos	pág. 44
Gráfico 15 Destino das exportações de etanol	pág. 45
Gráfico 16 Exportação mundial de etanol	pág. 45

Tabelas

Tabela 1 Geração de empregos por automóvel produzido	pág. 26
Tabela 2 Cronograma de redução de queima da cana-de-açúcar	pág. 31
Tabela 3 Suprimento Mundial de Energia	pág. 32
Tabela 4 Compromissos de Redução e Emissões Projetadas	pág. 34
Tabela 5 Emissões totais de GEE	pág. 36
Tabela 6 Balanço Energético do ciclo de produção do Etanol no Brasil	pág. 37
Tabela 7 Custos de produção de açúcar brasileiro	pág. 48

Mapas

Mapa 1 Localização da cultura da cana no Brasil	pág. 49
Mapa 2 Localização dos novos projetos	pág. 50

1. Introdução

Objetivo

O presente estudo visa a compreender o setor sucroalcooleiro, da sua formação até o presente, e ver as futuras oportunidades de crescimento. Hoje, as primeiras conseqüências do consumo de combustíveis fósseis começam a afetar o clima na Terra e obrigam o Homem a procurar caminhos sustentáveis de desenvolvimento para garantir a sua sobrevivência no futuro próximo.

O etanol desponta como a mais provável alternativa renovável ao petróleo, no curto e médio prazo. Dentre os países propícios à produção de etanol, o Brasil se destaca como futuro fornecedor de energia limpa ao mundo, pelas condições naturais favoráveis e também pela experiência em produzir acumulada desde os anos 70.

O estudo começa por um breve histórico da cultura da cana e o processo de produção de forma a situar o leitor sobre o percurso percorrido até os dias de hoje. Logo depois irá se analisar o atual estado da indústria no Brasil, da produção agrícola à distribuição, passando pelos principais aspectos econômicos da indústria sucroalcooleira no Brasil.

Em seguida irá se analisar os aspectos ambientais da produção e consumo, com ênfase na redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e aspectos que envolvem o Protocolo de Kyoto e o Mercado de Carbono. Por último, pretende-se analisar o futuro do mercado mundial de combustível limpo e de açúcar, com base em estudos e projeções, bem como as conseqüências para o Brasil.

Procura-se responder às seguintes questões:

- (I) Como é estruturado hoje o setor de cana-de-açúcar no Brasil? ;
- (II) O etanol é uma alternativa economicamente viável ao petróleo? ;
- (III) Quais serão os impactos econômicos e ambientais da adoção do etanol como combustível? ;
- (IV) Por que o Brasil desponta como possível líder na produção mundial de etanol? ;
- (V) Como se consolidará o mercado mundial de açúcar e etanol no longo prazo?

A partir das conclusões, pretende-se chegar a um amplo conhecimento do mercado de açúcar e etanol e também saber que como as mudanças no fornecimento de energia mundial irão afetar o Brasil.

Introdução Técnica

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido por Índia e Austrália. Planta-se cana no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, o que permite dois períodos de safra. Quando plantada pela primeira vez, através de mudas feitas em viveiros, a cana demora 18 meses para ser colhida. Após o primeiro corte, a cana cresce outra vez, sem necessidade de replantio e demora outros 12 meses para atingir a maturidade.

A mesma cana pode ser colhida diversas vezes e ao fim de cinco ou seis cortes a cultura passa por uma renovação. Dessa forma, a taxa de renovação anual é de 15% a 20% sobre o total da área cultivada. A maioria das usinas faz uso da rotação de culturas quando da renovação do canavial, plantando grãos ou pastagens. Novos projetos consideram ainda a produção de uma oleaginosa na rotação, a ser utilizada na produção de biodiesel.

O corte da cana pode ser realizado manualmente ou mecanicamente. O corte tradicional é feito após a queimada da palha de modo a reduzir o risco do trabalho e aumentar a produtividade do trabalhador. O corte mecanizado é feito sem a queimada prévia da cana, mas exige pouca declividade no terreno a ser colhido para o funcionamento correto das colheitadeiras. Hoje, a maior parte da cana no Brasil é colhida manualmente, mas há cronogramas legais que prevêm a extinção da queimada, levando à obrigatoriedade da colheita mecânica em alguns anos. O fato de não haver a queimada da cana na colheita mecânica gera um excedente de palha que fica sobre o solo protegendo-o da incidência excessiva de sol e é incorporada como matéria prima ou então pode ser levada até a fábrica para queimada junto ao bagaço.

No processo industrial, os colmos (o caule da planta de cana-de-açúcar) são então esmagados na moenda e é extraído o caldo que servirá de base para a fabricação de açúcar ou etanol. O caldo da cana é composto por água, sacarose, frutose e glicose.

Para a produção de açúcar, o caldo é aquecido e evaporado até que aumente a concentração de açúcares. A sacarose é cristalizada na forma de açúcar em uma centrífuga. No processo de fabricação do açúcar, apenas a sacarose é cristalizada e tem-se como subproduto o melaço, um composto de frutose e glicose que ainda pode ser digeridos por microorganismos para a produção de álcool.

Na produção de etanol, o caldo é fermentado através de leveduras, que vão produzir um vinho. O vinho é então destilado até a obtenção do Álcool Hidratado (~95,5° GL) ou Anidro (~99,5 ° GL) ¹, dependendo do seu teor alcoólico em volume.

De acordo com um estudo realizado pela Universidade de São Paulo (USP) e Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)², cada 1.000kg de colmos produzem 700 kg de caldo e 300 kg de bagaço.

Então cada 700 kg de caldo podem ser transformados em 90 kg de açúcar e 42 kg de melaço, que ainda vão gerar 12L de álcool e 156L de vinhaça. Em caso de destinação única para a fabricação de etanol, cada 700 kg de caldo vão produzir 90L de etanol e 910L de vinhaça.

O bagaço que sobra do esmagamento da cana é queimado na caldeira de forma a produzir vapor e energia. Em geral as usinas são autônomas energeticamente ou mesmo vendem o excesso de energia produzida às distribuidoras locais.

Como resíduos da produção, tem-se a vinhaça, que resulta da destilação do álcool e hoje é usada na fertirrigação no campo, não sendo mais jogada em cursos d'água, além da torta de filtro (impurezas filtradas do caldo) e as cinzas (da caldeira), também recicladas no campo como fertilizantes orgânicos.

A safra mundial de cana ficou estabelecida de setembro até agosto do ano seguinte.

¹ Fonte: Portaria da ANP de 8 de agosto de 2002.

² Bernardes, M. S.; **“Produção potencial de cana-de-açúcar”**, Rio de Janeiro, junho de 2006.

2. Histórico

2.1. Origem

A palavra que originou o nome açúcar é, provavelmente, “grão”, “sarkar”, em sânscrito. No leste da Índia, o açúcar era chamado “shekar”, enquanto os povos árabes o conheciam como “al zucar”, que se transformou no espanhol “azucar”, e daí “açúcar”, em português.

Segundo informações mais recentes, admite-se que a cana-de-açúcar é originária de Nova Guiné. Por volta de 3000 a.C., a planta se disseminou em várias linhas até a Indochina, no Arquipélago da Malásia e no Golfo de Bengala. Na Índia, por volta de 500 a.C., já haviam técnicas de evaporação do caldo. Cerca de 200 a.C. já se produzia açúcar cru na China. Em 327 a.C., Alexandre “O Grande” comprovou o consumo da cana na Índia. Seu almirante Nearchos disse que havia encontrado “uma cana que fazia o mel sem abelhas”. Porém, só a partir de 700 d.C. começou a ser comercializado.

Os persas, segundo a literatura, foram os pioneiros no desenvolvimento das técnicas de produção de açúcar na forma cristalizada, tal como, atualmente, se conhece. Por vários séculos, os persas obtiveram cristais grandes de sacarose através de tecnologia simples que consistia na drenagem do mel, sob a ação da gravidade.

Nos séculos XII e XIII, os chineses e os árabes, levaram a indústria açucareira até as regiões banhadas pelo Mar Mediterrâneo e pelo Oceano Índico. Houve ainda a tentativa de introdução da cultura na Grécia, Itália e em algumas regiões da França. Devido ao clima impróprio as plantações não prosperaram, permanecendo os orientais como maiores fornecedores de açúcar do mundo ocidental.

Nessa altura, Veneza era o principal intermediário deste comércio: o açúcar proveniente da Índia era comprado em Alexandria e levado ao resto da Europa.

Durante centenas de anos, o açúcar foi considerado uma especiaria valiosa por raridade. Apenas nos palácios reais e nas casas nobres era possível consumir açúcar. Vendido nos boticários (as farmácias de então), o açúcar era acessível apenas aos mais poderosos.

Apenas com o descobrimento da América, o açúcar produzido pela rápida introdução da cana-de-açúcar neste novo continente passou a ser uma mercadoria acessível a todas as camadas sociais.

Os maiores desenvolvimentos das técnicas para produção foram alcançados no século XIX, com a introdução da máquina a vapor, da evaporação, dos cozedores a vácuo e das centrífugas, reflexo dos avanços apresentados pela Revolução Industrial. A partir de então a produção comercial de açúcar experimentou notáveis desenvolvimentos tecnológicos.

A partir do século XVIII, as bases da indústria de beterraba foram lançadas na Europa, chegando sua produção a superar a da cana-de-açúcar no período de 1883 a 1902. Desse período até os dias atuais, a produção do açúcar de cana tem sido superior à da beterraba.

2.2. A cana no Brasil

Durante a guerra entre Veneza, que monopolizava o comércio do açúcar, e os turcos a cana começou a ser cultivada na Ilha da Madeira pelos portugueses e nas Ilhas Canárias pelos espanhóis, procurando fontes alternativas.

À medida que os navegadores portugueses avançavam pelo Atlântico, iam descobrindo inúmeras ilhas desertas, propícias ao plantio da cana. Na ilha de São Miguel, no arquipélago dos Açores, o cultivo inicialmente deu resultado, mas o clima se mostrou desfavorável com o passar do tempo. No arquipélago de Cabo Verde também se fizeram plantações, mas a falta de água prejudicou a produção. Grandes canaviais surgiram em São Tomé e Príncipe, onde havia água e calor em abundância. No século XVI, mais de 2.000 toneladas chegaram a ser produzidas por ano na ilha.

Na recém-descoberta América, os solos eram férteis, o clima o mais adequado. Em 1532 chegaram as primeiras mudas de cana no Brasil e o sucesso foi tal que, por volta de 1584, haviam cerca de 120 engenhos, que usavam 10.000 escravos, que produziam cerca de 3.000 toneladas de açúcar.

Martim Afonso de Souza fundou na Capitania de São Vicente, próximo à cidade de Santos, Estado de São Paulo, plantou mudas de cana vindas da ilha da Madeira, e fundou o primeiro engenho para produzir açúcar, com o nome de São Jorge dos Erasmos. Com novas plantações de cana em várias regiões do litoral brasileiro, o açúcar passou a ser produzido nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia, Espírito Santo, Sergipe e Alagoas. A região que mais se desenvolveu foi a de Pernambuco, chegando em fins do século XVI a ter 66 engenhos.

Durante o período colonial, século XVII, a invasão holandesa no Brasil trouxe grande desenvolvimento para a indústria do açúcar. Os holandeses portadores de tecnologia de ponta se instalaram em Pernambuco, região com as melhores condições de clima e solo do nordeste brasileiro. A maior proximidade com o continente europeu também favoreceu o desenvolvimento do açúcar naquela região.

No século XVIII a indústria açucareira brasileira declinou, principalmente, porque os holandeses, expulsos do Brasil, imigraram para o Suriname e as Antilhas, constituindo fortes concorrentes aos produtores brasileiros. No século XIX, a ascensão da mineração, junto ao crescimento da indústria da beterraba e o aumento da concorrência no mercado internacional de açúcar levaram a queda da produção brasileira, estável durante muito tempo. Grandes mudanças só vieram a partir do proálcool, que estabeleceu a indústria como fonte importante de energia renovável no Brasil.

2.3. Proálcool

As primeiras experiências com a utilização do etanol em motores do Ciclo Otto datam do início do século 20. Em 1912, alguns veículos foram movimentados em caráter experimental. Em 1931, o governo brasileiro autorizou a utilização do álcool anidro em mistura à gasolina, em proporções entre 2% e 5%, intervalo elevado em 1961 para de 5% a 10%. Até o final de 1979, quando surgiram os primeiros carros movidos exclusivamente a álcool, apenas o álcool anidro era utilizado como combustível.

Nos anos 70, a busca de novas fontes de energia como alternativa à crise do petróleo, o governo brasileiro passou a investir grandes quantias de forma a incentivar a produção de etanol. A ênfase agora era dada à modernização das indústrias, construção de destilarias com novos equipamentos e expansão dos canaviais para atender à oferta.

Em setembro de 1973, o preço do barril de petróleo estava em US\$ 2,91. A ação da OPEP levou o preço a US\$ 11,65 em apenas três meses, chegando a US\$ 12,45 em março de 1975. Foi o primeiro choque do petróleo e como consequência o mundo se lançou na busca de outras fontes de energia.

No Brasil, o Governo Federal instituiu, em 14 de novembro de 1975 pelo decreto nº 76.593, o Programa Nacional do Álcool, Proálcool. De acordo com o decreto, a produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com

especial ênfase no incremento da produção agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou destilarias autônomas, além de unidades armazenadoras.

O objetivo do Proálcool era principalmente diminuir a dependência externa de energia – uma questão estratégica para a segurança nacional –, e como metas secundárias propiciar uma melhora no balanço de pagamentos, reduzir disparidades regionais de renda, expandir a produção de bens de capital e gerar empregos.

