

---

**FERNANDO LABES MOREIRA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA MECANIZAÇÃO DA  
COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO  
BRASIL**

**São Paulo  
2006**

---

**FERNANDO LABES MOREIRA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA MECANIZAÇÃO DA  
COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO  
BRASIL**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção.

**São Paulo**

**2006**

---

**FERNANDO LABES MOREIRA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA MECANIZAÇÃO DA  
COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO  
BRASIL**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Schneck de Paulo Pessoa

**São Paulo**  
**2006**

---

## **DEDICATÓRIA**

À minha família,

Aos amigos e colegas,

Aos meus colegas de trabalho,

Pelo apoio e atenção dedicados para a realização deste trabalho.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Marcelo Schneck de Paulo Pessoa por todo o seu tempo dedicado, conselhos e instruções ao longo do tempo pelo qual foi meu orientador.

Aos meus colegas de trabalho pelos ensinamentos e apoio dispensados.

À minha família e aos meus amigos por todo o apoio e orientação ao longo de minha vida, em diversos aspectos, que muito contribuíram para a minha formação pessoal, profissional e acadêmica.

---

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a análise da viabilidade econômica da mecanização da colheita de cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. A colheita de cana é um tema polêmico, onde para a colheita manual é necessária a prática das queimadas, que causa forte poluição, enquanto que a mecanizada gera alto desemprego. O setor sucroalcooleiro tem crescido vertiginosamente, sendo assunto de destaque nos dias atuais. Primeiramente este trabalho apresenta uma explicação completa do setor, para possibilitar o entendimento de todos os aspectos envolvidos no projeto. Em seguida são analisados os custos envolvidos na implementação da mecanização, bem como os custos operacionais recorrentes, sendo então comparados com os custos da colheita manual. Os resultados mostram que a mecanização ainda é economicamente menos atraente, entretanto, é uma tendência, pois este quadro está se invertendo e esta alternativa apresenta outras grandes vantagens, como o aproveitamento da palha da cana na produção de energia elétrica, como herbicida ou mesmo na produção de álcool e ainda é a alternativa ecologicamente correta.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Colheita. Mecanização. Análise econômica.

---

## **ABSTRACT**

*This study will analyze the economical viability of implementing mechanical harvesting on sugar cane crops in the mid-southern region of Brazil. This is a very polemic issue, where the manual harvesting requires burning the crop, causing high pollution, while the mechanical would result in laying off several employees. The sugar and alcohol industry has been growing very fast, being an important topic lately. This paper will begin by thoroughly explaining the industry, allowing readers to understand all the issues involved in the project. In the sequence, It will analyze the necessary costs to implement the mechanization, as well as the recurring operational costs and compare with the costs of the manual harvesting. The results show that the manual process is the most economic. However, this economical scenery is reverting and the mechanical harvesting has great advantages, such as the use of the straw in the energy generation, as a herbicide, or even in the production of alcohol and it is the best option regarding the environment.*

Keywords: Sugar cane. Harvesting. Mechanization. Economical analysis.

---

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 3-1: Estrutura molecular do etanol .....	45
Figura 6-1: Colhedora Case IH.....	64
Figura 6-2: Fluxo de caixa da colheita manual.....	67
Figura 6-3: Fluxo de caixa da colheita mecanizada.....	69

---

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 3-1: Matriz energética brasileira.....	35
Gráfico 3-2: Rendimento de geração de energia elétrica.....	36
Gráfico 3-3: Consumo de açúcar per capita no mundo.....	39
Gráfico 3-4: Vendas de automóveis por tipo de combustível.....	47
Gráfico 3-5: Preço do álcool e açúcar ao produtor.....	48
Gráfico 3-6: Vendas de combustíveis.....	49
Gráfico 3-7: Equivalência de custo álcool x gasolina.....	49
Gráfico 4-1: Market Share de empresas do setor sucroalcooleiro.....	56
Gráfico 6-1: Rendimento de cortadores de cana.....	61
Gráfico 6-2: Participação da cana de colheita mecanizada ao longo do tempo.....	62
Gráfico 6-3: Vendas de Colhedoras.....	63

---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Produção de cana-de-açúcar por estado brasileiro.....	26
Tabela 3-2: Limitação de queimadas.....	28
Tabela 3-3: Produção de açúcar por estado brasileiro.....	43
Tabela 3-4: Destino das exportações brasileiras de açúcar.....	44
Tabela 3-5: Produção de álcool por estado brasileiro .....	50
Tabela 3-6: Processo de Produção de biodiesel. ....	52
Tabela 3-7: Custo de produção de álcool por matéria-prima e país.....	53
Tabela 3-8: Destino das exportações de álcool brasileiras em 2005.....	54
Tabela 5-1: Cálculo do Beta.....	58
Tabela 5-2: Cálculo do WACC.....	59
Tabela 6-1: Dados da Pesquisa. ....	64
Tabela 6-2: Cálculo de despesas com funcionários para colheita manual. ....	67
Tabela 6-3: Análise financeira para colheita manual. ....	67
Tabela 6-4: Cálculo de despesas com funcionários para colheita mecanizada.....	68
Tabela 6-5: Análise financeira para colheita mecanizada. ....	69
Tabela 7-1: Análise de sensibilidade: variação do WACC.....	70
Tabela 7-2: Análise de sensibilidade para colheita mecanizada. ....	71
Tabela 7-3: Análise de sensibilidade: Comparação entre processos. ....	71
Tabela 8-1: Comparação entre colheita manual e mecanizada.....	72

---

## **LISTA DE EQUAÇÕES**

Equação 2-1: Cálculo do CAPM .....	18
Equação 2-2 Cálculo do Beta .....	19
Equação 2-3: Desalavancagem do Beta. ....	20
Equação 2-4: Cálculo do WACC. ....	21
Equação 2-5: Conversão de taxa de juros nominais para reais. ....	21
Equação 2-6: Conversão de taxa de juros em moedas diferentes. ....	22
Equação 2-7: Cálculo do Valor Presente Líquido .....	24
Equação 2-8: Cálculo do Valor Uniforme Líquido.....	24

---

## LISTA DE ABRAGIATURAS E SIGLAS

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
Anfavea	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo
Cade	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CER	Certificado de Emissões Reduzidas
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
Proinfa	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SCA	Sociedade Corretora de Álcool
TAC	Terminal Açucareiro Copersucar
TEAG	Terminal de Exportação de Açúcar do Guarujá
TEAS	Terminal de Exportação de Álcool de Santos
Unica	União da Agroindústria Canavieira de São Paulo
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VPL	Valor Presente Líquido
VUL	Valor Uniforme Líquido
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
WSRO	<i>World Sugar Research Organization</i>

---

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	14
1.1	A Empresa .....	14
1.2	O Estágio .....	15
1.3	O Projeto .....	15
1.4	Organização do Trabalho .....	16
2	Referencial Teórico .....	18
2.1	Taxa Mínima de Atratividade .....	18
2.2	Avaliação de Projetos .....	23
3	O Setor Sucroalcooleiro .....	25
3.1	Cana-de-açúcar .....	25
3.2	Açúcar .....	38
3.3	Álcool .....	45
4	Mercado Sucroalcooleiro .....	55
5	Taxa Mínima de Atratividade .....	57
6	Mecanização .....	60
6.1	Processo .....	60
6.2	Pesquisa .....	63
6.3	Análise Econômica .....	65
7	Análise de Sensibilidade .....	70
8	Conclusão .....	72
9	Referências Bibliográficas .....	74
	Anexo A: Países membros do ANEXO I .....	77

## 1 Introdução

A crescente preocupação com o meio ambiente, em especial com a emissão de gases causadores do efeito estufa, tem incentivado a busca de fontes alternativas de energia. Entre elas está o álcool, que vêm sendo cada vez mais utilizado como aditivo à gasolina, em diversos países. Outra grande inovação foi a criação dos motores *flex*, que permite a mistura do álcool e da gasolina em qualquer proporção. Estas medidas causaram um grande aumento no consumo do álcool e tem atraído investidores ao setor, que vem crescendo rapidamente.

A maior parte da cana-de-açúcar, matéria-prima utilizada na produção do álcool, é colhida manualmente. A mecanização é um processo que envolve não apenas o aspecto ecológico, evitando a poluição gerada pelas queimadas, como também o aspecto econômico, pois envolve grande volume financeiro. Há ainda o lado social, com o grande desemprego que seria gerado, e também o legislativo, onde o governo vem se mobilizando para desincentivar as queimadas, o que por sua vez é um incentivo à mecanização.

### 1.1 A Empresa

Este trabalho foi realizado junto a um banco de negócios, especializado em Assessoria Corporativa e Gestão de Investimentos Diferenciados.

O banco atua em serviços de Assessoria em Fusões, Aquisições e Reestruturação de empresas e na Gestão de Fundos de Private Equity, de Hedge Funds e de Fundos de Investimentos na Área Imobiliária.

---

Ao longo de sua história, o banco desenvolveu grande capacidade associativa e flexibilidade para trabalhar em parceria com as mais renomadas instituições financeiras.

## **1.2 O Estágio**

Durante a realização deste trabalho, o autor estagiava na instituição financeira na qual o estudo foi realizado. O estágio, na área de fusões e aquisições, consiste em assessorar empresas de médio e grande porte em operações de compra, venda, fusão, reestruturações e reorganizações societárias.

Tendo em vista a área de atuação do banco, com grande foco no setor de energia, resulta de grande importância o estudo do setor sucroalcooleiro.

## **1.3 O Projeto**

Este trabalho irá estimar, com dados obtidos através de pesquisa em jornais, revistas, estudos setoriais e entrevistas com pessoas envolvidas no setor, todos os custos relevantes envolvidos na atividade da colheita de cana-de-açúcar, tanto para o processo manual quanto para o mecanizado. Serão analisados os processos, buscando-se entender quais são as mudanças e equipamentos necessários, bem como estudando os diferentes modelos disponíveis. Serão também necessários dados de produtividade dos meios de produção. O estudo irá averiguar a existência de possíveis limitações aos processos.