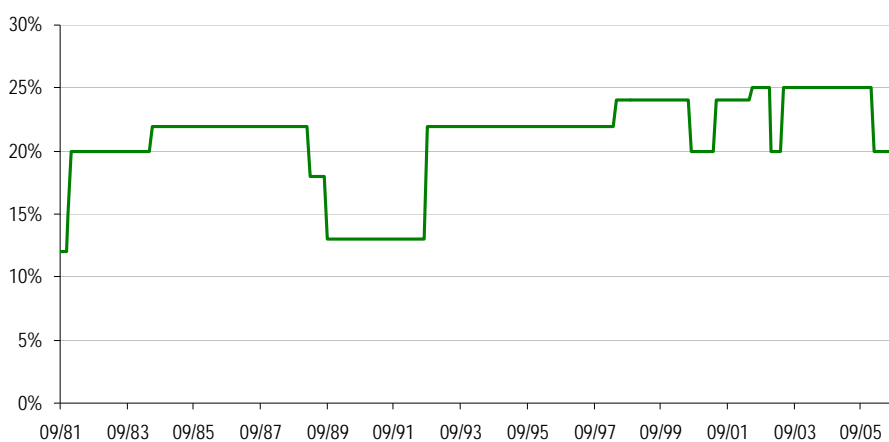
Foram testadas diversas outras fontes de matéria-prima e a decisão de produzir etanol a partir da cana-de-açúcar por via fermentativa foi por causa da baixa nos preços do açúcar na época.

Uma nova fase do Proálcool se desencadeou com o segundo choque do petróleo, em 1979. Os conflitos no Oriente Médio provocaram uma nova crise e o preço do barril chegou ao incrível patamar de sessenta dólares.

O Governo Federal, então, repassou a tecnologia já desenvolvida por algumas estatais e celebrou acordo com as indústrias para iniciar a fabricação de carros movidos a álcool. A consolidação do Proálcool veio com o carro a álcool. De 1975 a 2000, foram produzidos cerca de 5,6 milhões de veículos a álcool hidratado.

Acrescido a isso, o Programa substituiu por uma fração de álcool anidro (entre 1,1% a 25%) um volume de gasolina pura consumida por uma frota superior a 10 milhões de veículos a gasolina. O gráfico a seguir mostra as variações do percentual de álcool anidro adicionado à gasolina.

Adição de Álcool Anidro à Gasolina



Fonte: MAPA/SPA

Na introdução do álcool hidratado, os automóveis precisaram passar por alterações. Como exemplo, os tubos tiveram seu material substituído; o calibre do percurso de combustível teve de ser aumentado; por causa do poder calorífico menor do álcool, foi necessário instalar injeção auxiliar a gasolina para partida a frio e o carburador teve de ser feito com material anti-corrosivo.

O Proálcool pode ser dividido nas seguintes fases:

1. 1975 a 1979

Primeiramente foi dada ênfase à produção de álcool anidro para a mistura com gasolina. A produção alcooleira cresceu de 600 mil m³/ano (1975-76) para 3,4 Mm³/ano (1979-80). Os primeiros carros movidos exclusivamente a álcool surgiram em 1978.

2. 1980 a 1986

O segundo choque do petróleo (1979-80) triplicou o preço do barril de petróleo e o peso desse na pauta de importação chegou a 46% em 1980. Como consequência, o Governo passa a adotar medidas para plena implementação do Proálcool.

São criados organismos como o Conselho Nacional do Álcool - CNAL e a Comissão Executiva Nacional do Álcool - CENAL para agilizar o programa. A produção alcooleira atingiu um pico de 12,3 Mm³ em 1986-87, superando em 15% a meta inicial do governo de 10,7 Mm³/ano para o fim do período. A proporção de carros a álcool no total de automóveis de ciclo Otto³ (passageiros e de uso misto) produzidos no país aumentou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, atingindo um pico de 95,8% das vendas totais de veículos de ciclo Otto para o mercado interno em 1985.

3. 1986 a 1995

Esse novo período, chamado de “contrachoque do petróleo”, colocou em xeque os programas de substituição de hidrocarbonetos fósseis e de uso eficiente da energia em todo o mundo. Os preços do barril de petróleo chegaram a um nível de US\$ 12 a 20, contra os US\$ 30 a 40 dos anos anteriores. A oferta de álcool não pôde acompanhar o crescimento descompassado da demanda, com as vendas de carro a álcool atingindo níveis acima de 90%.

³ O Ciclo de Otto, também chamado de ciclo a quatro tempos é o ciclo mais comumente usado na maioria dos automóveis e veículos de pequeno porte.

A demanda pelo etanol, por parte dos consumidores, continuou sendo estimulada por meio da manutenção de preço relativamente atrativo ao da gasolina e da manutenção de menores impostos nos veículos a álcool comparados aos à gasolina. Como resultado, o desestímulo à produção de e o estímulo à sua demanda gerou a crise de abastecimento da entressafra 1989-90, que abalou a confiança do consumidor no álcool brasileiro.

A crise de abastecimento de álcool do fim dos anos 1980 afetou a credibilidade do Proálcool e a demanda brasileira por álcool começa a declinar. O sucateamento dos carros movidos a álcool e a liberalização dos controles de importação aumentam a proporção de carros à gasolina.

4. 1995 a 2000

Após o período de desregulamentação, que teve início na década de 90, os mercados de álcool combustível, tanto anidro quanto hidratado, encontram-se liberados em todas as suas fases de produção, distribuição e revenda. Os preços são exclusivamente determinados pelas condições de oferta e procura.

Como resultado, a produção de álcool no Brasil no período de 1975-76 foi de 600 mil m³; no período de 1979-80 foi de 3,4 Mm³ e de 1986-87 chegou ao auge, com 12,3 Mm³.

Além do benefício direto da independência do petróleo, o Proálcool gerou outra fundamental para os séculos XX e XXI: a preservação do meio ambiente. Os carros movidos a álcool e a mistura de álcool à gasolina reduziram drasticamente os níveis de poluição ambiental nas grandes cidades.

Desde sua efetiva incorporação à matriz energética brasileira em 1975 até a atualidade, o etanol alcançou importantes resultados:

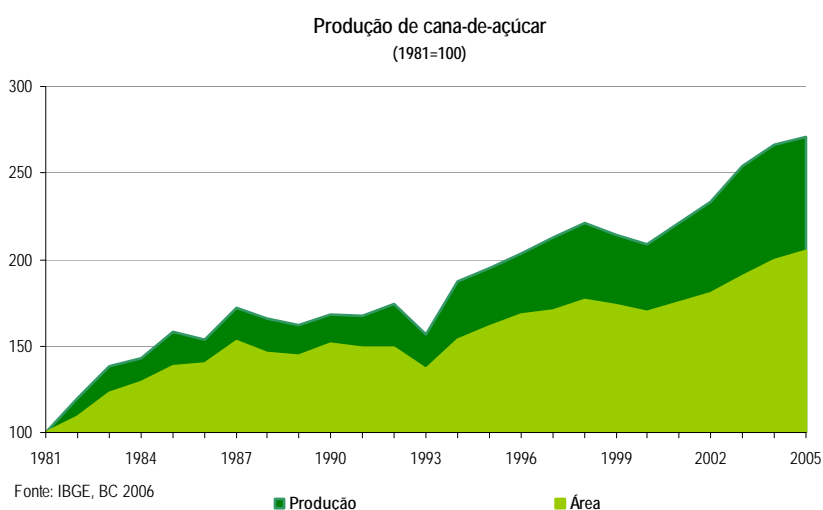
- 1) A produção e a demanda ultrapassaram largamente as expectativas propostas no início do Programa Nacional do Álcool (PNA);
- 2) A implementação de tecnologias e avanços gerenciais tornaram este combustível renovável competitivo frente o preço da gasolina, refletindo nos menores custos de produção mundiais atualmente;
- 3) As características de sua produção o tornam a melhor opção, no momento, para a redução de emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes, em todo o mundo.

3. Presente

3.1. Produção atual

Em todo território brasileiro, 851 Mha, a cana-de-açúcar é cultivada em de 6,1 Mha⁴ (cerca de 1% de toda terra agricultável do país) e se espalha por todas as regiões geográficas. A cana-de-açúcar é a terceira maior cultura em área no Brasil, atrás da soja (22,0 Mha) e Milho (12,5 Mha). Na safra 2005/06, a produção total de cana-de-açúcar atingiu 386 milhões de toneladas⁵, um quarto da produção mundial. Cerca de 50% foi utilizada para a produção de açúcar (25,8 Mt) e 50% para etanol (15,9 Mm³). Portanto, a área de cana-de-açúcar destinada à produção de etanol ocupa hoje cerca de 3,0 Mha (0,5% da área agricultável).

A produção canieira brasileira sofreu diversos saltos em curtos espaços de tempo, impulsionados por diferentes fatores. No início dos anos 70, a produção canieira estava estabilizada em torno de 120 Mt então, a partir de 1975, os incentivos gerados pelo Programa Nacional do Alcool (PNA) levaram à expansão das lavouras chegando a 240 Mt em 1985. Nessa primeira fase, a ênfase foi dada em produtividade para atender ao aumento da demanda e aumento da capacidade de moagem e destilação. A partir de 1985, os programas de se voltaram para a obtenção de maior eficiência já que a produção havia se estabilizado. O gráfico abaixo mostra a evolução da produção em relação à área plantada, deixando evidente os ganhos de produtividade desde 1981



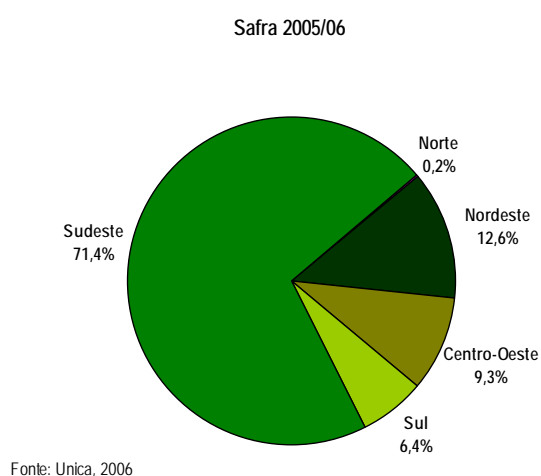
⁴ Fonte: GCEA/IBGE, DPE, COAGRO - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Set 2006.

⁵ Fonte: Unica, 2006

A produção esteve entre 250 a 300 Mt até 10 anos depois, quando o crescimento da exportação de açúcar que passou de 1,2 em 1990 para 18,1 Mt em 2005, gerou um novo ciclo de expansão acrescentando outras 120 Mt de cana-de-açúcar até 2005.

Os ganhos em tecnologia alcançados durante o Proálcool se refletem hoje nos menores custos de produção do mundo e alta eficiência na produção. Como exemplo tem-se a taxa de conversão agroindustrial média, que entre 1975 e 2000 passou de 2.024 para 5.500 litros de etanol por hectare⁶. Do lado agrícola, novas variedades de cana contribuíram para significativo aumento da produtividade. Há 20 anos atrás, 50% da área cultivada em São Paulo era ocupada por uma única variedade enquanto que hoje a variedade mais cultivada das centenas de variedades disponíveis não chega a 10% da área.

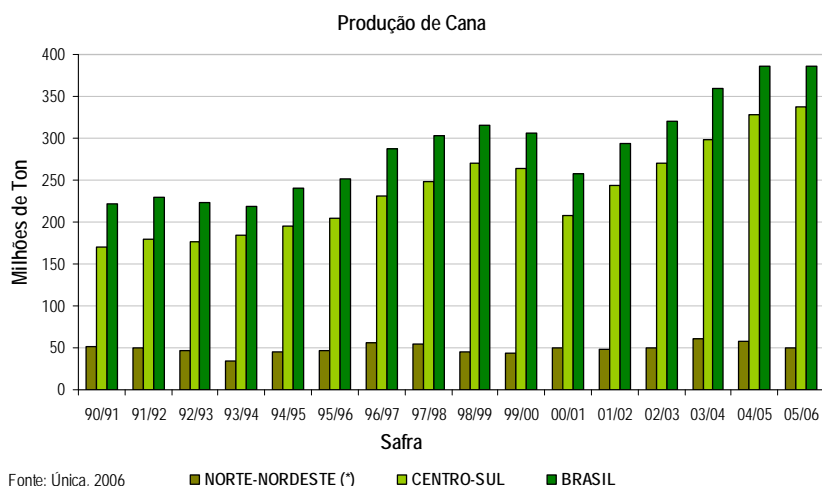
Quanto à distribuição regional, apesar de o Nordeste ter sido o líder da produção açucareira durante o período colonial, hoje ele concentra parte pequena da cana do país. A região Centro-Sul produziu 87,1% da cana consumida no país na safra 2005/06. O percentual do Estado de São Paulo isoladamente ficou em 62,8% da produção nacional.



As maiores áreas de expansão da produção atualmente ocorrem no Noroeste paulista e no Centro-Oeste, principalmente nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás, em áreas anteriormente ocupadas por pastagens.

O gráfico abaixo mostra o crescimento da produção no Centro-Sul e a Relativa estagnação no Norte-Nordeste.