Após a coleta de dados, serão aplicados os cálculos financeiros adequados para determinar qual é o método mais econômico. Serão também analisados aspectos sociais, ambientais e legislativos, que devem ser considerados ao tomar as decisões.

#### **1.4 Organização do Trabalho**

Este trabalho é dividido da seguinte forma:

O Capítulo 1 fornece uma visão geral do trabalho, explicando o projeto e sua importância. Através dele também será possível compreender a relação entre o projeto, seu autor e a empresa onde este realizava estagiava.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico utilizado neste estudo. Trata-se basicamente de ferramentas financeiras que permitem a análise dos fluxos financeiros ao longo do tempo de ambos os projetos, tornando-os comparáveis.

O Capítulo 3 apresenta uma completa análise do setor sucroalcooleiro, dividido em 3 subitens: cana-de-açúcar, açúcar e álcool. Este capítulo não apenas mostra a importância do setor para o país, como também fornece dados e explica os processos ao longo da cadeia de produção, possibilitando ao leitor analisar também os aspectos não econômicos do projeto.

O Capítulo 4 apresenta as empresas do setor

O Capítulo 5 destina-se a aplicação de algumas das ferramentas apresentadas no capítulo 2 para o cálculo da Taxa Mínima de Atratividade, variável fundamental para a análise dos fluxos de caixa.

O Capítulo 6 apresenta os resultados da pesquisa com dados necessários para a análise de custos, aplicam-se as ferramentas financeiras do capítulo 2 e são comparados economicamente os processos.

O Capítulo 7 busca comparar os processos sob diferentes cenários.

O Capítulo 8 representa o fechamento do trabalho. Ele reúne todos os capítulos anteriores, apresenta os resultados e fornece as conclusões do estudo.

O Capítulo 9 contém as referências bibliográficas.

Todas as tabelas, figuras e gráficos presentes neste trabalho foram elaborados pelo autor, exceto quando especificado.

---

## 2 Referencial Teórico

Neste capítulo serão explicadas as técnicas e ferramentas que serão utilizadas neste trabalho.

### 2.1 Taxa Mínima de Atratividade

O conteúdo deste tópico foi retirado de Brealey e Myers (2000).

Para as empresas medirem o valor do dinheiro no tempo, elas utilizam a taxa mínima de atratividade, também chamada de custo de oportunidade ou taxa de desconto. Este valor é específico para cada empresa e pode ser calculado pelo método do WACC (sigla em inglês para Weighted Average Cost of Capital, custo médio ponderado de capital).

Esta taxa é o valor mínimo de retorno que a empresa estaria disposta a receber em seus investimentos.

#### 2.1.1 Custo de Capital Próprio

Para o cálculo do custo de capital próprio, será utilizado o método do CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), cuja fórmula é:

$$r_{cp} = r_f + \beta (r_m - r_f)$$

Equação 2-1: Cálculo do CAPM

Onde  $r_{cp}$  = Custo do capital próprio,  
 $r_f$  = Taxa de retorno livre de risco,  
 $\beta$  = Sensibilidade à variação,  
 $r_m$  = Taxa de retorno do mercado.

Este método atribui ao custo de capital próprio o custo livre de risco (normalmente títulos do tesouro de países desenvolvidos) e o retorno do mercado em excesso da taxa livre de risco, multiplicado pela sua sensibilidade ao retorno do mercado.

### 2.1.1.1 Beta ( $\beta$ )

Para saber a contribuição do risco de um ativo para um portfolio bem diversificado, seria equivocado analisar seu risco isoladamente, pois a diversificação elimina os riscos específicos da empresa, ou os riscos diversificáveis. Deve-se medir seu risco de mercado e isso se resume a analisar sua sensibilidade às variações do mercado. Esta sensibilidade é chamada de beta ( $\beta$ ). Sua fórmula é:

$$\beta = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$$

Equação 2-2 Cálculo do Beta

Onde:  $\beta$  = Beta,  
 $i$  = Retorno do ativo analisado,  
 $m$  = Retorno do mercado (índice de ações).

Para se calcular o custo de capital de uma empresa, geralmente utiliza-se a média (ou mediana) dos betas de empresas comparáveis, ou seja, que atuam no mesmo setor.

### 2.1.1.2 Desalavancagem do Beta (β)

O capital de uma empresa é composto pelo capital dos acionistas e por dívida. Os fluxos de caixa provenientes da empresa devem primeiramente pagar a dívida, sendo o restante distribuído aos acionistas. Como a renda da empresa é variável e o pagamento da dívida é pré-determinado, ao comprometer parte da renda da empresa com o pagamento da dívida, o retorno dos acionistas torna-se mais variável, ou volátil. Sendo assim, Betas de empresas com diferentes níveis de dívidas não são comparáveis. Para resolver este problema, deve-se desalavancar os Betas das empresas comparáveis, calcular sua média ou mediana e só então alavancá-lo novamente com a dívida específica da empresa considerada. Segue a fórmula do desalavancamento do Beta:

$$\beta_d = \frac{VM}{VM + D(1-t)} \beta_a$$

Equação 2-3: Desalavancagem do Beta.

- Onde:  $\beta_d$  = Beta desalavancado,  
 $VM$  = Valor de mercado,  
 $D$  = Dívida,  
 $t$  = Taxa de imposto de renda,  
 $\beta_a$  = Beta alavancado.

### 2.1.2 WACC

O WACC é a metodologia que pondera, em função da estrutura de capital da empresa, o custo de capital próprio com o custo de capital de terceiros. Esta é a taxa mais adequada para descontar os fluxos de caixa operacionais de empresas, pois

reflete o custo de oportunidade de cada um de seus provedores de capital. Segue sua fórmula:

$$WACC = \frac{D(1-t) \times r_d + V_m \times r_{cp}}{D + V_m}$$

Equação 2-4: Cálculo do WACC.

Onde:  $WACC$  = Custo médio ponderado de capital,  
 $D$  = Dívida,  
 $t$  = Taxa de imposto,  
 $r_d$  = Custo da dívida,  
 $V_m$  = Valor de mercado do capital próprio,  
 $r_{cp}$  = Custo do capital próprio.

### 2.1.3 Juros Nominais x Juros Reais

As taxas de juros podem ser designadas em valores nominais ou valores reais. As taxas de juros nominais representam o valor financeiro a ser obtido em um investimento. Entretanto, na existência de inflação, este valor possuirá um poder de compra menor. A taxa de juros real representa a taxa de juros nominal ajustada para a inflação do período. Sua fórmula é:

$$r_r = \frac{(1+r_n)}{(1+i)} - 1$$

Equação 2-5: Conversão da taxa de juros nominal para real.

Onde:  $r_r$  = taxa de juros real,  
 $r_n$  = taxa de juros nominal,  
 $i$  = taxa de inflação.

#### 2.1.4 Diferencial de Inflação

Ao se comparar taxas de juros de países distintos (com moedas distintas), deve-se levar em consideração, pelos motivos descritos no item anterior, a inflação desses países. Para se converter a taxa de juros de uma moeda para outra, deve-se deflacionar os juros com a taxa de inflação da primeira e inflacionar com a taxa de inflação da última. Segue sua fórmula:

$$r_A = (1 + r_B) \times \frac{(1 + i_A)}{(1 + i_B)} - 1$$

Equação 2-6: Conversão de taxa de juros em moedas diferentes.

---

Onde  $r_A$  = Taxa de juros na moeda “A”,  
 $r_B$  = Taxa de juros na moeda “B”,  
 $i_A$  = Inflação para moeda “A”,  
 $i_B$  = Inflação para moeda “B”.

## 2.2 Avaliação de Projetos

Este trabalho envolve avaliação de custos envolvidos em um processo, não envolvendo geração de receita. Portanto, foram selecionados dois métodos adequados a tal contexto:

- Valor Presente Líquido (VPL);
- Valor Uniforme Líquido (VUL).

Este desenvolvimento de formulário foi retirado de Fontes (2006).

### 2.2.1 Valor Presente Líquido

O VPL é a soma de todas as parcelas de um fluxo de caixa, trazidas a valor presente. Este método permite a comparação entre projetos com fluxos de caixa distintos. Na análise de custos, foco deste estudo, o projeto de maior VPL é o mais atraente, representando menor desembolso financeiro.

O VPL de um projeto pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{k=0}^{k=n} \frac{P_k}{(1+r)^k}$$

Equação 2-7: Cálculo do Valor Presente Líquido

Onde:  $VPL$  = Valor presente líquido de um fluxo de caixa,

$n$  = Número de períodos,

$P$  = Parcelas do fluxo de caixa,

$r$  = Taxa de desconto.

O método do VPL, entretanto, é ineficaz para avaliação de projetos com períodos diferentes.

## 2.2.2 Valor Uniforme Líquido

O método do VUL converte as parcelas de um fluxo de caixa em parcelas uniformes ao longo do período do investimento. Ele torna possível a comparação de projetos de durações diferentes. Segue sua fórmula:

$$VUL = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} VPL$$

Equação 2-8: Cálculo do Valor Uniforme Líquido.

Onde:  $VUL$  = Valor uniforme líquido,

$n$  = Número de períodos,

$i$  = Taxa de desconto,

$VPL$  = Valor presente líquido.

### 3 O Setor Sucroalcooleiro

O setor sucroalcooleiro engloba a produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool. Dados do ProCana indicam que este agronegócio movimenta cerca de R\$ 40 bilhões por ano, entre faturamentos diretos e indiretos, correspondendo a aproximadamente 2,4% do PIB brasileiro, gerando 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos. De acordo com a mesma fonte, o setor sucroalcooleiro nacional é formado por 304 indústrias em atividade, sendo 227 na região Centro-Sul e 77 na região Norte-Nordeste.