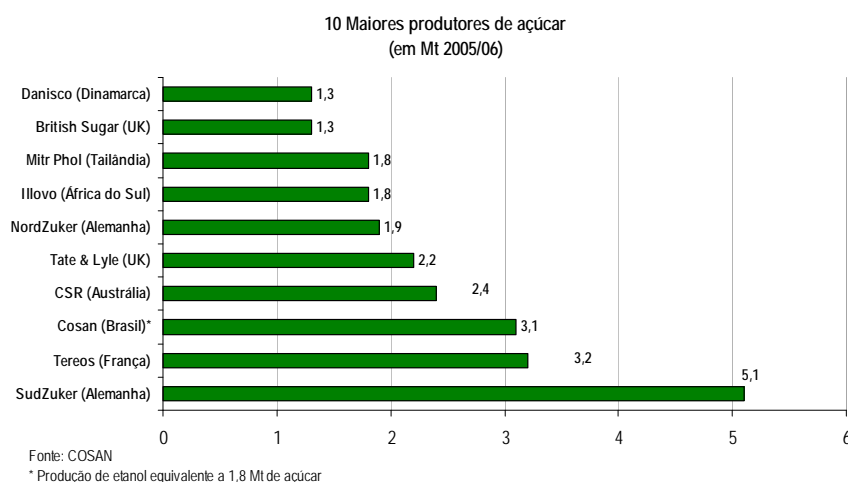
⁶ Macedo, I.C; **Commercial Perspectives of Bioalcohol in Brazil**, 1st World Conference on Biomass for energy and Industry, Sevilla, Espanha, 2000



Os 10 países maiores produtores mundiais de açúcar são responsáveis por 75% da produção mundial de açúcar, mas o Brasil é líder em produção e exportação mundial. Em 2005, 380 Mt de cana⁷ foram processadas por 304 usinas em atividade, sendo 227 na região Centro-Sul e 77 na região Norte-Nordeste, somando-se ainda 30 projetos em fase de implantação.

As capacidades anuais de moagem de cana-de-açúcar variam de 0,5 a 6,0 Mt e a produção é bem pulverizada, apesar da recente concentração que vem ocorrendo no setor com algumas fusões e entrada de grupos estrangeiros.

A maior empresa do setor é o Grupo Cosan, que recentemente abriu seu capital em bolsa com grande procura pelos papéis: suas ações se valorizaram 139,38% desde a estréia na Bovespa em novembro de 2005. O grupo tem 17 unidades produtoras que juntas processam 27,9 Mt de cana na safra 2005/06, com 70% de colheita manual. A produção de etanol esteve em 1,01 Mm³ em 2006.

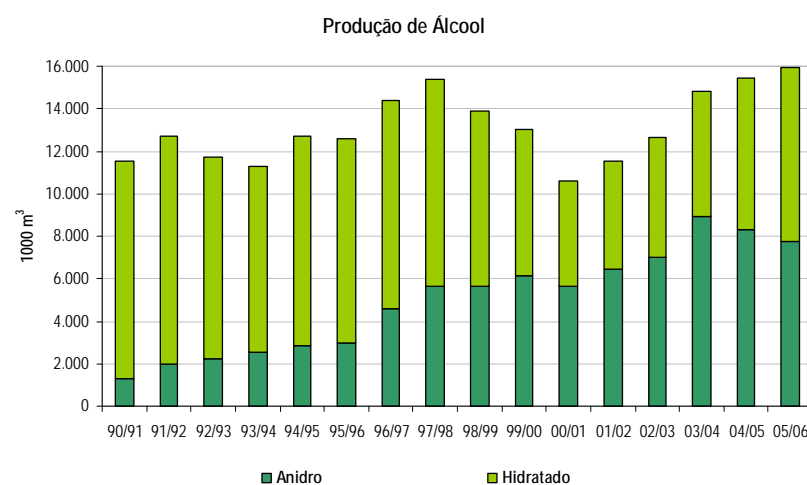


⁷ Carvalho, E. P., “Sugarcane Ethanol in Brazil”, Unica, fevereiro de 2006.

O gráfico acima situa o Grupo Cosan como terceiro maior produtor de açúcar do mundo, mas se a produção de etanol fosse convertida em açúcar o grupo passaria às 5,0 Mt de produção de açúcar (segundo maior produtor mundial).

Em novembro de 2006, começaram as negociações para a formação de um outro grupo a partir de oito companhias sucroalcooleiras associadas à *trading* Crystalsev. A fusão ocorreria em duas fases, incorporando-se 4 usinas em cada uma. A empresa resultante teria capacidade de moagem de quase 26 Mt de cana-de-açúcar, produzindo 1,7 Mt de açúcar e cerca de 1 Mm³ de álcool.

O gráfico abaixo mostra a produção de etanol segundo a Unica (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo).



O ápice de produção na safra 05/06 de 15,9 Mm³ também é considerado como a capacidade instalada de produção de etanol no Brasil, mas que devido aos recentes investimentos tem sido grandemente expandida. A produção total de álcool declinou depois da desregulamentação do setor pelo governo em meados de 90, devido à grande queda do consumo de álcool hidratado. No entanto, a expansão da frota movida a gasolina e o aumento do teor de etanol adicionado à gasolina levaram a um aumento do consumo de álcool anidro.

Apenas a partir da safra 01/02 a produção de álcool hidratado voltou a crescer impulsionada pela venda de carros bicombustíveis e pelas exportação de etanol. O Brasil se destaca como país onde o uso do álcool representa parcela importante do consumo de energia: 40,4% (em gasolina equivalente) do consumo total de

combustíveis do ciclo Otto e 13,2% (em t.e.p.) do consumo de energia pelo setor transporte rodoviário⁸.

A produção brasileira de etanol apresenta ainda a vantagem de estar pulverizada comparada a outros países, garantindo a concorrência na produção. Como exemplo, tem-se os Estados Unidos, com produção de etanol equivalente à brasileira, apesar de um número três vezes menor de usinas e conseqüentemente capacidade média 3 vezes maior. Essa fato pode ser explicado pelo longo período de estocagem do milho (matéria prima americana), comparado à cana, que deve ser processada em curto espaço de tempo. Adiciona-se ainda o fato que há poucas plantas no Brasil dedicadas exclusivamente à produção de etanol: 50 destilarias autônomas contra 254 plantas que produzem açúcar e álcool.

3.2. Subprodutos

A sacarose é o principal produto do esmagamento da cana. Sua molécula tem 8 grupos de hidroxilas e é altamente reativa do ponto de vista químico e enzimático, servindo como base a diversas outras substâncias de interesse. Os derivados da sacarose apresentam diversas vantagens em relação aos petroquímicos, principalmente nos impactos ambientais, como os plásticos biodegradáveis, e no uso de energia renovável para sua obtenção (a partir do bagaço de cana).

Atualmente já são comercializados alguns produtos derivados da sacarose como o ácido cítrico, aminoácidos (lisina e o MSG), extratos de leveduras, sorbitol, plásticos (poli-lático e poli-hidroxibutirato) e eteno. Alguns mercados, como os aminoácidos, ácidos orgânicos e plásticos biodegradáveis estão em franca expansão e aumentaram a demanda mundial por sacarose.

O desenvolvimento da indústria alcoolquímica chegou a consumir 3,8% da produção nacional de etanol em 1985 (0,494 Mm³), mas teve seu papel reduzido com a política nacional de desenvolvimento da indústria petroquímica e o aumento do preço relativo do etanol e nafta. A escalada do preço do petróleo hoje desperta novo interesse nessa indústria. A sinergia entre a produção tradicional das usinas e a alcoolquímica, com o uso da energia e calor excedentes nos processos químicos vem a reduzir os custos

⁸ Nastari, P.M.; “**Tendências mundiais para o uso do etanol**”, Seminário 1975-2005: Etanol combustível, balanço e perspectivas, Campinas, novembro de 2005.

relativos às pequenas escalas dos processos alcoolquímicos nas usinas e aumenta o potencial de crescimento dessa indústria no campo.

Espera-se que nos próximos anos a indústria alcoolquímica se desenvolva nos novos projetos de forma a agregar valor à produção.

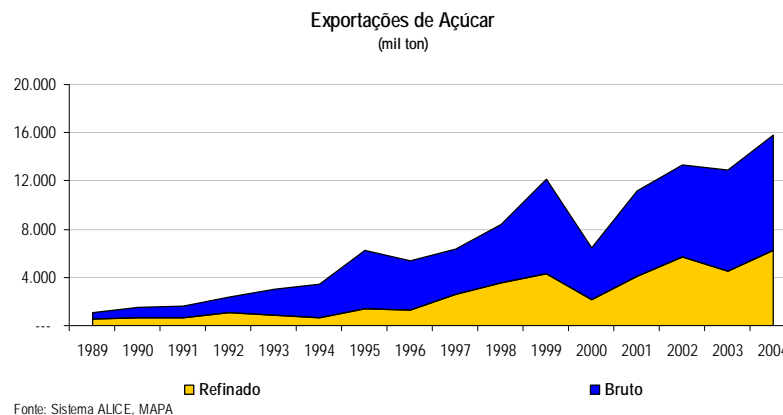
3.3. Regulamentação Governamental

Até 1990, a indústria sucroalcooleira desenvolveu-se à sombra de elevada intervenção do Estado. Durante a Era Colônia, o importante papel do açúcar na pauta de exportações justificava a intervenção do Estado. Depois, com o Proálcool, os controles governamentais tinham como objetivo incentivar a produção e garantir a oferta de etanol.

Em 1990, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) foi extinto e a economia sucroalcooleira foi sendo gradualmente desregulamentada rumo à liberalização quase total. Em 1999, a responsabilidade pelas políticas de cana, açúcar e, parcialmente, álcool foi passada para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O Mapa incorporou à sua estrutura a Secretaria de Produção e Comercialização para cuidar desses assuntos, e um departamento específico de açúcar e álcool. A partir de fevereiro de 2005, essa estrutura é composta pela Secretaria de Produção e Agroenergia (SPA) e pelo Departamento de Cana e Agroenergia.

A despeito da liberalização, o regime de transição durou até 2002 pôs fim a todos os subsídios à produção e os controles governamentais como cotas de produção, exportação, tabelamento de preços e controles de movimentação. Em 1996 acabaram as cotas de exportação e assim seguiu o término do controle de preços do açúcar, álcool anidro e hidratado.

O fim da intervenção no mercado do álcool hidratado ocorreu no momento de renovação da frota reduzindo a demanda num momento em que os estoques estavam duas vezes no nível usual. Em abril de 1999, havia 2 bilhões de litros de etanol estocados levando a uma mudança do mix de produção aumentando muito a produção de açúcar. A grande oferta levou a queda dos preços no mercado interno, com grande inelasticidade, e a busca do mercado externo como saída. As exportações de açúcar chegaram a 12 milhões de toneladas naquele ano.



Durante os últimos anos do Proálcool, as usinas sofreram grandes perdas devido ao controle de preços: os preços de venda ficavam abaixo do custo de produção como uma forma de manter a competitividade frente à gasolina nas bombas. Com o fim dos controles de produção e queda expressiva do consumo de álcool hidratado devido à renovação da frota, o setor sucroalcooleiro passou por uma grave crise no final dos anos 90 que levou muitas usinas à falência. Hoje a única regulamentação governamental é feita pela ANP, na definição da adição de álcool anidro à gasolina e na definição de especificações para a produção e comércio de etanol.

3.4. Setor elétrico

Com o álcool combustível e a co-geração de eletricidade a partir do bagaço, a cana-de-açúcar é, hoje, a maior fonte de energia renovável do Brasil. Segundo o Balanço Energético Nacional (2003), a participação da biomassa na matriz energética brasileira é de 27%; sendo, a partir do bagaço de cana-de-açúcar (incluído o etanol), de 12,6%; da utilização de lenha de carvão vegetal, de 11,9%; e de outras fontes, de 2,5%.

Através da cogeração, as usinas hoje fornecem energia limpa às distribuidoras, deslocando parte da geração feita a partir de fontes mais poluidoras. A produção de energia elétrica é feita através da queima do bagaço em caldeiras que geram vapor para os geradores elétricos e também vapor residual para uso em processos na produção de açúcar e álcool.

Historicamente sempre foi priorizado o sistema de Geração Central (GC) no Brasil, onde grandes centrais elétricas instaladas longe dos centros consumidores conseguiriam uma sensível redução de custos através do aumento de escala. Porém, a perda de 10 a 15% da energia produzida na transmissão, obrigava uma potência 20 a

30% superior na geração. O sistema de GC foi implementado em diversos países junto ao monopólio vertical da geração, transmissão e distribuição.

A busca por alternativas depois das crises do petróleo abriram caminho para a Geração Distribuída (GD). As primeiras tentativas desse sistema usavam o calor residual da geração termelétrica a gás, que representa mais da metade da energia do combustível usado, em outros processos como aquecimento e produção. A economia associada ao aproveitamento maior da energia mais que compensa os custos maiores devidos à menor escala. Hoje, na Holanda e na Finlândia, a co-geração já representa mais de 40% da potência instalada.

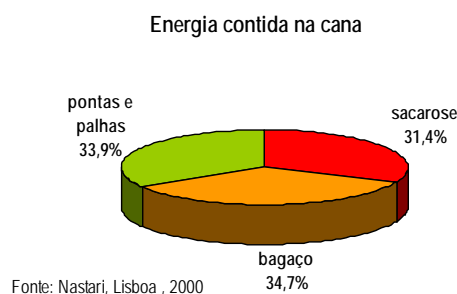
As resistências à implementação da GD no Brasil fizeram com que a sua participação na oferta elétrica hoje seja mínima. As sucessivas crises do sistema elétrico nacional nos anos 90 só não foram mais graves devido à sobrecapacidade instalada e ao crescimento ínfimo da demanda. A falta de ação pós-privatização e os investimentos insuficientes na GC resultaram na crise de 2001, solucionada com a redução forçada do consumo.