#### 3.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma gramínea de ciclo longo que dura cinco ou seis safras após ser plantada. De acordo com dados da safra de 2005/06 da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica), a região centro-sul é responsável por cerca de 87% da produção nacional, sendo que São Paulo sozinho responde por 63%. Já a região nordeste apresenta algumas condições desfavoráveis, como qualidade do solo, secas periódicas e topografia. Esta região dedica-se principalmente a produção do açúcar tipo Demerara, intermediário entre o mascavo e o refinado, voltado quase integralmente à exportação. As vantagens da região são a maior proximidade do mercado importador e a exclusividade nas exportações dentro da cota preferencial norte-americana.

Ainda de acordo com a Unica, a produtividade na região Centro-Sul está entre 78 e 80 toneladas de cana por hectare, sendo que em São Paulo está entre 80 e 85, em ciclos de 5 cortes.

Na Tabela 3-3 pode ser conferida a produção de cana-de-açúcar por estado brasileiro nas safras dos anos 2000/2001 a 2005/2006.

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	% Total 05/06
Amazonas	0	201.036	255.852	250.881	267.767	252.672	0,1%
Pará	527.383	283.406	311.492	419.514	580.999	510.086	0,1%
Tocantins	0	0	0	0	0	95.314	0,0%
Maranhão	799.490	1.094.115	1.105.114	1.303.509	1.275.119	1.797.490	0,5%
Piauí	248.289	273.691	284.180	322.802	349.329	492.369	0,1%
Ceará	65.671	73.637	88.954	63.907	79.444	40.709	0,0%
Rio Grande do Norte	2.388.270	2.064.515	2.681.857	2.614.068	2.917.677	2.356.268	0,6%
Paraíba	3.594.320	4.001.051	4.335.516	5.017.263	5.474.229	4.291.473	1,1%
Pernambuco	14.366.994	14.351.050	14.891.497	17.003.192	16.684.867	13.858.319	3,6%
Alagoas	25.198.251	23.124.558	22.645.220	29.536.815	26.029.770	22.532.291	5,8%
Sergipe	1.413.639	1.316.925	1.429.746	1.526.270	1.465.185	1.109.052	0,3%
Bahia	1.920.653	2.048.475	2.213.955	2.136.747	2.268.369	2.391.415	0,6%
Norte-Nordeste	50.522.960	48.832.459	50.243.383	60.194.968	57.392.755	49.727.458	12,9%
Minas Gerais	10.634.653	12.204.821	15.599.511	18.915.977	21.649.744	24.583.570	6,4%
Espírito Santo	2.554.166	2.010.903	3.292.724	2.952.895	3.900.307	3.849.092	1,0%
Rio de Janeiro	3.934.844	3.072.603	4.478.142	4.577.007	5.638.063	4.799.351	1,2%
São Paulo	148.256.436	176.574.250	192.486.643	207.810.964	230.310.237	242.828.824	62,8%
Paraná	19.320.856	23.075.623	23.892.645	28.485.775	28.997.547	24.808.908	6,4%
Rio Grande do Sul	0	80.262	102.999	93.836	77.997	57.976	0,0%
Mato Grosso	8.669.533	10.673.433	12.384.480	14.349.933	14.447.155	12.335.471	3,2%
Mato Grosso do Sul	6.520.923	7.743.914	8.247.056	8.892.972	9.700.048	9.037.918	2,3%
Goiás	7.207.646	8.782.275	9.922.493	13.041.232	14.006.057	14.555.819	3,8%
Centro-sul	207.099.057	244.218.084	270.406.693	299.120.591	328.727.155	336.856.929	87,1%
<b>Brasil</b>	<b>257.622.017</b>	<b>293.050.543</b>	<b>320.650.076</b>	<b>359.315.559</b>	<b>386.119.910</b>	<b>386.584.387</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 3-1: Produção de cana-de-açúcar por estado brasileiro.

Fonte: adaptado da Unica.

### 3.1.1 Destino da Produção

A cana-de-açúcar tem como principal destino a produção de açúcar e/ou álcool. De acordo com a Unica, para a safra de 2006/07, os produtores da região centro-sul destinarão 50,5% da cana para a fabricação de açúcar e os 49,5% restantes para a produção de álcool. Na safra anterior foram destinadas 48,5% da produção para o açúcar e 51,5% para o álcool. Nota-se um equilíbrio entre as destinações.

### **3.1.2 Biotecnologia**

A busca do setor sucroalcooleiro por competitividade e por novas fronteiras para a cana-de-açúcar está acelerando as pesquisas privadas de novas variedades da planta.

As empresas de pesquisa do setor sucroalcooleiro prestam uma espécie de consultoria, auxiliando na escolha das variedades mais adaptadas ao clima e solo dos clientes, bem como fornecendo mudas e acompanhando sua reprodução em viveiros. Pesquisas genéticas estão em fase de desenvolvimento.

De acordo com matéria publicada pelo Sugarcane Newspaper (agosto de 2006), o setor destina hoje apenas 0,3% de sua receita nessa área, sendo que o ideal seria investir 1%, o que significaria R\$ 280 milhões por ano. Segundo o diretor superintendente do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Nilson Zaramella Boeta, o setor não está dando a devida atenção a novas tecnologias, como a produção de álcool a partir de materiais celulósicos, área na qual os Estados Unidos está focando. Através desta técnica, poderiam ser aproveitados “restos vegetais” para a produção de álcool, como a casca de arroz, restos de madeira e até a palha e o bagaço de cana. Ainda de acordo com Nilson Boeta, atualmente um terço da cana é transformada em caldo, utilizado na produção de açúcar e álcool, sendo que o bagaço e a palha respondem pelo restante da massa.

De acordo com matéria publicada pelo Diário Comércio, Indústria & Serviços (DCI – junho de 2006), há duas empresas privadas; o CTC, que atende 106 usinas e 17 associações, que por sua vez representam mais de 11 mil produtores de cana nas regiões Sudeste e Centro-Sul e a CanaVialis, que possui 29 clientes e espera chegar a 40 até o final do ano. Além delas, ainda existem dois programas estatais; a Rede Inter-universitária para o Desenvolvimento Sucroalcooleiro (RIDES), com 12 estações experimentais e sete universidades federais, que deram continuidade a ex-Planalsucar e desenvolveram a espécie de sigla RB, cultivada em mais de 50% da área plantada no Brasil e o Instituto Agronômico (IAC), em Campinas (SP), ligado ao governo do estado.

### 3.1.3 Queimadas

Existem algumas polêmicas envolvendo a prática de queimadas. Sem ela, a produtividade dos cortadores é reduzida a menos da metade. Entretanto, há o viés ambiental, com a acentuada poluição e o desperdício da palha da cana, que pode ser utilizada para outras finalidades, algumas já em uso, outras ainda em desenvolvimento.

A fuligem causada pelas queimadas é levada pelo vento e recobre as cidades nas proximidades. De acordo com reportagem de Ming, C. publicada no jornal O Estado de São Paulo (2004), o pior estrago é causado pelas partículas finas e ultrafinas, responsáveis por 94% do total. Estas partículas penetram nos pulmões, causando inflamações no sistema respiratório, crises de asma e até enfisema pulmonar, sendo a principal causa de problemas respiratórios nas cidades próximas às plantações.

As cidades do interior de São Paulo estão cada vez mais próximas das plantações. A fuligem espalha-se por toda a cidade, entra nas casas pelas frestas das janelas e vãos das portas e sujam o telhado e o quintal.

A queima da palha da cana, além do gás carbônico ( $CO_2$ ), responsável pelo efeito estufa, produz dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), responsável pela chuva ácida e ozônio ( $O_3$ ), que, em baixas altitudes, também causa problemas respiratórios.

O governo de São Paulo adotou medidas para controlar tal prática através da implementação da lei nº 11.241 (artigo 2º), que estabelece o percentual das áreas mecanizáveis e não mecanizáveis onde pode ser praticada a queimada ao longo do tempo, como pode ser conferido na seguinte tabela:

Área mecanizável	Área não mecanizável		
1º ano (2002)	20%	10º ano (2011)	10%
5º ano (2006)	30%	15º ano (2016)	20%
10º ano (2011)	50%	20º ano (2021)	30%
15º ano (2016)	80%	25º ano (2026)	50%
20º ano (2021)	100%	30º ano (2031)	100%

Tabela 3-2: Limitação de queimadas.

Fonte: Governo do Estado de São Paulo.

Consideram-se áreas não mecanizáveis as plantações em terrenos com menos de 150 hectares e/ou com declividade superior a 12% e em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana.

### **3.1.4 Localização das Usinas**

Devido a grande desproporção entre o peso da cana e o de seus produtos finais (de acordo com a Unica, para cada tonelada de cana produzida no centro-sul, obtém-se de 140 a 145kg de açúcar ou entre 80 e 85 litros de álcool), as plantações devem estar localizadas a não mais de 50 km de distância das usinas, pois os custos de transporte inviabilizariam a produção. Há ainda o fato de que a cana perde qualidade rapidamente e, portanto, deve ser processada logo.

### **3.1.5 Infraestrutura**

De acordo com relatório do banco de investimento Credit Suisse (junho de 2006), apesar de ser mais lucrativo exportar a produção de álcool para os EUA, gargalos na infra-estrutura impedem o Brasil de fazê-lo. O grosso do álcool é exportado por caminhões e os portos estão no limite da capacidade.

### 3.1.5.1 Portos

De acordo com estudos da Lafis (dezembro de 2005), existem no Brasil cerca de 35 portos públicos e cerca de 180 terminais privados. Os portos brasileiros movimentaram em 2004 620,7 milhões de toneladas de cargas diversas, visto que 95,5% de todo o comércio exterior brasileiro é transportado por via marítima.

Para o setor sucroalcooleiro, os principais portos utilizados para o escoamento da produção de açúcar e álcool da região Centro-sul são:

#### **Porto de Santos**

O porto de Santos é o maior do Brasil e responsável pela maior parte da exportação do setor (11,7 milhões de toneladas de açúcar em 2005, de acordo com a Companhia Docas do Estado de São Paulo – CODESP).

Cargill e a Sociedade Operadora Portuária de São Paulo (Crystalsev 85%, Hipercor 10% e o consultor Plínio Nastari 5%) formaram uma *joint venture* - Terminal de Exportação de Açúcar do Guarujá (TEAG). Este terminal tem capacidade de exportação de 2,2 milhões de toneladas de açúcar. Em outubro de 2003, o TEAG inaugurou um terminal de exportação de açúcar ensacado, com capacidade para 600 mil toneladas, com investimentos de US\$ 11 milhões.

Cargill e Crystalsev também possuem participação em um terminal de álcool, o Terminal de Exportação de Álcool de Santos (TEAS). A estrutura tem capacidade de armazenagem para 40 milhões de litros de álcool e planos de expansão para 80 milhões ainda em 2006. Após a obra, o terminal terá capacidade de exportar aproximadamente 1,5 bilhões de litros por ano.

As empresas com participação no TEAS são: Crystalsev, 38%; Cosan, 32%; Nova América, 8%; Plínio Nastari, 2%; e Cargill, 20%.

A Copersucar também possui um terminal privado no porto de Santos, o Terminal Açucareiro Copersucar (TAC). Após dois projetos de expansão, o terminal possui agora capacidade para exportar 3 milhões de toneladas de açúcar a granel ou 1 milhão de toneladas de açúcar ensacado.

### **Porto de Paranaguá**

O Porto de Paranaguá, localizado no estado do Paraná, é o segundo maior porto brasileiro.

Em março de 2006, a expansão do terminal de açúcar Paraná Operações Portuárias S.A. (PASA) foi concluída. 9 empresas foram envolvidas na construção: Cooperval (Jandaia do Sul), Copagra (Nova Londrina), Corol (Rolândia), Goiorê (Goiorê), Coopcana (Paraíso do Norte), Sabarálcool (Engenheiro Beltrão), Santa Terezinha (Maringá), Usaciga (Cidade Gaúcha) e Vale do Ivaí (São Pedro do Ivaí), com investimentos de R\$ 37,5 milhões. A capacidade de armazenagem de açúcar aumentou de 54 para 174 mil toneladas e as exportações estão estimadas em 3 milhões de toneladas para 2006.

Em 2005 foi construído um terminal de álcool, com capacidade de armazenagem de 15 milhões de litros.

### **Porto de São Sebastião**

Localizado no litoral norte de São Paulo, este porto foi responsável pela exportação de 200 mil toneladas de açúcar em 2005.

## **Porto de Itajaí**

Localizado no estado de Santa Catarina, 150 mil toneladas de açúcar foram exportadas através deste porto.

### **3.1.5.2 Alcoolduto**

A produção de álcool tem crescido de tal forma que já viabiliza a construção de dutos para seu transporte. Entre os investimentos já anunciados, estão os da Petrobras. A empresa planeja construir um alcoolduto ligando Goiânia (GO) a Paulínia (SP) e ao porto de São Sebastião (SP), previsto para 2008, e outro em algum ponto no rio Tietê, aproveitando a hidrovia Tietê-Paraná, e seguindo até Paulínia (SP), atualmente em fase de estudo de viabilidade.

### **3.1.6 Terras**

Segundo Barreto, A. B. et al (2003), o Brasil possui cerca de 250 milhões de hectares de terra cultivável, sendo que apenas 65 milhões estão sendo utilizadas, das quais 4,5 a 5 milhões para a plantação da cana-de-açúcar.

Estes dados mostram que ainda há um grande potencial para a expansão da produção de álcool, diminuindo riscos de desabastecimento e sem comprometer a produção de alimentos. Esta situação deixa o Brasil numa posição privilegiada, onde

o excedente de terras, aliado ao clima e meio de produção eficiente, permitem ao país um futuro promissor na indústria.

### **3.1.7 Palha e Bagaço da Cana**

A palha da cana, desperdiçada nas queimadas, apresenta diversas formas de aproveitamento. Durante a colheita mecanizada, parte da palha da cana pode ser jogada ao solo, cobrindo o terreno, protegendo-o contra erosão e também funcionando como herbicida, ao impedir o crescimento da erva daninha (de acordo com o dicionário Aurélio, 2006, “erva que nasce nos meios de certas plantas cultivadas, prejudicando-as”).

Outro aproveitamento é para a produção de energia. A palha, juntamente com o bagaço da cana, podem ser utilizados em usinas termelétricas para a produção de energia elétrica. Este processo será mais detalhado no item seguinte.

Estudos, já em andamento, possibilitarão o aproveitamento de material celulósico, ou seja, a palha e o bagaço da cana, para a produção de álcool. Esta tecnologia apresenta um grande potencial para o maior rendimento da produção, visto que o “caldo” da cana, parte utilizada na produção de açúcar e álcool, representa apenas 1/3 da massa da planta.

### 3.1.8 Co-Geração de Energia.

A capacidade de produção de energia elétrica no país está bem próxima de sua demanda. A construção de usinas de geração de energia elétrica é demorada, o que exige planejamento de longo prazo. O Brasil, que já sofreu um *Apagão* em 2001, corre o risco de experimentar um outro num futuro próximo. O baixo desempenho da economia nacional nos últimos anos teve seu lado positivo, ao conter o aumento da demanda de energia.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Brasil apresenta hoje uma capacidade de geração de 96,3 mil MW. A matriz energética brasileira é constituída principalmente por fontes hídricas, representando cerca de 76% do total. Apesar de ainda apresentar um grande potencial de geração, o aproveitamento desta fonte apresenta certas dificuldades. Os novos empreendimentos estão cada vez mais distantes do consumo, requerendo grandes investimentos em transmissão. Outra preocupação é o grande impacto ambiental, decorrente do alagamento de uma vasta área, pelo represamento das águas. A legislação ambiental é bastante rígida na aprovação de projetos. Projetos de PCHs (segundo resolução da Aneel 652, de 09 de dezembro de 2003, PCHs - Pequenas Centrais Hidrelétricas são os aproveitamentos hidrelétricos com potência entre 1 e 30 MW, e com área total ocupada pelo reservatório igual ou superior à 1.300 hectares) com captação a fio d'água são os mais comuns entre os novos empreendimentos de energia com fonte hídrica. De acordo com a secretaria dos recursos hídricos, sobre a captação a fio d'água,

"Trata-se de captação feita através de pequena barragem, desprezando-se o volume do reservatório criado, onde a vazão de captação corresponde a um valor menor ou igual à descarga mínima do rio ou riacho, portanto, havendo descargas pelo vertedouro na quase totalidade do tempo".

Este tipo de empreendimento apresenta impacto ambiental consideravelmente menor, entretanto, seu potencial resulta igualmente menor.

A produção de energia através dos resíduos da cana vem se apresentando não apenas como uma alternativa na produção de energia, mas também uma nova fonte de lucro, aproveitando o que antes era desperdiçado. As usinas termelétricas

representam 22% do total da energia gerada, com 20,8 mil MW de capacidade. A produção de energia através do bagaço da cana já representa cerca de 2,7 mil MW, representando 13% deste total, ou 3% sobre toda a energia produzida no país. Já existem 226 empreendimentos em funcionamento. Estas porcentagens podem ser melhor visualizadas no

Gráfico 3-1, abaixo:

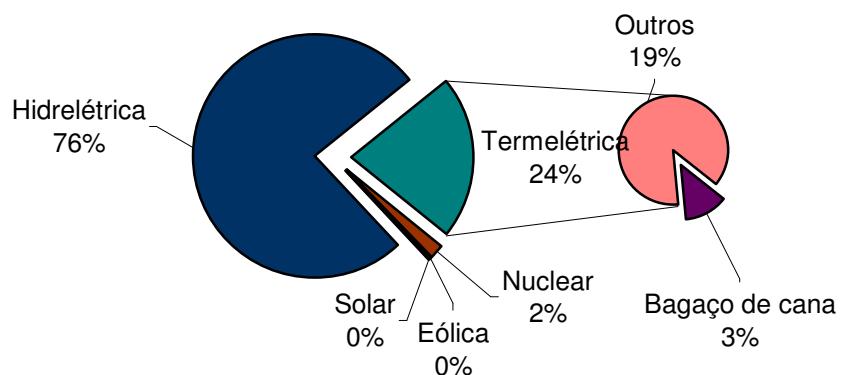


Gráfico 3-1: Matriz energética brasileira.

Fonte: Aneel.

De acordo com Tomáz Caetano Rípoli, professor da Esalq- USP, o bagaço e a palha da cana poderiam ser usados para produzir de 28 mil a 53 mil megawatts/hora de energia por safra no Brasil. Ele explica que 1 tonelada de palha equivale à energia de 1,2 barril de petróleo bruto e que 1 hectare de cana tem de 4 a 11 toneladas de palha seca.

Os geradores termelétricos, por mais eficientes que sejam, perdem a maior parte da energia contida no combustível para o meio-ambiente na forma de calor.

Trata-se de uma limitação física que independe do tipo de combustível (diesel, gás natural, carvão, etc.) ou do motor (a explosão, turbina a gás ou a vapor etc.). Por esta razão, no máximo 40% da energia do combustível do diesel usado em um gerador podem ser transformados em energia elétrica.

De acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), a co-geração é o aproveitamento do calor produzido na geração elétrica no processo produtivo, sob a forma de vapor. A eficiência deste processo pode chegar a 85%, resultando em grande economia de combustível. Segue abaixo o Gráfico 3-2, mostrando a eficiência dos processos:

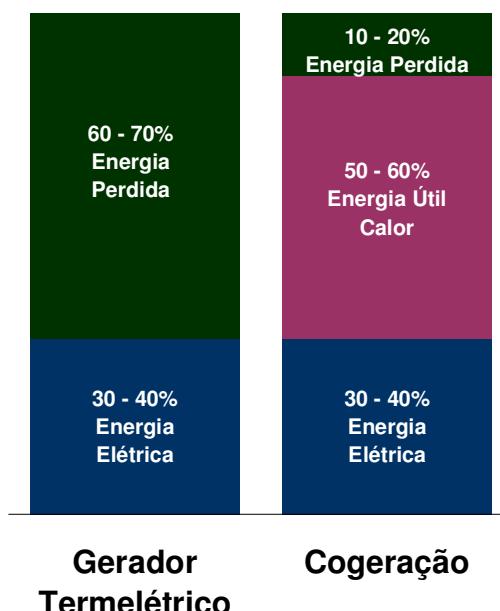


Gráfico 3-2: Rendimento de geração de energia elétrica.