Em 2004, o novo modelo do setor elétrico (Lei 10.848/04) passou a reconhecer o papel da GD e retirou algumas das barreiras das distribuidoras que dificultavam o seu desenvolvimento. Ao mesmo tempo, a descoberta de reservas consideráveis de gás natural em 2003 perto dos centros urbanos do sudeste aumentou o interesse da Petrobrás em distribuir esse gás à GD.

No caso da indústria canavieira, a GD tem um papel fundamental ao reduzir os custos dos demais produtos e aumentar a competitividade. A energia produzida nas usinas é confiável e limpa, indo ao encontro dos interesses do governo reduzindo o risco de oscilação na geração e utilizando maior quantidade de empregos por unidade de energia produzida.

Desde os anos 80, as usinas passaram de uma dependência energética de 40 a 50% para auto-suficiência e hoje vendem seus excedentes às distribuidoras. Em outubro de 2006, havia 226 usinas de energia que utilizam o bagaço de cana como combustível cadastradas na ANEEL com capacidade instalada de 2.642,7 MW, cerca de 2,5% da capacidade brasileira⁹.

⁹ Fonte: ANEEL (www.aneel.gov.br)



Em termos energéticos, a sacarose equivale a 31,7% da cana, o bagaço a 34,7% e a palha a 33,9%. Apesar do alto valor energético, o bagaço é usado ineficientemente pelas usinas, sendo praticamente incinerado na produção de vapor de baixa pressão (20 bar). O vapor gerado é utilizado em turbinas de contrapressão nos equipamentos de extração (63%) e na geração de eletricidade (37%). A maior parte do vapor de baixa pressão (2,5 bar) que deixa as turbinas é utilizada no aquecimento do caldo (24%) e nos aparelhos de destilação (61%); o restante (15%) não é aproveitado.

Devido às barreiras a venda da energia produzida nas usinas às distribuidoras criadas nos anos 70, quando havia abundância de energia hidroelétrica, e à necessidade de energia térmica no processo de produção, as plantas de cogeração implantadas nas usinas não se preocupavam em ter alta eficiência de conversão termo-mecânica, o que levou a baixa eficiência nos geradores já implantados.

Hoje, novas caldeiras com pressão entre 60 e 80 bar e eficiência térmica em torno de 85% estão sendo implementadas na co-geração gerando até 60 kWh/t cana, contra até 10 kWh/ t cana com as caldeiras de 20 bar¹⁰. O uso da palha de cana em colheita mecanizada também tem sido estudado como fonte adicional de energia, mas os custos de transporte ainda não foram definidos como economicamente viáveis.

Novas tecnologias, que utilizam turbo-geradores de extração-condensação, vão permitir a geração de excedentes de até 150 kWh/t cana durante todo o ano (usando a palha da cana na entre-safra).

Uma das principais vantagens da geração de energia através do bagaço de cana é o período de safra no centro-sul coincide com o período de estiagem das principais bacias hidrográficas brasileiras que afetam a produção hidrelétrica. O custo da energia é competitivo chegando a R\$ 93 por MWh em recente oferta de 300MW no âmbito do

¹⁰ Macedo, I.C.; Nogueira, L.A.H.; “Avaliação da expansão da produção de etanol no Brasil”, CGEE, Brasília, julho de 2004 pág. 18-19.

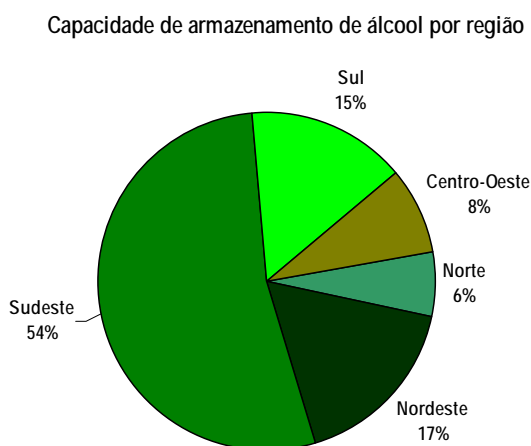
PROINFA, comparados ao custo projetado R\$ 105 por MWh para novas hidrelétricas e R\$ 120 em novas termelétricas.

Para cada 100 Mt de cana adicionais (tomando-se 42% da cana destinada à produção de açúcar) utilizando-se as tecnologias atuais, o setor poderia ofertar adicionalmente 12,6 TWh¹¹ (3,8% do consumo atual de energia) e 4,9 Mm³ de etanol (aumento de 37% da oferta atual de etanol). O Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) estima que no horizonte de dez a quinze anos seja possível suprir 10 a 20% da necessidade de energia no país¹² através do sistema de GD, comparado a menos que 5% atualmente.

Com a entrada de novas tecnologias que permitam a produção comercial de etanol através e processos de hidrólise da celulose, o bagaço terá grande valor como matéria prima e seu uso nas caldeiras para geração de energia terá de ser diminuído e cada vez mais eficiente.

3.5. Comercialização

O etanol é estocado basicamente nos produtores já que as 551 bases de distribuição de combustível no Brasil têm capacidade de armazenamento de apenas 718 mil m³. Desse total 53,3% está localizado no Sudeste, mais especificamente 36,6% apenas no Estado de São Paulo.



Fonte: ANP/SAB, 2006

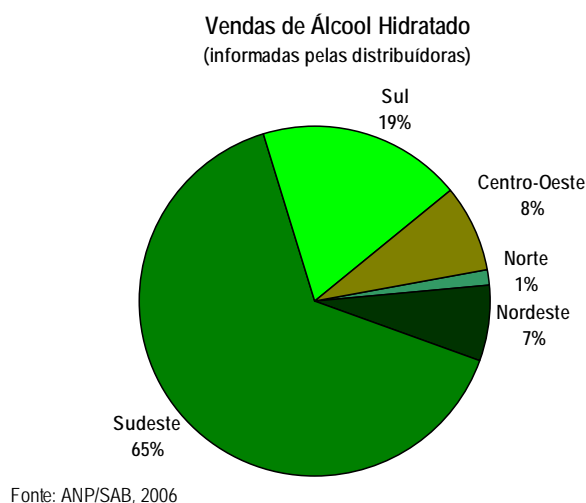
Os preços estão liberados em todos os níveis da cadeia de comercialização e o etanol é vendido, anidro em mistura com a gasolina ou hidratado para uso puro, nos

¹¹ Macedo, I.C. **A Energia da Cana-de-Açúcar**. Nipe-Unicamp, Campinas, setembro de 2005, pág. 63.

¹² www.inee.org.br

quase 28 mil postos de distribuição de todo o território brasileiro¹³. No nível do consumidor, os preços do etanol hidratado têm historicamente sido inferiores a 70% do preço da gasolina.

Uma parte da produção de etanol é comercializada com evasão tributária, portanto não sendo contabilizada oficialmente. Em 2005, foram produzidos 7,8 Mm³ de álcool hidratado, mas as distribuidoras informaram vendas de apenas 4,6 Mm³, 59,4% da produção. Comparativamente, a venda de gasolina C informada pelas distribuidoras em 2005 foi de 23,5 Mm³. O gráfico abaixo mostra as vendas de álcool hidratado informadas pelas distribuidoras por região.



A demanda interna por etanol se manteve estável em torno de 12 M m³ durante a década de 90, ocorrendo uma variação da demanda por álcool hidratado para o álcool anidro: os veículos movidos à E100, que atingiram 96% das vendas totais nos na década de 80, foram gradualmente substituída pelos carros movidos à gasolina. O aumento das vendas totais de veículos com a liberalização dos controles de importação nos anos 90 junto a percentuais maiores de adição do anidro à gasolina (motivado pelo baixo preço deste relativamente à gasolina) em parte compensaram a queda de demanda por álcool hidratado.

Hoje, a demanda interna tem sido estimulada pela venda de carros bicomcombustíveis. O consumidor final tem vantagem quando opta pelo uso do E100 desde que seu preço seja até 70% do preço da gasolina, condição mantida historicamente.

¹³ Fonte: ANP, 2006

3.6. Emprego

O Plano Nacional do Álcool (PNA) teve como uma das principais conseqüências a geração de emprego no campo e um alívio na pressão migratória nas metrópoles. A geração de empregos também se estendeu a todo setor de equipamentos para a produção de açúcar, álcool e co-geração, que hoje exporta tecnologia com um índice de nacionalização próximo de 100%.

A geração de empregos na produção de cana tem característica claramente sazonal, como em todas as áreas da agricultura. A colheita, período mais demandante, se estende por sete meses por ano e quanto maior for o nível tecnológico, menor será o aumento de empregos relativo à entressafra.

A colheita manual gera grande número de empregos, mas de baixa especialização e alta rotatividade, que dificulta o treinamento e deprime os salários. A clara tendência à mecanização, principalmente no Estado de São Paulo, tem diminuído a sazonalidade da geração de empregos com o uso do mesmo pessoal para tarefas de conservação de solo e manutenção no período de entressafra, resultando em trabalhadores mais qualificados com melhores salários e condições de trabalho.

A produção de etanol apresenta uma maior proporção de empregos gerados por unidade produzida comparativamente ao petróleo, com vantagens de diversificação e descentralização. Em recente estudo feito em conjunto por Copersucar, Unica, Anfavea e Petrobrás, a geração de empregos por carros bi-combustíveis estava 2,6 maior comparada a carros movidos a gasolina "c"¹⁴.

Empregos (na produção de veículos e combustível)	
Veículos	Taxa de empregos
Etanol (Bi-combustíveis)	21,87
Gasolina "C"	6,01
Gasolina "A"	1

Considerações: consumo médio de 2.800/2.080 litros de etanol/gasolina por ano (1 milhão de litros de etanol/gasolina por ano gera 38/0,6 empregos diretos em um ano), gasolina "c" com 25% de anidro

Fonte: Copersucar/Unica/Anfavea/Petrobras

¹⁴ Carvalho, L.C.C.; "Ethanol: market perspective"; Assessing the Biofuels Option Joint Seminar of the International Energy Agency, Paris, junho de 2005

A indústria da cana apresenta a vantagem da geração de empregos em áreas isoladas. Em 1991, havia destilarias em 357 municípios gerando em média 15,6% do total de empregos de cada um deles.

Em São Paulo no ano de 1990¹⁵, estado que detinha 60% da produção, 60% dos trabalhadores estavam em posições sem especialização como plantio e colheita, contra 10% com especialização média (motoristas, por exemplo) e 30% especializados em posições de supervisão e na área industrial. A geração de empregos para cada 1 Mt de cana colhida ficou estimada em 2.200 empregos diretos (1.600 na produção e 600 no processamento), e empregos indiretos como 30% desse total. Então São Paulo tinha 280 mil trabalhadores empregados pelo setor.

Em 1997, um estudo¹⁶ avaliou a geração de empregos com base na matriz insumo-produto brasileira, chegando a 654 mil empregos diretos, 937 mil empregos indiretos e 4,8 milhões de empregos induzidos. O grande aumento de produção foi sustentado pelo aumento do nível tecnológico, com redução do nível de trabalho por unidade de produto gerada no centro-sul, e terceirização de muitos dos serviços antes executados dentro das usinas. O Nordeste utilizava 44,3% da mão-de-obra produzindo 18,6% do total, ou seja, um nível 3,5 mais unidade de mão-de-obra por produto.

Hoje, há uma clara tendência de diminuição do número de empregos gerados para novos projetos e também das usinas existentes com o aumento da mecanização na colheita e com a melhoria da eficiência industrial.

No caso dos 60 mil produtores independentes de cana, que fornecem cerca de 30% da cana consumida no país, o preço da matéria prima paga a eles é definida de acordo com dois critérios: a quantidade de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) e os preços finais obtidos no mercado pelos produtos da cana. O ATR é estimado com base em análises do teor de sacarose (açúcar) contido na cana, o teor de fibra (bagaço) e a pureza, além das perdas no processo de produção industrial. O mecanismo de formação de preços é dinâmico e responde a variações de preços.

Desde a safra de 1998/99 o preço da cana é feito através de um modelo prioritário de autogestão, em substituição ao regime de preços fixados pelo Governo Federal. Em São Paulo, onde produtores independentes são responsáveis por 25% da

¹⁵ Borges, J. M.; "The effect on labor and social issues of electricity sales in the Brazilian sugar cane industry", Proceedings of the International Conference on Energy from Sugar Cane, Hawaii, 1991.

¹⁶ Guilhoto, J.J.M.; "Geração de emprego nos setores produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool no Brasil e suas macro-regiões", Relatório "Cenários para o setor de açúcar e álcool", MB Associados e Fipe, Abril de 2001.

produção de cana, o organismo responsável pela coordenação entre produtores e indústria é o Consecana – Conselho dos Produtores de Cana, Açúcar e Alcool.

3.7. Financiamentos

O BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), atua como agente de fomento do governo federal. O Programa Proinfa foi estabelecido com recursos próprios do BNDES para financiar projetos de geração de energia a partir de fontes alternativas, desde que as empresas tenham contratos de compra e venda de energia com a Eletrobrás, no âmbito do Proinfa.

O BNDES pode financiar até 80% dos itens financiáveis com uma taxa de TJLP + 3,5% a.a. em financiamentos diretos e TJLP + 2% a.a. + remuneração do agente financeiro em financiamentos indiretos. A amortização é feita em até 12 anos através do sistema de amortizações constantes (SAC).

No caso de financiamento a caldeiras, o custo total é determinado por TJLP + 1,5% a.a. + spread de risco. Para caldeiras acima de 60 bar, mais eficientes, a remuneração no BNDES cai para 1% a.a. e a participação máxima sobe para 90% dos itens financiáveis.

3.8. Impactos ambientais

A cana é uma das culturas que menos utiliza pesticidas, herbicidas e fertilizantes. A maior parte da cana no Brasil também é plantada sem o uso da irrigação e recicla seus principais resíduos.

A vinhaça (ou vinhoto), é líquido que resulta da destilação do vinho obtido com a fermentação do caldo, é muito rico em nutrientes. No início do Proálcool, haviam diversos casos de contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos por vinhaça, mas a sua aplicação na lavoura como fertilizante orgânico tem resultado em ganhos de produtividade, mesmo comparados à aplicação de adubos minerais equivalentes. Além da vinhaça, o uso da torta de filtro e das cinzas da caldeira tem reduzido a necessidade de fertilizantes químicos, principalmente de potássio. Algumas usinas já usam a vinhaça para fertirrigação em 70% da sua área plantada e visam expandir, como forma de se distanciar de doses altas ($m^3/ha.$) que podem trazer danos como salinização e contaminação do lençol freático.

O controle biológico das principais pragas da cana, a broca e a cigarrinha reduziram muito o uso de pesticidas na lavoura. O controle da broca reduziu a infestação ao nível de 2-3% comparados a 10-11% em 1980. Já o uso de inseticidas contra insetos de solo e formigas ficou em 0,36 kg/há em 1997, contra 1,17 kg/há para soja e 0,26 kg/há para milho¹⁷. O uso de herbicidas na cana (2,20 kg de ingrediente ativo/ ha. entre 1999 e 2003), ainda é maior que o visto nas culturas de café (1,61 kg/ ha.) e milho (1,41 kg/ ha.), equivalente à cultura da soja (2,20 kg/ ha.) e muito inferior à citricultura (2,39 kg/ ha.)¹⁸.

Um experimento de cana orgânica sem qualquer insumo químico têm sido conduzidos na Usina São Francisco, em Sertãozinho - São Paulo. Nos 13.500 ha. de canaviais, certificados desde 1997, todo o material orgânico produzido pela cana é reciclado e controles biológicos de pragas são utilizados de forma a aumentar a biodiversidade local. Depois de quase dez anos produzindo produtos orgânicos, a usina reporta aumentos de produtividade de 10% e redução de custos de 50 a 60%, além de obter uma margem maior na venda com um produto orgânico.

A erosão do solo é evitada pelo rápido crescimento da cana e pela prática de culturas de rotação, além das usuais técnicas de contenção de erosão pluvial. O ciclo de 5 cortes da cana também permite que o solo não sofra impactos anuais de plantio. A perda de solo sob a cana está em 12,4 t/ ha. ano¹⁹, comparado a 20,1 t/ ha. ano sob a soja e 24,8 t/ ha. ano sob o algodão.

A introdução da colheita mecânica deva ainda deve ajudar a aumentar a incorporação de matéria orgânica nos solos, cerca de 10 a 15 toneladas de matéria seca por hectare por ano, apesar de aumentar a incidência de algumas pragas. A perda de solo pode chegar a 6,5 t/ ha.²⁰ ano quando a palha é deixada na superfície, evitando o impacto direto da chuva no solo.

O Código Florestal (Lei 4777/65) define as áreas de proteção de águas e áreas de preservação. Adicionalmente, a Lei 7803/89 definiu que 20% da área total deve ser mantida sob o conceito de “reserva-legal” ou então deve ser reflorestado.

¹⁷ Fonte: **Censo Agropecuário**, IBGE, Rio de Janeiro, 1997.

¹⁸ Marzabal Neves, E.; Gastadi, H.L.G.: “**Demanda relativa por defensivos agrícolas pelas principais culturas comerciais, pós-desvalorização do real**”; ESALQ- Usp, agosto de 2004.

¹⁹ Bertoni, J.; Pastana, F.I.; Lombardi Neto, E.; Benatti Junior, R.; “**Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo**”, Campinas, janeiro de 1982

²⁰ Conde, A.J.; Donzelli, J.L.: “**Manejo conservacionista do solo para áreas de colheita mecanizada de cana sem queimada e sem queimar**”, VII Seminário de Tecnologia Agrônoma, CTC, Piracicaba 1997

A captação de água para processamento da cana ainda permanece elevada. O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo de 1990 indicava participação de 13% para o setor da cana-de-açúcar na captação total do estado. Em 1997, as usinas de São Paulo captavam um volume de água de 5m³/t de cana processada. Um relatório reservado da Unica de 2005²¹ com usinas que totalizavam 50% da moagem de cana do centro-sul estimou o uso de água em 1,83m³/t de cana. Deve-se ressaltar que esse resultado vale para as indústrias do centro-sul, mais eficientes, mas a tendência é de aumento da eficiência no uso da água, principalmente após o início da cobrança pelo uso..

3.9. Queimada da Cana

A queima da cana, antes do corte manual, é feita para retirar as folhas e palhas que atrapalham o corte manual, aumentando a produtividade e a segurança. Estima-se que 65% da cana no Brasil é colhida manualmente e 35% é colhida mecanicamente, mas 80% da cana ainda é queimada antes de ser colhida²².

Hoje, aproximadamente 40% da cana produzida no centro-sul é colhida mecanicamente. A colheita mecanizada foi primeiramente implementada com o objetivo das usinas atenderem a toda sua produção quando a mão-de-obra estava escassa (Plano Cruzado entre outros) mas hoje a expansão da área colhida mecanicamente é incentivada pelas preocupações ambientais e redução de custos. O cronograma de redução das queimadas foi planejado de forma que a não gerar desemprego agrícola subitamente.

A legislação prevê a proibição da queimada de cana desde 97, quando um decreto-lei do governo do Estado de São Paulo de 16/04/97. Atualmente, a Lei 11.241 de 19/09/02 (Estado de São Paulo) e Decreto do Governo Federal n 2.661 de 08/07/98 dispõem sobre o cronograma da eliminação da queima além de determinarem áreas de segurança onde a queima é proibida, como áreas próximas a perímetros urbanos, rodovias, ferrovias, aeroportos, áreas de conservação e outros.

²¹ Barbosa, M.L.; “**Levantamento da captação de água pelas indústrias de processamento de cana**”; Relatório Interno, Unica e CTC, 2005

²² Macedo, I.C.; Leal, M.R.L.V.; Silva, J.E.A.; “**Emissões de gases de efeito estufa(GEE) na produção de etanol no Brasil: situação atual (2002)**”, São Paulo, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2004

Cronograma de redução de queima da cana-de-açúcar					
Estado de São Paulo Lei 11.241			Brasil Decreto Governo Federal n 2.661		
Ano	Área mecanizável	Área não mecanizável	Ano	Área mecanizável	Área não mecanizável
2002	20%	-			
2006	30%	-	2003	25%	
2011	50%	10%	2008	50%	
2016	80%	20%	2013	75%	
2021	100%	30%	2018	100%	
2026		50%			
2031		100%			

Áreas mecanizáveis: declividade < 12%, áreas não mecanizáveis: declividade > 12%

De acordo com a Lei Federal, a partir de 2018, 100% da cana terá de ser colhida mecanicamente, resultando que toda a cana deverá ser cultivada em área com pouca declividade.

4. Emissões e o setor sucroalcooleiro

O aumento da temperatura terrestre tem ocorrido de forma acelerada desde a revolução industrial, com a liberação de grandes quantidades de carbono anteriormente aprisionado para a atmosfera. As mudanças climáticas afetam todas as áreas do globo, mas as principais conseqüências devem se manifestar nas áreas tropicais, onde vive a grande maioria da população. Os efeitos do aquecimento global irão afetar bilhões de pessoas, principalmente a parte mais pobre.

Na África, as mudanças climáticas podem agravar ainda mais os problemas de fome e miséria: 70 milhões de pessoas estão diretamente ameaçadas por enchentes. Segundo dados na ONU, as concentrações de CO₂ aumentaram 0,5% em 2005 e não cairão se um acordo mais agressivo que Kyoto seja posto em prática rapidamente.

O Brasil se destaca pelo uso de 35,9% de energia renovável na sua matriz energética comparado à média de 13,5% do mundo. O imenso potencial hidroelétrico brasileiro e o uso do etanol são as principais causas da posição brasileira. A tabela abaixo mostra o uso de energia renovável por alguns países.

Suprimento Mundial de Energia			
	Suprimento primário de energia (tep)	Energia Renovável (tep)	Energia Renovável (%)
Argentina	57,6	6,2	10,8%
Austrália	115,6	6,6	5,7%
Brasil	185,1	66,4	35,9%
França	265,6	18,6	7,0%
Alemanha	351,1	9,2	2,6%
Reino Unido	235,2	2,5	1,1%
Estados Unidos	2281,4	99,1	4,3%
Mundo	10.038,30	1351,9	13,5%

Fonte: Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011, Mapa, 2006

Diversas projeções climáticas feitas por diferentes institutos de pesquisa apontam para severas mudanças no clima devido ao efeito estufa. O aumento da temperatura global altera o regime pluvial e hidrológico. Devido ao relativo pouco grau de desenvolvimento dos modelos de projeção e à complexidade das operações, há muita incerteza quanto aos possíveis cenários. Certamente o ciclo hidrológico será acelerado devido à maior presença de vapor d'água na atmosfera, aumentando a potência dos fenômenos como tempestades e furacões.

A maior parte dos modelos aponta para aumento da temperatura média na América do Sul, principalmente na região amazônica, chegando até a +6° Celsius. Os cenários de previsão quanto ao regime pluviométrico, mais complexos que os de temperatura, são mais diversos. Alguns indicam maior precipitação no nordeste brasileiro, já outros apontam para secas parte norte da América do Sul.

A maior presença de CO₂ na atmosfera causa outros efeitos além do aumento da capacidade de armazenar calor. Na maioria das culturas agrícolas, a maior concentração de CO₂ leva a um aumento da produtividade, chamado “Efeito fertilização”. Mas há de se considerar também os efeitos adversos do aumento da temperatura sobre o equilíbrio biológico, como aumento das pragas e surgimento de novas doenças.

Como já foi mencionado anteriormente, o uso dos combustíveis fósseis é o maior responsável pelo efeito estufa. De acordo com Brown²³, 84% das emissões globais de GEE desde 1800 vieram de países desenvolvidos. Em algum ponto deverá haver uma mudança nas emissões totais e per capita de forma a possibilitar o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos. Enquanto que em 1996, nos EUA as emissões de carbono per capita estavam em 5,37 t, na Ásia e América Latina o valor estava entre 0,5 t a 1,0 t e Japão e Europa Ocidental entre 2 t e 3 t.

A necessidade de diminuir as emissões de GEE deverá ser alcançada por vários meios, que incluem a eficiência no uso da energia, o seqüestro de carbono e uso de fontes renováveis de energia. O Protocolo de Kyoto foi a maior tentativa já feita em conjunto para desacelerar o processo de aquecimento e seus resultados dependerão da aceitação dos termos por todos os países.

4.1. O Protocolo de Kyoto e o Mercado de Carbono

O Protocolo discutido e negociado em Kyoto no Japão em 1997 foi aberto para assinaturas em 16 de março de 1998 e ratificado em 15 de março de 1999. Oficialmente entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, depois que a Rússia o ratificou em Novembro de 2004. O acordo prevê a redução das emissões em 5,2% abaixo dos níveis de 1990 até o período de 2008 a 2012. A tabela abaixo projeta a redução de emissões necessária para alcançar a meta estabelecida no Protocolo.

²³ Brown, D.A.. **Climate Change**, Enviromental Law Institute. Washington, EUA 2002.

Compromissos de Redução e Emissões Projetadas (estimativas em Mt de Carbono)						
	Emissões em 1990	Meta de Kyoto	Emissões permitidas diante da meta	Emissões projetadas para 2010 em situação "business as usual"	Redução necessária para cumprir a meta de Kyoto	%
EUA	1.362	93%	1.267	1.838	571	32%
Japão	298	94%	289	424	144	33%
União Européia	822	92%	756	1.064	308	28%
Outros países OECD	318	95%	300	472	171	36%
Europa Oriental	266	104%	277	395	118	42%
Ex-URSS	891	98%	873	763	0	0%
Total	3.957		3.753	4.956	1.312	26%

Fonte: MIT, 1998

Os Estados Unidos, responsáveis por 40% das emissões do planeta, não ratificaram o acordo sob a justificativa que a redução das emissões iria afetar o desempenho da economia americana e não mostram sinais de que o farão antes das eleições presidenciais em janeiro de 2009, quando G. W. Bush termina seu segundo mandato, pondo em cheque o resultado dos esforços dos demais países.

O mecanismo do Protocolo de Kyoto permite aos países do Anexo I, (países comprometidos com metas de redução de emissões de GEE), que queiram emitir além de sua cota, comprar créditos de projetos onde haja fixação ou redução da emissão de carbono. Foram estabelecidos três “mecanismos de flexibilidade”, que permitem a esses países cumprir com as exigências de redução de emissões, fora de seus territórios. Dois desses mecanismos correspondem somente a países do Anexo B: a Implementação Conjunta (Joint Implementation) que possibilita que os países engendrem juntos projetos de reduções de emissões; o Comércio de Emissões (Emission Trading), onde um país compra de outro cotas de reduções efetivadas; e o terceiro, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL - Clean Development Mechanism), permite atividades entre o Norte e o Sul, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento sustentável.