Fonte: INEE.

Devido a crises energéticas e ao alto custo de aquisição de energia, foi desenvolvido o processo de co-geração de energia a partir do bagaço da cana. A quantidade de bagaço produzida é muito grande e representa um elevado potencial energético. Com o aproveitamento também da palha e o desenvolvimento tecnológico do processo de gaseificação do bagaço (conversão dos subprodutos em gás e deste em energia elétrica), aumenta ainda mais o potencial energético. Essa energia seria suficiente para suprir as necessidades das usinas e ainda possibilitaria vender o excedente. Incentivos do governo em planos como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) estimulam sua implantação, um fator muito positivo para o setor.

### **3.1.9 Indústria Química**

De acordo com reportagem publicada no jornal O Estado de São Paulo (setembro de 2006), o presidente da Braskem, José Carlos Grubisich, comunicou aos acionistas a possibilidade de utilização do álcool na produção de plástico. De acordo com ele, a empresa já teve uma fábrica deste tipo no passado, mas teria que atualizar a tecnologia de produção. Entretanto, o preço do etanol ainda é alto perto do petróleo e há o risco de faltar matéria prima durante as entressafras.

A utilização do álcool pela indústria química ainda não é viável economicamente, mas já atrai o interesse das empresas no longo prazo. O petróleo, além de ser um recurso natural esgotável, é poluente.

### **3.1.10 Protocolo de Kyoto.**

O crescimento da industrialização trouxe o aumento da poluição, e esta o aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE), fenômeno que causa preocupação pelo consequente aquecimento da temperatura global, derretimento das geleiras nos pólos e elevação do nível do mar. Esta questão foi debatida mundialmente no Rio 92, quando foi estabelecida a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Em 1997 foi realizada a Conferência das Partes, em Kyoto, onde foram estabelecidas metas de redução de emissão de GEE para os países do ANEXO B (países do ANEXO I com compromissos de redução de emissão de GEE – ver Anexo A), bem como critérios e diretrizes para a utilização dos mecanismos de mercado. Este acordo ficou conhecido como protocolo de Kyoto, que estabelece que os países industrializados devem reduzir suas emissões em 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990, no período entre 2008 e 2012. Para tanto, foi criado o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que estabelece que

cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera poderá ser negociada no mercado mundial através de Certificados de Emissões Reduzidas (CER). De acordo com matéria publicada na Gazeta Mercantil (agosto de 2006), dos 263 projetos registrados no mundo, 59 são do Brasil. Esses projetos já reduziram 666 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

O Protocolo de Kyoto é uma grande novidade para o setor. De acordo com Barreto, A. B. et al (2003), para cada tonelada de cana, há 0,17 toneladas a menos de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Outra maneira de analisar é comparando a quantidade de CO<sub>2</sub> produzida por uma usina de energia elétrica a óleo com uma a bagaço de cana, onde a última produz 644 kg de CO<sub>2</sub> por MWh a menos que a primeira (dados específicos da Usina Guarani). Isso demonstra o grande potencial para a indústria sucroalcooleira negociar CER e obter assim outra fonte de renda. É importante lembrar, entretanto, que as queimadas anulam toda esta economia.

### **3.2   Açúcar**

O açúcar não é apenas um adoçante, mas também uma importante fonte de energia. De acordo com Barreto, A. B. et al (2003), dados de 1990 apontam o açúcar como o quarto alimento mais consumido no mundo, depois do trigo, arroz e mandioca, estando na frente da carne, leite, óleos vegetais, frutas, vegetais e batatas.

De acordo com a mesma fonte, o açúcar representa de 10-15% da energia consumida em países desenvolvidos e pode chegar a 20% em países em desenvolvimento. No Brasil, o consumo per capita de açúcar é de cerca de 45,8 kg/ano, valor considerado alto para padrões mundiais.

Barreto, A. B. et al (2003) coletou dados World Sugar Research Organization (WSRO), United States Department of Agriculture (USDA), Food and Agriculture Organization (FAO) para a realização do Gráfico 3-3 abaixo, que mostra o consumo de açúcar no mundo, com dados colhidos entre 1988 e 1990.

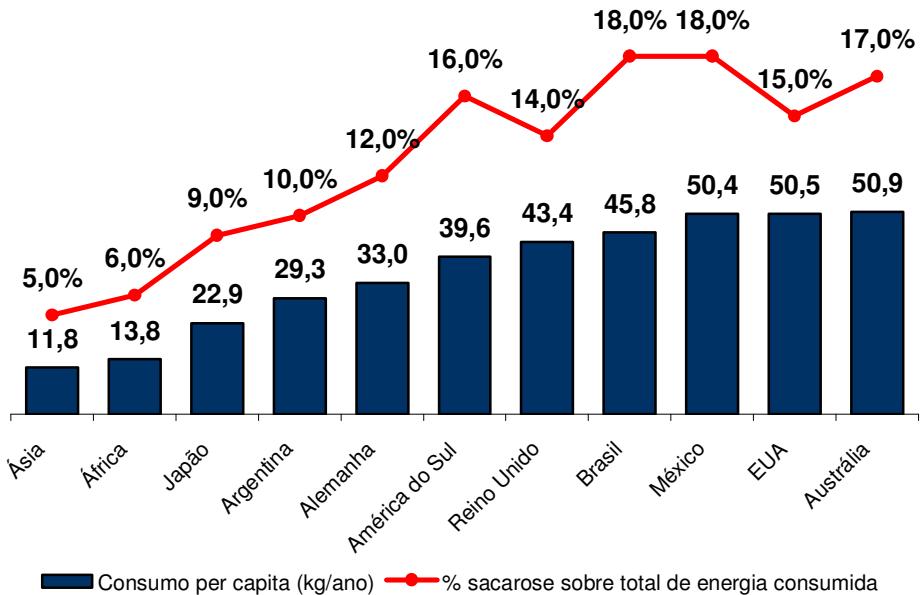


Gráfico 3-3: Consumo de açúcar per capita no mundo.

Fonte: Sugar and alcohol cluster in São Paulo, Brazil (Barreto, A. B. et al, 2003).

### 3.2.1 Histórico

O site da Unica possui uma retrospectiva histórica interessante, relatada nesta seção.

A origem da cana-de-açúcar é incerta, com estudos indicando Polinésia ou Papua Nova Guiné, entretanto a origem asiática é consensual.

O primeiro processo de produção de açúcar foi registrado em documento religioso hindu por volta de 300 d.C., consistindo no esmagamento e fervura da cana. O açúcar foi produzido inicialmente na China e Índia, expandindo lentamente para o oeste. Na época o açúcar era considerado produto de luxo, sendo vendido por altas somas. Por volta de 500 d.C., a produção chegou à Pérsia e cerca de cem anos depois, foi adotada por seus invasores, os muçulmanos, chegando ao Mediterrâneo. A expansão prosseguiu pelo Egito, litoral sul do Mediterrâneo, costa

atlântica africana, chegando ao ocidente europeu somente por volta do século XI. O produto permaneceu com preço muito elevado, sendo que em 1319 o quilo do açúcar custava o equivalente a US\$ 100 em valores atuais, levando os países do ocidente europeu a introduzir o cultivo em suas colônias.

Portugal foi pioneiro, iniciando sua expansão em 1425 na Ilha da Madeira, seguindo para as Canárias (1480), Cabo Verde (1490) e Açores. No Novo Mundo, o açúcar foi introduzido por Cristóvão Colombo, em 1493, na República Dominicana, na ilha de La Española, nas proximidades do povoado de La Isabela, ao norte, e no Haiti. Daí, a gramínea expandiu-se para Cuba (1516) e México (1520). O primeiro engenho do continente foi instalado em La Española, em 1516.

Expandindo a produção deste lucrativo produto, o rei de Portugal, D. Manuel, introduziu a produção de açúcar no Brasil, tendo sido levada na expedição de Martim Afonso de Souza, na era das Grandes Navegações. Adaptando-se bem ao clima quente e úmido e produzida com mão-de-obra escrava, a cana-de-açúcar foi a primeira atividade agrícola do país, e iniciou o primeiro ciclo econômico, o ciclo da cana-de-açúcar. A produção era concentrada principalmente no nordeste.

Em 1600 a produção de açúcar era o investimento mais lucrativo do mundo, tendo o Brasil como o maior produtor. A Espanha deu mais um passo, levando a produção à Cuba e a Inglaterra introduziu o cultivo na Jamaica.

Nos Países Baixos, Amsterdam se destacava como maior centro de negócios do açúcar no século XVII, inclusive pelo número elevado de refinarias, que passava de mil. Em 1580, com a incorporação do território português pela Espanha, constituindo a União Ibérica, foram cortadas as relações entre Holanda e Portugal, o que levou a primeira a invadir o Brasil em 1630, estabelecendo-se aí até 1654, quando foram expulsos e se transferiram para as Antilhas e América Central.

Em 1747, o químico alemão Andreas Marggraf desenvolveu a técnica de produção de açúcar a partir da beterraba, porém seu custo era muito superior ao da cana. A primeira fábrica de açúcar de beterraba foi construída em Kunern, na Alemanha, em 1801. Com o bloqueio continental estabelecido por Napoleão Bonaparte em 1806, que impediu a importação do açúcar dos países baixos, foi estimulado o desenvolvimento de novas técnicas para a extração de açúcar de beterraba, consolidando sua produção na Europa.