Os países do Anexo I poderão atingir suas metas direta ou indiretamente. Diretamente, através da implementação de um projeto que atenda aos requisitos do MDL, dentre os quais se destaca o critério da adicionalidade, quando ocorreriam

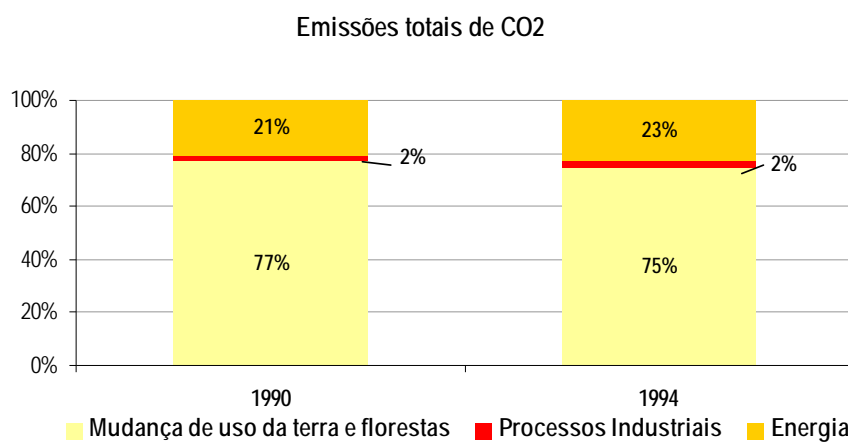
emissões de GEE na sua ausência e que tal ganho ambiental seja mensurável, real e de longo prazo.

Indiretamente, por meio da aquisição de alguma das unidades de redução de emissão válidas no âmbito do Protocolo, notadamente as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), emitidas por um Conselho Executivo, o Executive Board, e creditadas aos participantes da correspondente atividade, após a constatação de que, efetivamente, absorveu gás carbônico e/ou reduziu o nível de emissão de gases de efeito estufa.

O Brasil se destaca como grande potencial vendedor de créditos de carbono por sua extensão agricultável e com potencial para reflorestamento, como produtor de combustíveis limpos e pelo grande potencial de melhoria da eficiência energética.

4.2. As emissões de GEE no Brasil

As modificações de uso do solo e florestas são a principal fonte de gases GEE no Brasil. Em 1994, o total correspondente foi de 75% das emissões totais de CO₂.



Fonte: Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2004

Quando florestas e cerrados passam a ser pastagens a tendência é uma redução significativa de carbono no solo. Como a expansão da cana vem ocorrendo em áreas de incorporação mais pobres, como as pastagens, ela deverá ajudar na recuperação destes solos. Com a colheita mecanizada, fertilizantes, uso da torta de filtro e vinhaça ainda deve-se aumentar muito a quantidade de carbono seqüestrada no solo.

Outros GEE têm emissões menos significativas que o CO₂, mas têm crescido em taxas superiores. O CH₄(metano), principal componente do gás natural usado como combustível no Brasil, quando liberado na atmosfera causa um “efeito estufa” cerca de

30 vezes superior ao do CO₂. Seu efeito total é no entanto menor que o causado pelo CO₂, devido à sua concentração mais baixa: em torno de 1.770 partes por bilhão, enquanto as de CO₂ se medem em partes por milhão.

	Emissões totais de GEE (Mt)		
	1990	1994	Varição
CO ₂	979	1.030	5%
N ₂ O	12	13	7%
CH ₄	490	550	12%

Fonte: Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, MCT, Brasília, 2004

Outras duas fontes importantes de GEE são a agricultura e pecuária. A digestão entérica de bovinos é hoje a maior responsável pela emissão de CH₄ e em 1994 representou 68% das emissões totais desse gás. Em 1994, a emissão de N₂O (óxido nitroso) teve origem principalmente em animais em pastagem (40%) e emissões indiretas de solos (24%).

Apesar de no Brasil, a queima de combustíveis para transporte representar apenas 9%²⁴ das emissões totais de CO₂, no mundo o setor representa 25% das emissões. Portanto o uso de combustíveis renováveis terá grande papel na redução das emissões de GEE.

4.3. Redução de emissões devidas ao etanol

A forma mais aceita hoje para se analisar o impacto do uso de biocombustíveis nas emissões totais de GEE é através de seu balanço energético, ou seja, a quantidade de energia fóssil utilizada na sua produção comparativamente à quantidade de energia limpa produzida.

O balanço energético do ciclo completo da produção de etanol brasileiro foi recentemente atualizado²⁵ e mostra com clareza o potencial de redução das emissões de GEE pelo etanol. No balanço foi considerado o consumo direto de combustíveis fósseis e energia elétrica, a energia necessária à produção de outros insumos (fertilizantes, lubrificantes, calcário, etc.) e também a energia necessária à manutenção de

²⁴ “Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima”, MCT, Brasília, 2004

²⁵ Macedo, I. C.; Leal, M. R. L. V.; Silva, J. E.; **Emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção de etanol no Brasil: situação atual (2002)**, Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, São Paulo, 2004.

equipamentos e instalações. O resultado obtido para as usinas do centro-sul pelo estudo é mostrado na tabela a seguir.

Balanco Energético do ciclo de produção do Etanol no Brasil		
Item	Fluxos de Energia (Mcal/t cana)	
	Cenário 1 valores médios	Cenário 2 melhores casos
Consumo na fase agrícola	(48,21)	(45,86)
Consumo na fase industrial	(11,80)	(9,51)
Produção de etanol	459,10	490,10
Produção de bagaço excedente	20,30	75,60
Relação produção/consumo	8,30	10,20

Fonte: SMA-SP, 2004

O cenário 1 refere aos valores médios de consumo de energia e insumos pelas usinas, o cenário 2 toma como base as usinas mais eficientes com valores mínimos de consumo e melhor tecnologia disponível.

O resultado indica que são obtidas 8,3 unidades de energia renovável para cada unidade de energia fóssil consumida no processo de produção. Comparativamente, para o etanol produzido a partir de milho nos Estados Unidos essa mesma razão está em torno de 1,5²⁶. Esses resultados permitem analisar a vantagem natural na produção de combustíveis renováveis no Brasil em comparação com outros países produtores.

O mesmo estudo também analisou o balanço da emissão de GEE. Foram considerados dois tipos de emissões: (a) as devidas ao uso de combustíveis fósseis e (b) emissões de outras fontes que não são reabsorvidas pela fotossíntese durante o crescimento da cana (gases não CO₂ na queima da palha, decomposição de fertilizantes, etc.).

No caso das emissões (a) os valores estavam em 19,2 KgCO₂eq./t cana tomando-se os valores médios das usinas e 17,7 KgCO₂eq./t cana em usinas mais eficientes.

Quanto às emissões (b) os valores tanto para os valores médios e usinas mais eficientes ficaram em 12,6 KgCO₂eq./t cana.

Portanto, ao subtraírem-se as emissões evitadas pela substituição da gasolina pelo etanol e do óleo combustível (usado na produção de açúcar de beterraba na Europa)

²⁶ **Biofuels for transportation: Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century**, Worldwatch Institute, Washington, 2006.

pelo bagaço excedente das emissões geradas durante o ciclo de produção do etanol, como descrito acima, chega-se a um resultado líquido de:

- 1.) no caso dos valores médios (a): 2,6 t CO₂eq./m³ para etanol anidro e 1,7 t CO₂eq./m³ para etanol hidratado
- 2.) no caso das usinas com maior eficiência (b): 2,7 t CO₂eq./m³ para etanol anidro e 1,9 t CO₂eq./m³ para etanol hidratado

Portanto, supondo os valores médios, os 7,8 Mm³ de álcool anidro produzidos na safra 2005/06 evitaram a emissão de 20,2 Mt de CO₂, e os 8,2 Mm³ de álcool hidratado, outras 13,9 Mt de CO₂. O resultado global, 34,0 Mt de CO₂, corresponde à 26,2% das emissões totais de CO₂ brasileiras em 1994 (130 Mt de CO₂).

4.4. Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Atualmente o Brasil é o segundo país em número de projetos para comercialização de créditos de carbono, atrás apenas da Índia. A co-geração de energia a partir de biomassa representa a maior parte desses projetos com um potencial estimado de redução de emissões em 2,48 milhões de t de carbono por ano no país.

Dos 138 projetos de MDL aprovados pelas autoridades brasileiras esperando aprovação do Conselho Executivo da ONU para início das negociações, 51 referem-se a co-geração a partir de biomassa, e mais especificamente 23 são usinas de açúcar e álcool. Outros 25 projetos de co-geração a partir de bagaço de cana já foram habilitados pela instituição a comercializar seus créditos.

Apesar de um valor pequeno comparado às receitas usuais das usinas, a comercialização de créditos de carbono representa uma fonte de receita com investimento marginal, porque os investimentos em co-geração já possuem um retorno por si próprio. Segundo a Única, apenas 10% das usinas hoje negociam seus excedentes de energia com as distribuidoras e podem negociar créditos de carbono pelas emissões deslocadas da geração de energia por fontes mais poluentes.

A substituição por caldeiras mais eficientes nos próximos anos deve aumentar significativamente a venda de excedentes às concessionárias e, portanto créditos de carbono também. Alguns projetos também conseguem obter um ágio no valor dos seus créditos como o exemplo de uma usina das Organizações Balbo, no triângulo mineiro, que obteve um valor de €17 por t na venda para o Japão porque a cana é orgânica, considerada um diferencial, comparado à média de €8,40 por t no mercado.

4.5. Etanol e emissões urbanas

O uso do etanol como combustível nos centros urbanos melhora consideravelmente a qualidade do ar pela eliminação total de compostos de chumbo na gasolina e eliminação parcial de enxofre, CO e compostos orgânicos tóxicos.

A adição do etanol à gasolina e uso do etanol puro não tinham como objetivos melhorar a poluição atmosférica quando primeiro foram implementados no Brasil. Hoje, a má qualidade do ar nas grandes metrópoles é causadora de diversos problemas respiratórios que afetam a população. Durante o inverno, quando a circulação do ar é reduzida, aumentam muitos os casos de internações hospitalares, que representam um custo adicional aos cofres públicos. O uso de combustíveis menos poluentes pode melhorar a qualidade de vida nas cidades e contribuir para diminuir a pressão no sistema público de saúde.

Embora as emissões também tenham sido reduzidas por avanços tecnológicos dos fabricantes de veículos, o uso de etanol adicionado à gasolina C e do álcool hidratado como carburante reduziram significativamente as emissões de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC) e Óxido Nitroso (NO_x).

Diversos países, inclusive recentemente os Estados Unidos, têm substituído aditivos tóxicos como o MTBE, o ETBE e Pb por etanol como forma de elevar a octanagem da gasolina.

Com base em um estudo realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI)²⁷ para a Região Metropolitana de São Paulo em 1990, é possível analisar os impactos da adoção do etanol na qualidade do ar. Se toda a frota de São Paulo adotasse o uso de etanol, haveria uma redução de 65% da emissão de CO e de 58% no caso de HC em relação ao uso da gasolina pura.

Os ganhos ambientais da mistura de 10% (máximo sem que haja modificações nos motores): redução de 20 a 30% das emissões de CO, 10 a 20% das emissões de hidrocarbonetos e particulados e 7% das emissões de CO₂²⁸. Com a adoção do E22, a redução da emissão de CO passa a 40%.

Deve-se adicionar o fato de que a elevada octanagem do etanol tornou possível eliminar a presença de aditivos a base de chumbo na gasolina, que reduziram em 75% a concentração de compostos tóxicos de chumbo na atmosfera. Por último, a ausência de

²⁷ “Veículos automotores, o Proálcool e a qualidade do ar.” Confederação Nacional da Indústria, 1990

²⁸ Fonte: Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011, Mapa, 2006

enxofre no etanol também reduz a emissão de compostos sulfurosos que vêm a causar a chuva ácida.

O uso de etanol reduz equivalente a aproximadamente 18% das emissões dos combustíveis fósseis no país. Um estudo conduzido pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República²⁹, calculou a economia social com os benefícios sociais na faixa de R\$ 500 milhões por ano a partir de 2001.

²⁹ Cadernos NAE, Brasília, número 2, ano 2004

5. Perspectivas

A sustentabilidade do setor sucroalcooleiro é de suma importância para a determinação da posição brasileira nos mercados de etanol e açúcar. A sustentabilidade é entendida no sentido em que interferências externas, como variações climáticas, novas pragas ou rápido crescimento, não podem alterar seriamente o sistema produtivo a ponto de inviabilizá-lo. Especialmente no mercado de etanol, os países compradores precisam de suprimento confiável de combustível. Aqui irá se analisar a capacidade brasileira de suprir o mercado de forma sustentável.

A sustentabilidade ambiental da produção já foi analisada anteriormente, chegando a conclusão que a cultura da cana-de-açúcar tem mais externalidades positivas associadas a sua produção e consumo que negativas. A sustentabilidade econômica no Brasil será analisada agora, mas depende ainda da definição do futuro dos subsídios aplicados principalmente na Europa e Estados Unidos, que deprimem os preços internacionais e afetam a produção dos países mais aptos a ela.

5.1. Mercado

O Brasil tem hoje os menores custos de produção de etanol e açúcar, o que causa reações protecionistas na maioria dos países desenvolvidos. O uso de etanol hoje também é um objetivo para garantir a segurança energética de cada país, sendo esta mais um motivo para a resistência à importação de países agrícolas como o Brasil. Para avaliar o espaço para expansão da produção nacional deve-se olhar para o mercado interno e externo de açúcar e álcool, visto que os preços são correlacionados (são co-produtos da cana-de-açúcar).

Num futuro próximo, o álcool e o biodiesel se destacam como as mais prováveis alternativas renováveis ao petróleo devido ao potencial de produção e relativo custo baixo de adaptação quando comparados a novas tecnologias, como o uso do hidrogênio.

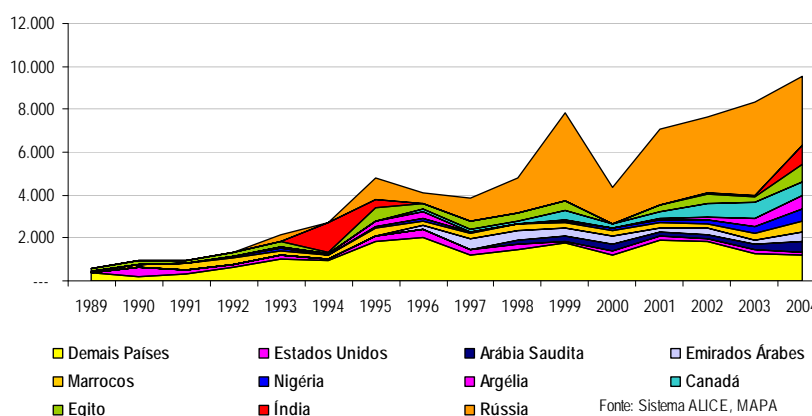
Os Estados Unidos, por exemplo, estão investindo cifras altíssimas visando aumentar a produção de etanol a partir de milho, e ocupa atualmente, junto com o Brasil, a primeira posição na relação dos maiores produtores. É importante, porém considerar o custo ambiental. Nesse contexto o etanol brasileiro se destaca frente às alternativas de outros países.

5.1.1. Mercado de açúcar

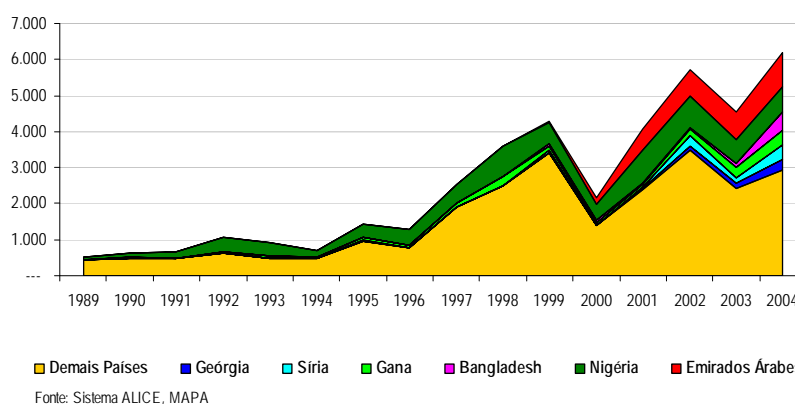
O mercado doméstico de açúcar tem expandido mantendo o quociente de 1,6 entre a taxa de crescimento do consumo de açúcar e da população nos últimos 20 anos³⁰. Mantendo o quociente inalterado, em 2013 o consumo estará crescendo a 1,55% ao ano, atingindo 11,4 M t para uma população de 203 M de pessoas³¹. Adicionando-se ainda o mercado de produtos sucroquímicos de 1,4 M t/ano, a estimativa do mercado interno atinge um total de 12,8 M t/ano em 2013.

As exportações de açúcar brasileiro atingiram 15,7 Mt em 2004, sendo divididos em 9,5 Mt de açúcar bruto, sendo 34,2% destinado à Rússia, e 6,2 Mt de açúcar refinado. Os gráficos abaixo mostram a distribuição das exportações através do tempo.

Destino das Exportações de Açúcar Bruto
(mil ton)



Destino das Exportações de Açúcar Refinado
(mil ton)



³⁰ Nastari, P.; **Projeções de demanda de açúcar e álcool no Brasil no médio e longo prazos**; III Conferência Internacional DATAGRO sobre açúcar e álcool, São Paulo, 2003.

³¹ Fonte: IBGE, revisão 2004

No ano de 2005, as exportações de açúcar chegaram a 18,2 Mt, um crescimento de 15,1% sobre o total de 2004.

Há muita dificuldade na avaliação do futuro mercado mundial de açúcar devido à complexidade dos fatores que vêm a afetar a demanda por açúcar. O crescimento do consumo mundial a taxas maiores do que a oferta tem motivado aumento de preço no mercado internacional desse produto. Adicionalmente, a expansão do mercado de biocombustíveis tem criado expectativa de redirecionamento de matéria-prima utilizada na produção de açúcar para a produção de etanol, o que tem acentuado de forma significativa os movimentos de alta do preço do açúcar, como a queda da produção de cana-de-açúcar na Tailândia com aumento das plantações de mandioca para álcool chinês, fazendo com que os preços se mantenham em patamares bastante elevados relativamente ao passado histórico.

Em todas análises porém, o Brasil deverá ganhar uma grande parcela do mercado com a redução dos subsídios à exportação da União Européia, em recente decisão da OMC.

Em estudo feito pela Cargill³², uma das maiores comercializadoras do setor, foram consideradas as seguintes variáveis até 2014: fatores políticos, mudanças na produção dos países, variações de fretes, taxa de crescimento vegetativo, nível de urbanização, taxas de câmbio, pirâmides etárias, PIB per capita e substitutos ao açúcar. Como resultado, uma projeção conservadora, as exportações mundiais ficaram em 52,3 Mt/ano em 2014, das quais 40% serão fornecidas pelo Brasil (20,9 Mt/ano). Os maiores crescimentos deverão ocorrer no Oriente Médio e Ásia Central.

Na maioria dos países desenvolvidos, a expansão do mercado deverá seguir o crescimento da população visto que é um produto com baixa elasticidade-preço. O mercado pode ainda diminuir com a entrada de novos substitutos sintéticos.

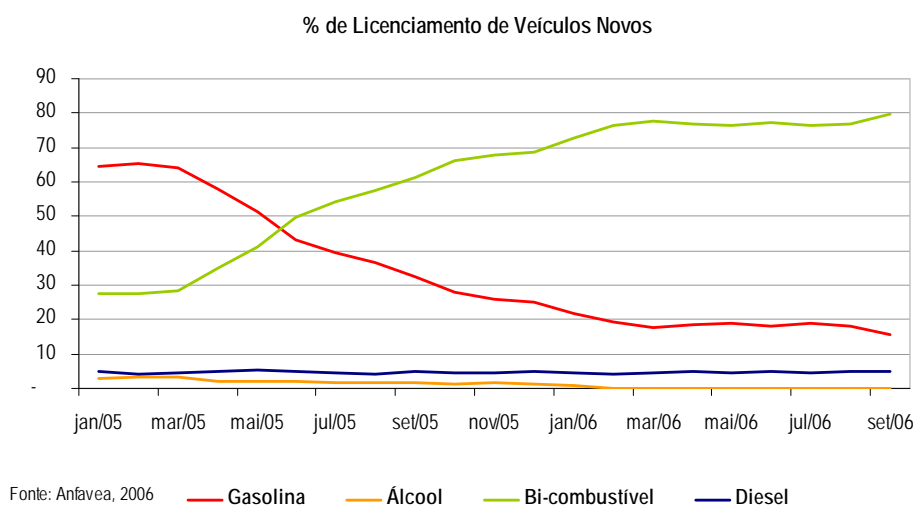
Como resultado a produção brasileira de açúcar deverá crescer até 33,7 Mt de açúcar anuais em 2013.

5.1.2. Mercado de Etanol

³² Drake, J.; Cargill Sugar, **The Future of trade Flows in the World Sugar Trade**, S. Paulo, 2003

O etanol é produzido em diversos países a partir da fermentação de matérias primas como a cana-de-açúcar, o milho, a beterraba e a mandioca ou pela síntese química (7% em 2003). Projeções indicavam a produção mundial de etanol em 33 M m³ em 2002³³, destinados a combustível (19,5 Mm³), insumo industrial (9 Mm³) e bebidas (4,5 Mm³).

O rápido crescimento das vendas de álcool hidratado, 6,9% em 2005, tem sido impulsionado principalmente pelo aumento das vendas de veículos bi-combustíveis, que chegaram a 76,8% das vendas acumuladas de janeiro a setembro de 2006³⁴.



De acordo com uma simulação conduzida pela Datagro³⁵, a projeção de consumo doméstico de etanol totalizará 22,04 Mm³ em 2013, sendo 9,4 M m³ de anidro e 11,54 M m³ de hidratado e 1,1 para outros fins.

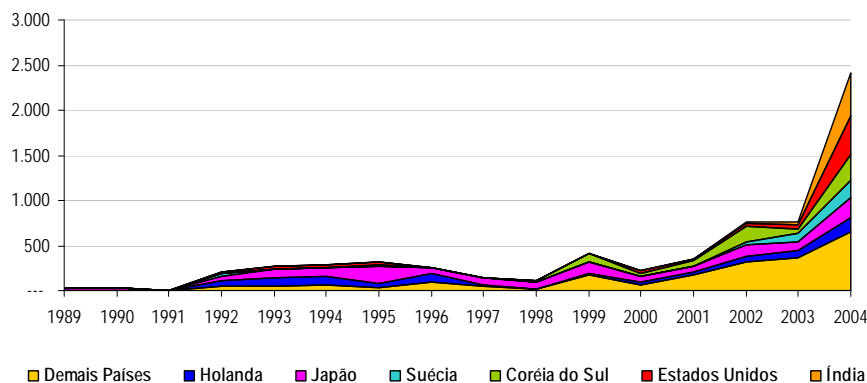
As exportações brasileiras de etanol saltaram de 0,77 Mm³ em 2003 para 2,40 Mm³ em 2004, um crescimento de 218,0%. O gráfico abaixo mostra os principais destinos para o etanol brasileiro, bem como o crescimento das exportações.

³³ Saka, S.: “Current situation of bio-ethanol in Japan”, Current State of fuel ethanol commercialization”, IEA, 2003

³⁴ Fonte: Carta da Anfavea, out/2006

³⁵ Nastari, P.; **Projeções de demanda de açúcar e álcool no Brasil no médio e longo prazos**; III Conferência Internacional DATAGRO sobre açúcar e álcool, São Paulo, 2003.

Destino das Exportações de Etanol
(mil m³)

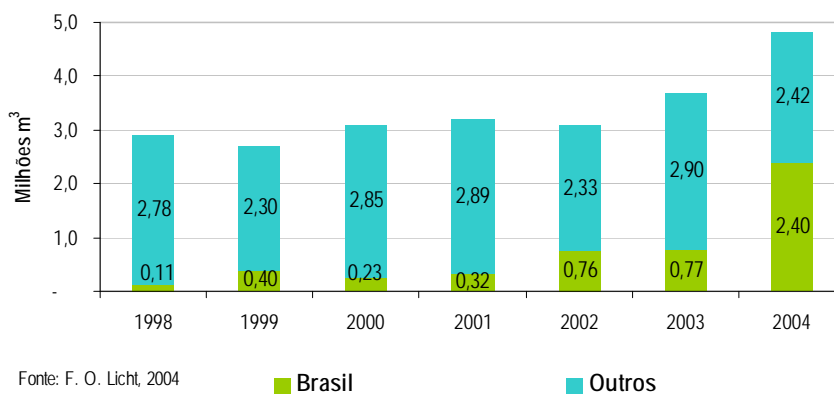


Fonte: Sistema ALICE, MAPA

O crescimento das exportações em 2005 foi de apenas 8,0%, em um total de 2,60 Mm³, motivado principalmente pelo grande crescimento da demanda interna e pelas restrições impostas pelo governo para evitar uma crise de fornecimento.

O comércio internacional de etanol atingiu 2,82 Mm³ em 2004 e vem evoluindo a taxas crescentes ano a ano. Apenas na segunda metade dos anos 90 o Brasil começou a exportar volumes importantes de etanol, passando de 0,26 Mm³ em 1996 para 2,60 Mm³ em 2005³⁶. O Brasil é o maior país exportador de etanol, com 50% do mercado, sendo que o álcool combustível brasileiro já representa por volta de 25% do mercado mundial³⁷.

Exportação de Álcool



Fonte: F. O. Licht, 2004

A expansão do mercado internacional de etanol deve ser analisada sempre levando em consideração o compromisso esperado com o Protocolo de Kyoto e os programas de produção doméstica em desenvolvimento em diversos países.

³⁶ Fonte: SECEX

³⁷ Bacchi, M. R. P.; "A indústria canieira do Brasil em clima otimista", Revista Futuros Agronegócios, ed.jul/06 – págs. 22 a 25

Supondo o consumo interno de 22,0 Mm³ em 2013 e exportação de 5,0 Mm³(uma projeção conservadora, considerando barreiras protecionistas pelos países desenvolvidos), a produção brasileira teria que praticamente dobrar no período de 7 anos.

O mundo consome aproximadamente 20,07 M barris/dia de gasolina. Se fossem adicionados 10% de etanol em toda esta gasolina, demanda de etanol seria de 2 M barris/dia. Hoje, o Brasil hoje produz 265 mil barris/dia, portanto, estamos falando de 7,5 vezes a produção atual do Brasil.

No entanto, nem todos os países estariam inclinados a fazer esta mistura. Considerando-se a adoção da mistura de 10% em 60% dos blocos mais prováveis, a demanda potencial seria de 1,08 M de barris/dia (4 vezes a produção atual do Brasil).

5.2. Biotecnologia na cana-de-açúcar

Uma das principais preocupações quanto ao fornecimento confiável no longo prazo é a capacidade brasileira de se defender e responder a eventuais pragas e doenças. A experiência brasileira adquirida desde os anos 80 e a capacidade do setor de introduzir rapidamente novas variedades coloca o país numa posição de vanguarda.