Em paralelo ao que ocorria na Europa, o desenvolvimento da cana prosseguiu, sendo introduzida na Louisiana, em 1751, no Havaí, em 1802, e na Austrália, em 1823. Foram também desenvolvidas novas técnicas, como o engenho a vapor na ilha de Itaparica (1815), os cilindros de ferro (1837) e o desenvolvimento da produção de papel a partir do bagaço, em 1838, na Martinica.

Aos poucos, com a grande expansão da oferta, o preço do açúcar foi caindo, tornando-se nutriente básico para a alimentação. Pelo baixo nível técnico, grande distância e concorrência com o açúcar europeu, a produção de açúcar entrou em crise no Brasil no século XIX, quando tornou-se o 5º maior produtor mundial, com apenas 8% da produção. Com a abolição da escravatura em 1888, que contribuiu para o investimento em desenvolvimento de técnicas de produção e o fim do ciclo do café em 1929, trouxe de volta a importância do cultivo.

### 3.2.2 Preço

De acordo com Vasconcellos, M. A. S. e Garcia, M. E. (2002), demanda inelástica ocorre quando uma variação percentual no preço de um produto provoca uma variação percentual relativamente menor nas quantidades demandadas.

A demanda do açúcar é então inelástica, ou seja, seu consumo varia pouco em função de mudanças em seu preço. Há alguns aspectos neste produto que o leva a ter tal característica:

Disponibilidade de bens substitutos: Quanto mais bens substitutos existirem para um bem, mais elástica se tornará sua demanda, visto que ao ocorrer um aumento de preço, os consumidores substituiriam o bem. No caso do açúcar, existe o adoçante, entretanto não é perfeitamente substituto e sua utilização é pouco expressiva.

Essencialidade do bem: Quanto mais essencial for o bem, mais inelástico será. O açúcar é um produto essencial.

Importância do bem, quanto a seu gasto, no orçamento do consumidor: quanto menor for a importância das despesas com o bem em relação ao orçamento do consumidor, menor será a sua elasticidade. Isto porque como o bem representa pequena parcela dos gastos, variações no preço não teriam um impacto muito forte em seu orçamento. Os gastos com açúcar, cujo preço está em torno de R\$ 1,50 por quilo, podem ser considerados de pouca importância no orçamento dos consumidores.

A demanda do açúcar é influenciada pelo crescimento populacional e também pelos movimentos das indústrias que o utilizam como matéria prima, através do lançamento de novos produtos.

De acordo com o Wikipedia, uma *Commodity* é um produto largamente homogêneo. No meio financeiro, isto significa bens que, por serem “iguais”, podem ser comercializados internacionalmente, resultando em uma homogenização dos preços. O açúcar é considerado uma *Commodity*. Seu preço é então determinado pelo mercado internacional.

### **3.2.3 Produção no Brasil**

Em sua última safra (2005/06), o Brasil produziu 26 milhões de toneladas de açúcar. Deste total, a maior parte veio da região centro-sul, com 22 milhões, ou 85% do total. O estado com a maior produção é o estado de São Paulo, com 16 milhões de toneladas, ou 65% do total, bem acima dos demais.

De acordo com a consultoria Datagro (2006), a produção de açúcar no país atingirá 29,2 milhões de toneladas na safra 2006/07, cerca de 12,3% maior sobre 2005/06.

Segue abaixo a Tabela 3-3, com a distribuição da produção de açúcar por estado brasileiro, das safras de 2000/01 a 2005/06:

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	% Total 05/06
Amazonas	0	14.188	16.214	17.455	17.170	14.151	0,1%
Pará	11.905	0	0	0	0	0	0,0%
Maranhão	10.238	12.406	3.149	11.118	11.881	11.619	0,0%
Piauí	0	0	0	0	3.431	7	0,0%
Ceará	5.350	6.220	6.260	5.887	6.225	2.076	0,0%
Rio Grande do Norte	134.790	116.952	165.815	173.616	233.847	175.340	0,7%
Paraíba	74.231	114.539	142.865	168.151	165.945	115.843	0,4%
Pernambuco	1.099.342	1.104.199	1.230.998	1.392.567	1.464.335	1.215.389	4,7%
Alagoas	2.059.420	1.678.235	1.994.142	2.495.535	2.388.716	2.103.943	8,1%
Sergipe	71.818	55.662	68.651	68.882	74.491	65.060	0,3%
Bahia	145.670	143.448	161.111	172.105	170.048	117.485	0,5%
Norte-Nordeste	3.612.764	3.245.849	3.789.205	4.505.316	4.536.089	3.820.913	14,8%
Minas Gerais	619.544	747.053	1.093.233	1.346.598	1.664.693	1.741.649	6,7%
Espírito Santo	45.474	22.953	58.635	54.405	56.006	48.260	0,2%
Rio de Janeiro	307.698	218.592	312.423	331.747	347.084	286.203	1,1%
São Paulo	9.675.481	12.350.253	14.347.908	15.171.854	16.516.346	16.762.358	64,9%
Paraná	989.139	1.351.249	1.468.921	1.865.409	1.814.018	1.503.421	5,8%
Mato Grosso	369.530	448.354	546.153	579.401	566.728	520.989	2,0%
Mato Grosso do Sul	231.635	327.865	373.715	402.878	411.912	400.857	1,6%
Goiás	397.440	505.843	577.067	668.185	729.760	749.836	2,9%
Centro-sul	12.635.941	15.972.162	18.778.055	20.420.477	22.106.547	22.013.573	85,2%
<b>Brasil</b>	<b>16.248.705</b>	<b>19.218.011</b>	<b>22.567.260</b>	<b>24.925.793</b>	<b>26.642.636</b>	<b>25.834.486</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 3-3: Produção de açúcar por estado brasileiro.

Fonte: adaptado da Unica.

### 3.2.4 Produção no Mundo

O açúcar produzido a partir da cana é seguramente o mais competitivo, quando comparado com o da beterraba, europeu, e o proveniente da frutose do milho, americano. De acordo com Barreto, A. B. et al (2003), 120 países produzem açúcar, sendo que 70% de toda a produção é proveniente da cana-de-açúcar.

De acordo com o USDA, o Brasil é o maior produtor mundial de açúcar, com cerca de 30 milhões de toneladas na safra de 2005/2006, sendo também o maior exportador, com cerca de 19 milhões de toneladas. O maior consumo é o da Índia, com 20 milhões de toneladas. Segue o Gráfico 3-3, com dados do comércio internacional de açúcar:

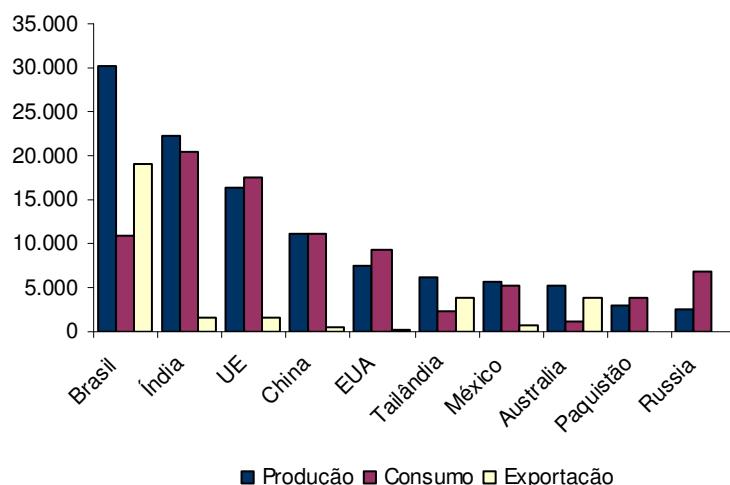


Gráfico 3.3: Comércio internacional de açúcar na safra de 2005/06.

Fonte: USDA.

De acordo com a Unica, a maior parte das exportações brasileiras vai para a Rússia, como pode ser verificado na Tabela 3-4, com dados de 2005:

Ranking	País	Toneladas	% do Total
1	Rússia	3.977.990	21,9%
2	Índia	1.291.562	7,1%
3	Nigéria	1.238.333	6,8%
4	Emir. Árabes Unidos	1.037.615	5,7%
5	Marrocos	864.703	4,8%
6	Arábia Saudita	844.399	4,7%
7	Egito	757.931	4,2%
8	Argélia	647.035	3,6%
9	Paquistão	607.575	3,3%
10	Canadá	600.642	3,3%
	Outros	6.275.035	34,6%
	<b>Total</b>	<b>18.142.820</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 3-4: Destino das exportações brasileiras de açúcar.

Fonte: Unica.

O mercado mundial de açúcar ainda é muito fechado, com práticas protecionistas em diversos países, o que prejudica o Brasil.

### 3.3 Álcool

O álcool é usado principalmente na forma de combustível veicular, onde para carros movidos exclusivamente a essa fonte é utilizado o álcool hidratado (com 4% de água), enquanto o anidro (puro) é misturado à gasolina.

O álcool referido é o etílico. O álcool etílico, também conhecido como etanol, é composto por dois átomos de carbono, cinco átomos de hidrogênio e uma hidroxila ( $C_2H_5OH$ ), sendo obtido no Brasil pelo processo de fermentação do caldo de cana-de-açúcar. Ele é utilizado como combustível nos motores de ciclo Otto, especificamente no setor de transporte rodoviário. Segue abaixo a Figura 3-1, com ilustração da molécula do etanol:

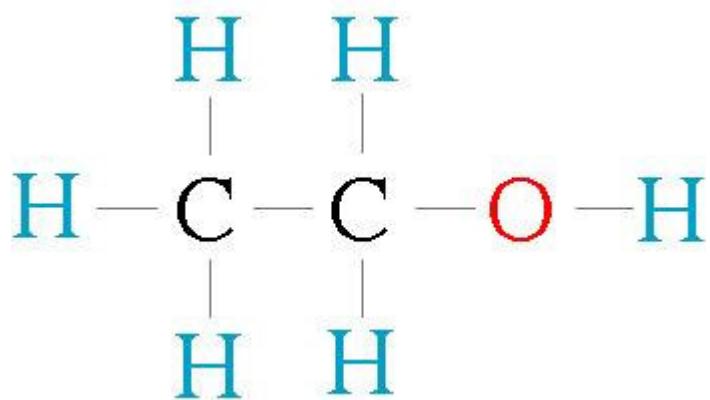


Figura 3-1: Estrutura molecular do etanol.