O Brasil conta com duas empresas públicas e duas empresas privadas para melhoramento genético da cana. Os dois principais programas de melhoramento genéticos da cana foram estabelecidos em 1970, quando a cana ocupava 1,5 milhões de hectares: o programa da Copersucar e o da Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA. Em 2004, o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) foi criado em substituição ao programa da Copersucar, que hoje conta com mais de 100 usinas e associações de fornecedores contra 32 usinas anteriormente. Adicionalmente, o Instituto Agrônomo de Campinas também desenvolveu muitas das variedades adotadas e recentemente uma nova empresa foi instituída por técnicos saídos da RIDESA e a Votorantim Novos Negócios, a Canavialis.

A primeira fase do Proálcool teve êxito principalmente devido aos aumentos de produtividades conseguidos por novas variedades desenvolvidas por melhoramento genético convencional, mais adaptadas a condições climáticas e de solo menos favoráveis. No período de 1971 a 1997, a produção de cana cresceu 5,5% em média ao ano enquanto que a área cresceu 3,9% ao ano, resultando em um crescimento de 1,6%

da produtividade, mesmo com a expansão em áreas menos favoráveis, graças principalmente a novas variedades mais adaptadas.

Hoje são cultivadas mais de 550 variedades nos mais de 6 milhões de hectares ocupados pela cultura da cana no país. Epidemias no passado foram controladas por rápidas substituições de variedades, como o carvão da cana (1980-85), a ferrugem (1987-92) e o vírus do amarelecimento (1994-97). Em geral as usinas plantam no máximo 10 a 15% da área com apenas uma variedade como forma de reduzir o risco de contaminação enquanto formas geneticamente modificadas não sejam comercialmente utilizadas.

O projeto Genoma Cana, financiado pela Copersucar e pela FAPESP entre 2000 e 2003, contou com 200 pesquisadores de mais de 20 grupos que identificaram os 40 mil genes da cana. O trabalho ainda continua com o desenvolvimento de variedades resistentes a pragas, doenças e a condições menos favoráveis. Há muitas indefinições quanto à regulamentação de áreas experimentais para variedades transgênicas e seu uso comercial que podem atrasar os benefícios obtidos com o uso destas novas variedades.

O desenvolvimento de canas transgênicas visa principalmente a resistência a insetos, herbicidas e incrementos de produtividade. A estratégia mais usada tem sido a inserção de genes que levam à produção de proteínas tóxicas para o sistema digestivo dos insetos, como forma de obter resistência à broca. Os resultados avaliados pelo CTC têm demonstrados altos níveis de resistência.

A Canavialis hoje investe em variedades híbridas voltadas para o Centro-Oeste, e variedades transgênicas resistentes ao vírus do mosaico e uma variedade que produz até 70% mais sacarose por hectare plantado.

5.3. Logística para exportação

Um estudo feito em 2004³⁸ atribui os menores custos de produção de açúcar no mundo ao centro-sul brasileiro. Considerando-se os maiores exportadores mundiais com exceção do Brasil, a tabela a seguir analisa os custos de produção de açúcar brasileiro em comparação aos custos médios dos demais países produtores (em %):

³⁸ Todd, M.(LMC International): “**Factors that enable industries to be internationally competitive**”, Conferência Internacional Datagro sobre Açúcar e Alcool, São Paulo, 2004.

	Centro-Sul	Nordeste
Custo de produção da cana	55 %	85 %
Custo de processamento	60 %	105 %
Custo de transporte e elevação	185 %	45 %
Custo total	65 %	90 %

Fonte: Conferência Internacional Datagro sobre Açúcar e Alcool, São Paulo, 2004

Apesar de ter um custo de transporte e elevação muito acima dos maiores concorrentes (85% acima dos demais produtores para o Centro-Sul), o Brasil ainda consegue ter um custo final 25% menor. O custo de transporte e elevação de açúcar no Brasil ficou estimado em US\$ 24/t no Centro-Sul e US\$ 8/t no Nordeste, comparados à US\$ 9 na Austrália. Portanto há muito espaço a ser ganho com a redução dos custos de exportação do açúcar brasileiro.

A deficiência na infra-estrutura de transportes e nos portos aumenta o custo relativo do etanol brasileiro e causa preocupação quanto à garantia de fornecimento aos países importadores.

Dentre os principais projetos de infra-estrutura que podem beneficiar o etanol brasileiro, os alcooldutos se destacam pela redução dos custos de transporte. Em fevereiro de 2006, a Petrobras e o governo do Estado de Goiás assinaram um protocolo de intenções para viabilizar a construção de um alcoolduto, que ligará o terminal de Senador Canedo, em Goiás à refinaria de Paulínia (Replan) em São Paulo. De lá, o álcool escoaria pela atual malha de dutos da Transpetro, podendo chegar aos mercados de São Paulo, Rio de Janeiro e portos.

O alcoolduto deve incentivar a produção no centro-oeste, onde há atualmente a maior disponibilidade de terras para expansão da cultura da cana. O Estado de Goiás é o quinto maior produtor do país e tem 20 Mha de área de pastagem que poderão ser transformados em área de produção de cana-de-açúcar. Os custos de transporte pelo alcoolduto chegam a ser 16 vezes menos que o transporte rodoviário e com risco muito menor. O projeto prevê investimentos de R\$ 500 milhões e possibilitará o transporte de 4 Mm³ de etanol (25% da produção atual brasileira).

A Transpetro, subsidiária responsável pela infra-estrutura de logística de petróleo e derivados, também estuda a construção de um alcoolduto em parceria com a Ultracargo interligando a região de Ribeirão Preto, maior produtora brasileira e responsável por 30% da produção nacional de álcool, a Paulínia.

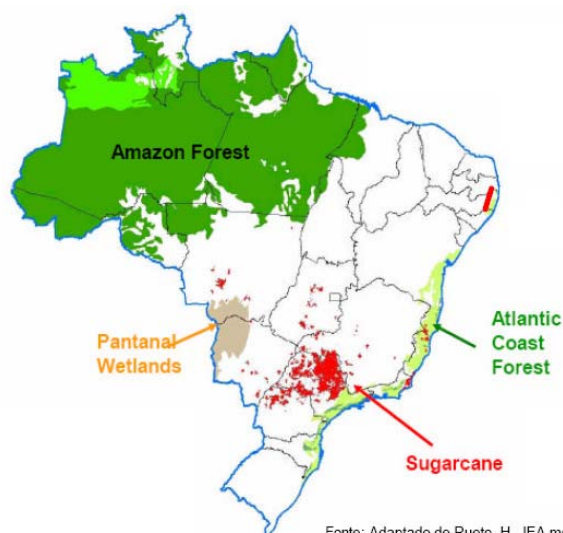
6. Conseqüências da expansão da produção de cana-de-açúcar

O aumento de produção projetado para os próximos anos terá impactos nas áreas agrícola e industrial. Para se analisar a sustentabilidade no longo prazo, é preciso entender as bases do setor e a atual configuração do uso de recursos pela indústria sucroalcooleira no Brasil.

Para atender à demanda interna e externa projetada de açúcar (33,7 M t) e álcool (27,0 M m³), a produção de cana deverá atingir 580 Mt em 2013, um acréscimo de 200 Mt (51,7%) sobre a produção da safra 2005/2006. O Brasil já teve aumentos significativos na produção de cana em períodos de 5 anos: 100 Mt entre 1993 e 1998 e outras 97 Mt entre 2000 e 2005. As 200 Mt de cana adicionais (tomando-se 42% da cana destinada à produção de açúcar) com uso das tecnologias atuais o setor poderia ofertar 25,2 TWh³⁹ através da cogeração.

Para alcançar tal produção, a área plantada deverá crescer em cerca de 2,5 Mha, passando a 8,5 Mha (considerando que não haja ganhos de produtividade). Em 2004, as áreas de preservação ambiental e conservação somavam 95 Mha, comparados a aproximadamente 60 Mha usados pela agricultura.

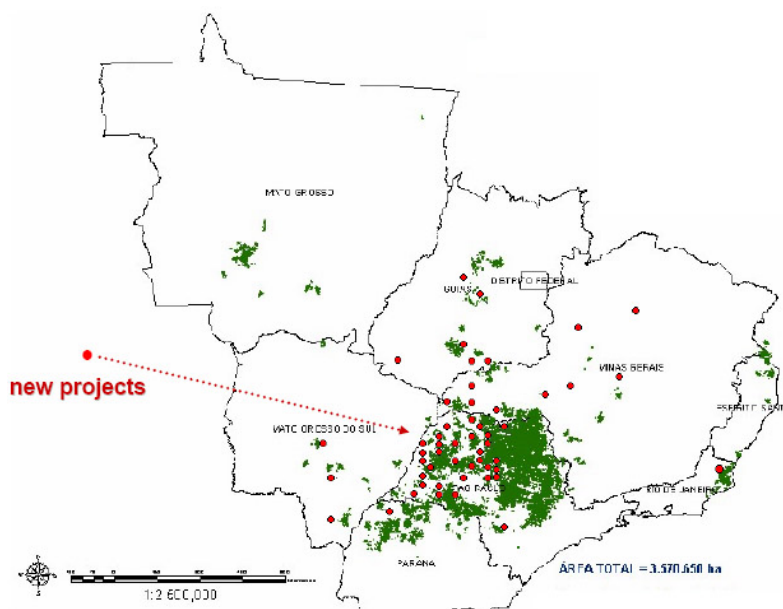
A expansão da agricultura levanta questões sobre os impactos nas diferentes biosferas no país. A figura a seguir mostra a área vermelha ocupada pela cana, fora dos principais sistemas naturais brasileiros.



³⁹ Macedo, I.C. **A Energia da Cana-de-Açúcar**. Nipe-Unicamp, Campinas, setembro de 2005, pág. 63.

A disponibilidade de terras foi avaliada pela Embrapa em 100 Mha⁴⁰ aptos à expansão para agricultura de espécies de ciclo anual e ainda outros 20 Mha poderiam ser liberados pela elevação do nível tecnológico na pecuária, tornando a pecuária mais intensiva. Portanto não parecem haver restrições quanto a quantidade de terras disponíveis à expansão da cana. Estudos do IPEA e da *Food and Agriculture Organization of The United Nations* (FAO), atestaram que a expansão da agricultura na última década foi feita basicamente em áreas de pastagens degradadas e não em “áreas virgens”.

Os novos projetos anunciados seguem a tendência de ocupação de antigas pastagens, não interferindo na abertura de novas áreas à agricultura como mostra o mapa a seguir.



O crescimento da produção deverá gerar empregos em áreas isoladas e aumentar a renda de municípios no interior, contribuindo para a melhoria da distribuição de renda no país. Os novos projetos prevêem maior uso da colheita mecanizada e assim irão gerar menor sazonalidade e maior qualificação, resultando em maiores salários no setor.

A sustentabilidade agrícola do setor foi analisada pelo impacto da produção no meio-ambiente e pelo desenvolvimento tecnológico quanto a novas variedades. A cultura da cana provou ter mais externalidades positivas que negativas. A tendência no futuro é de melhora dos indicadores de eficiência, reduzindo ainda mais a interferência nos recursos naturais.

⁴⁰ Castiglioni, V.B.R.; *Avaliação da expansão da produção de etanol no Brasil*, Brasília, 2004

Considerando o custo, área disponível, infra-estrutura e tecnologia de produção, o Brasil tem claras vantagens comparativamente a outros países agrícolas. A melhoria da infra-estrutura de transportes para exportação e o desenvolvimento de novas tecnologias nos próximos anos que irão aumentar o rendimento por unidade de terra cultivada, em especial o etanol celulósico, reduzirão ainda mais os custos relativos dos produtos brasileiros.

Grande parte da demanda mundial de combustíveis limpos será fornecida pelos países em áreas tropicais devido à vantagem natural na produção agrícola. A maior disponibilidade de terras, a maior incidência solar, recursos hídricos e mão-de-obra barata fazem com que os países em desenvolvimento sejam os maiores candidatos à produção de biocombustíveis. Dentre eles o Brasil apresenta o maior potencial de garantia de fornecimento em larga escala, sem que haja grandes impactos ambientais.

O desenvolvimento do novo mercado mundial de biocombustíveis dependerá do compromisso dos países desenvolvidos em atenderem as metas de redução de emissões de GEE e da liberalização comercial. O protecionismo de alguns países desenvolvidos devido à manutenção de políticas agrícolas internas pode inviabilizar a formação desse novo mercado mundial e mesmo pôr em cheque o alcance das metas propostas por eles mesmos.

É preciso que a racionalidade esteja por trás das ações políticas nas próximas décadas, no tocante à garantia da sustentabilidade das ações humanas. Assim as vantagens competitivas permitirão o desenvolvimento de um mundo com energia limpa e renovável, sem distorções e desvantagens para a humanidade.

7. Referências Bibliográficas

Macedo, Isaías de Carvalho. **A energia da Cana-de-açúcar**. 1 ed. ÚNICA, São Paulo, 2005.

Macedo, Isaías de Carvalho & Nogueira, Luiz Augusto Horta. **Avaliação da Expansão da Produção de Etanol no Brasil**. CGEE, Brasília junho 2004.

_____. **Agronegócio no Brasil**. Ministério das Relações Exteriores. Brasília, 2006.

_____. **Cadernos NAE**. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. N. 2, Brasília, Outubro de 2004.

_____. **Biofuels for transportation** – Global potencial and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century. 1 ed. Washington, Estados Unidos, 7 de junho de 2006.

_____. **Mercado de Carbono** – CEBDS, Rio de Janeiro, 2001.

_____. **Reducing Carbon emissions from transport, ninth report of session 2005–06**. House of Commons Environmental Audit Committee, Volume I, HC 981-I

_____. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**, Mapa, 2006.