O álcool é também utilizado de forma intensiva na indústria de bebidas, nos setores químico, farmacêutico e de limpeza (álcool hidratado).

#### 3.3.1 Histórico

Foi retratada aqui uma retrospectiva histórica do álcool no Brasil, obtida do site da Unica.

O álcool no Brasil ganhou importância na década de 70, como fonte energética alternativa, em meio à crise do petróleo e a consequente disparada de seu preço no mercado internacional.

No final de 1975 foi criado o Proálcool, dividido em três fases: A primeira relaciona-se a adição do álcool anidro à gasolina. Foram estabelecidos preços remuneradores ao álcool, linhas de crédito para incentivar investimentos e garantia de compra pela Petrobrás. A segunda fase relaciona-se a produção de álcool hidratado para uso direto em veículos, o que exigiu a adaptação dos veículos. A terceira fase constituiu-se no auge da produção de álcool, seguido pela redução dos preços do petróleo e a consequente redução dos veículos movidos a álcool.

Durante a década de 90, a falta de incentivos reduziu drasticamente a produção de carros a álcool. De acordo com a Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), em 1985, 96% dos carros produzidos eram movidos a álcool, enquanto que em 1998 este percentual caiu para 0,1%. A partir de 2000, a produção de carros a álcool voltou a crescer, sem, no entanto, atingir um volume expressivo. Em março de 2003 foram lançados os veículos bicombustíveis (ou flex-fuel), que funcionam com mistura em qualquer proporção da gasolina e do álcool, que vem crescendo rapidamente sua participação no mercado. Em 2005, as vendas internas de veículos movidos a álcool e bicombustíveis representaram 56% do total, ainda de acordo com a Anfavea. Algumas montadoras já anunciaram seus planos de produção exclusiva de carros bicombustíveis.

A evolução das vendas de veículos no Brasil pode ser observada no Gráfico 3-4, abaixo:

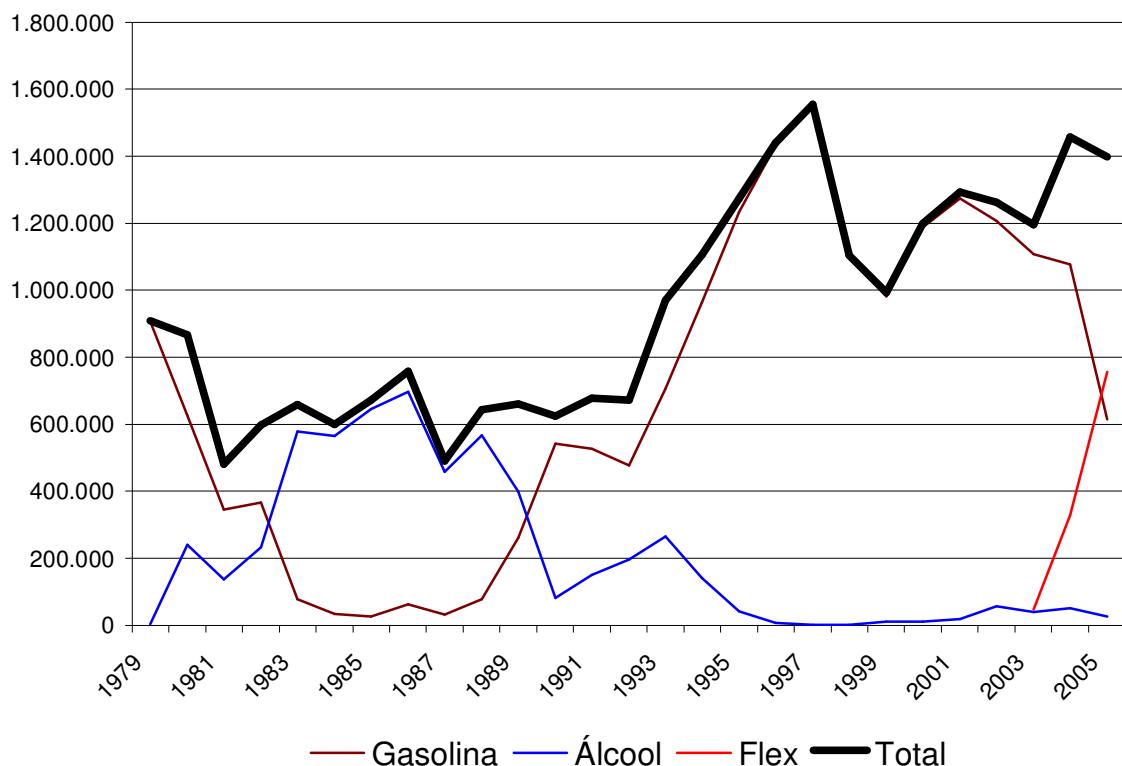


Gráfico 3-4: Vendas de automóveis por tipo de combustível.

Fonte: Anfavea, Única.

Em 2002 surgiu uma prática chamada “rabo de galo” onde motoristas, devido ao preço mais baixo do álcool em relação ao da gasolina, misturavam o primeiro ao segundo para utilização em carros a gasolina. Esta prática não é recomendada, pois danifica os motores.

Outra prática não convencional foi a da mistura de água ao álcool anidro, para transformá-lo em álcool hidratado. Esta prática ilegal foi motivada por sonegação fiscal e causava prejuízos aos veículos. Isto levou a Agência Nacional do Petróleo (ANP) a determinar a obrigatoriedade da adição de corante laranja ao álcool anidro na tentativa de eliminar tal prática.

### 3.3.2 Preços

Dada a flexibilidade da produção entre álcool e açúcar, seus preços apresentam forte correlação, como pode ser notado no Gráfico 3-5 abaixo, com preços médios pagos ao produtor no estado de São Paulo:

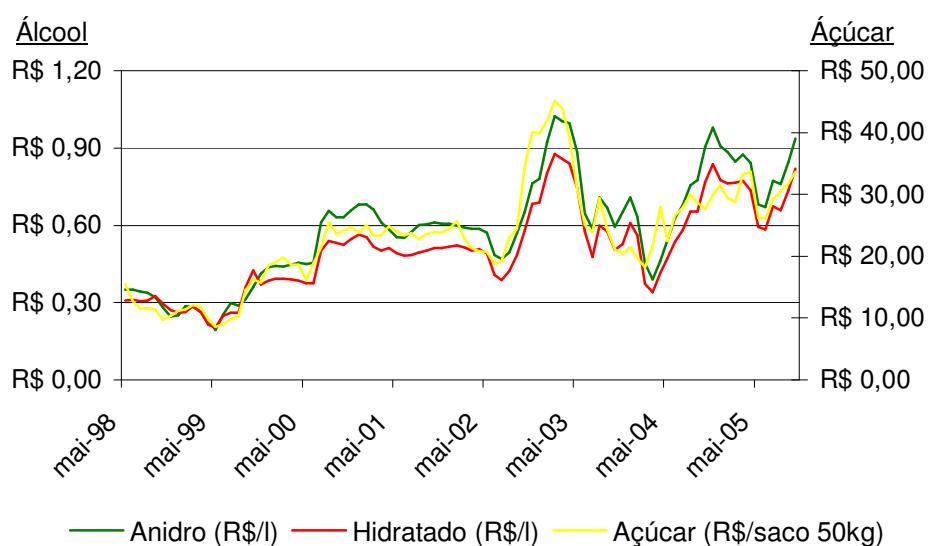


Gráfico 3-5: Preço do álcool e açúcar ao produtor.

Fonte: Esalq, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea).

O governo intervém no mercado, alterando o percentual de mistura do álcool anidro à gasolina (entre 20% e 25%), para controlar os preços.

Apesar do grande sucesso de vendas dos veículos com motores tipo flex, o consumo de combustível se manteve estável nos últimos anos. Deve-se lembrar que apesar da forte mudança no perfil de venda de veículos, a perfil da frota, com elevada idade média, leva mais tempo para ser alterado.

A evolução das vendas de combustíveis pode ser verificada no Gráfico 3-6, abaixo:

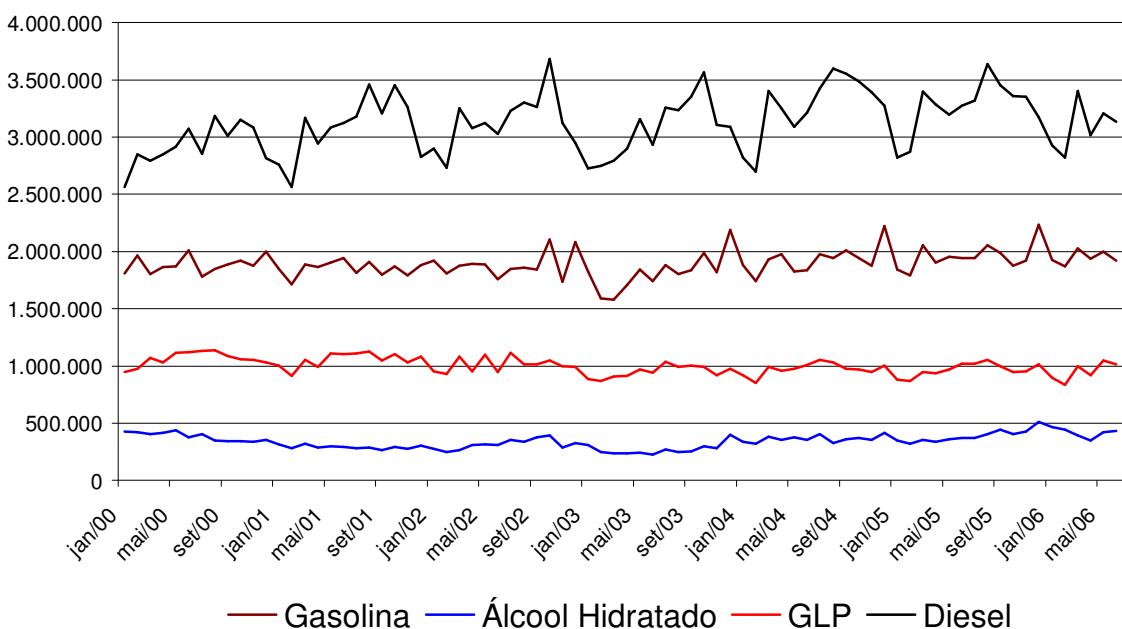


Gráfico 3-6: Vendas de combustíveis.

Fonte: ANP.

De acordo com matéria publicada no Sugarcane Newspaper (2006), devido à maior eficiência energética da gasolina em relação ao álcool usado como combustível veicular, para ser viável, o último deve custar até 70% do preço do primeiro. Segue abaixo o Gráfico 3-7, mostrando quando cada combustível se torna mais atraente.

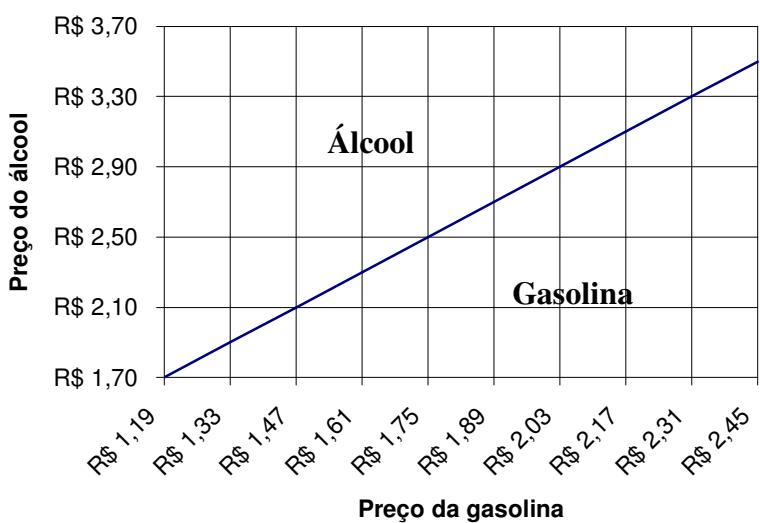


Gráfico 3-7: Equivalência de custo álcool x gasolina.

### 3.3.3 Álcool no Brasil

No Brasil, segundo dados da safra de 2005/06 obtidos da Unica, São Paulo responde por mais de 62% da produção, seguido por Paraná (6,5%) e Minas Gerais (6,1%). A produção de álcool por estado brasileiro pode ser conferida na Tabela 3-5, que segue abaixo:

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	% Total 05/06
Amazonas	3.854	2.666	3.889	4.375	4.671	6.009	0,0%
Pará	31.273	24.993	26.426	35.012	48.405	42.725	0,3%
Tocantins	0	0	0	0	0	4.218	0,0%
Maranhão	46.944	75.097	83.579	89.865	95.905	138.848	0,9%
Piauí	16.624	18.676	22.831	22.373	19.453	35.083	0,2%
Ceará	783	1.186	976	317	153	1.022	0,0%
Rio Grande do Norte	93.809	79.865	99.015	94.870	89.463	73.649	0,5%
Paraíba	218.322	226.606	240.367	277.763	337.947	267.578	1,7%
Pernambuco	297.324	261.933	306.974	378.261	414.843	328.059	2,1%
Alagoas	712.634	562.286	567.868	725.516	687.165	546.046	3,4%
Sergipe	58.620	52.024	61.325	62.066	64.285	47.940	0,3%
Bahia	48.484	54.412	57.891	49.650	63.023	103.275	0,6%
<b>Norte-Nordeste</b>	<b>1.528.671</b>	<b>1.359.744</b>	<b>1.471.141</b>	<b>1.740.068</b>	<b>1.825.313</b>	<b>1.594.452</b>	<b>10,0%</b>
Minas Gerais	485.063	524.441	635.816	799.252	803.575	966.122	6,1%
Espírito Santo	150.663	131.020	202.559	183.959	237.774	257.488	1,6%
Rio de Janeiro	92.596	64.792	109.042	107.934	162.874	135.536	0,9%
São Paulo	6.439.113	7.134.529	7.690.689	8.828.353	9.103.940	9.951.710	62,4%
Paraná	799.364	960.270	980.472	1.224.010	1.209.668	1.042.646	6,5%
Rio Grande do Sul	0	5.306	6.411	6.045	4.823	3.338	0,0%
Mato Grosso	464.357	580.127	653.919	792.169	814.667	770.585	4,8%
Mato Grosso do Sul	314.777	396.521	418.052	480.571	533.580	495.591	3,1%
Goiás	318.431	379.284	455.124	646.344	716.937	718.414	4,5%
<b>Centro-sul</b>	<b>9.064.364</b>	<b>10.176.290</b>	<b>11.152.084</b>	<b>13.068.637</b>	<b>13.587.838</b>	<b>14.341.430</b>	<b>90,0%</b>
<b>Brasil</b>	<b>10.593.035</b>	<b>11.536.034</b>	<b>12.623.225</b>	<b>14.808.705</b>	<b>15.413.151</b>	<b>15.935.882</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 3-5: Produção de álcool por estado brasileiro.

Fonte: Única.

De acordo com a Unica (2006), existem cerca de 3 milhões de veículos movidos a álcool (hidratado) no Brasil, de uma frota total de 17 milhões de veículos.

### 3.3.4 Biodiesel

Conforme descrito no inciso XXV do artigo 6º da Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 o biodiesel é um “(...) biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (...”).

O biodiesel apresenta-se como outra fonte alternativa de energia. Ele é produzido a partir do óleo vegetal (soja ou mamona, por exemplo), um álcool e um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio).

A Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 estabelece a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira, e fixa em 5% o volume mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel. Definiu-se o prazo de oito anos após a publicação dessa Lei para que entre em vigor e um prazo de três anos para que haja ao menos um volume mínimo de 2% de biodiesel no óleo diesel. Isso significa que tais imposições vigorarão a partir de 13 de janeiro de 2008 e 13 de janeiro de 2013, respectivamente.

De acordo com a ANP, com base em dados de março de 2006, no Brasil são consumidos cerca de 38 bilhões de litros de óleo diesel por ano, sendo a Região Sudeste responsável por mais de 40% desse consumo.

De acordo com Marques (2006), o álcool utilizado na produção do biodiesel pode ser o metanol ou o etanol. O primeiro apresenta custo de aquisição inferior e reação mais eficiente. Entretanto, devido à forte produção de etanol no Brasil, este acaba apresentando vantagens econômicas, além das ambientais. Para cada 1.000 litros de biodiesel, são necessários 130 kg de álcool etílico, ou etanol. A densidade do etanol é de 0,7894 kg/l. Dados quanto ao processo de produção do etanol podem ser conferidos na Tabela 3-6, que segue abaixo:

Quantidades e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rotas de Processo	
	Metílica	Etílica
Quantidade consumida de álcool por 1.000 litros de biodiesel	90 kg	130 kg
Excesso recomendável de álcool, recuperável, por destilação	1	7
Temperatura recomendada de reação	60°C	85°C
Tempo de reação	45 minutos	90 minutos
Fonte produtiva primária	Petróleo	Biomassa
Preço médio do álcool, US\$/kg	190	360

Tabela 3-6: Processo de Produção de biodiesel.

Fonte: Marques (2006).

Se a lei já estivesse em vigor, para os 38 bilhões de litros de óleo diesel consumidos anualmente seriam necessários 1 bilhão de litros de biodiesel, o qual demandaria cerca de 313 milhões de litros de etanol.

### 3.3.5 Álcool no Mundo

Há 3 diferentes meios para a produção de álcool:

- Biomassa: cana-de-açúcar, milho, beterraba, sorgo sacarino, entre outros (Brasil, EUA, Europa).
- Petroquímica: através do eteno (Arábia Saudita).
- Química: carvão mineral (África do Sul).

O consumo mundial do álcool vem aumentando rapidamente. Os fatos incentivadores são as vantagens ambientais e a redução da dependência do petróleo. Os governos de diversos países vêm também induzindo o consumo, através de incentivos ou mesmo imposição de leis. De acordo com a F.O. Licht, em 2005 a produção mundial de álcool chegou a 46 bilhões de litros. Brasil e EUA são responsáveis por 70% da oferta global.

A produção de álcool vem crescendo rapidamente, sendo puxada principalmente pelos EUA. De acordo com a Lafis, a produção de álcool neste país foi de 10,1 bilhões de litros em 2003, com crescimento de 29% em relação ao ano anterior. Este crescimento é devido principalmente à substituição do uso do MTBE

(metil-tércio-butil-éter), altamente poluente, pelo etanol, como oxigenante da gasolina. Os EUA produzem o etanol a partir do milho.

De acordo com o UBS, a produção atual de álcool no mundo é de 10 bilhões de galões por ano, 3% do consumo de gasolina (320 bilhões de galões) e chegará a 30 bilhões em 2020.

De acordo com a Lafis, o Brasil é o maior produtor mundial de álcool e exporta em torno de 10% da produção. De acordo com a consultoria Datagro, a produção de álcool deve ser de 16,73 bilhões de litros na safra 2006/07, cerca de 5,1% maior sobre 2005/06.

Assim como para a produção de açúcar, a produção do álcool a partir da cana é a mais competitiva. Com base em dados da Unica e do World Bank, a Lafis construiu uma tabela com o custo de produção do álcool por litro, de acordo com a matéria-prima:

País	Matéria-Prima	Álcool Anidro (US\$/l)
Brasil	Centro-Sul	0,15
	Nordeste	0,18
EUA	Milho	0,33
Europa	Beterraba	0,35

Tabela 3-7: Custo de produção de álcool por matéria-prima e país.

Fonte: Lafis (2006).

De acordo com a Unica, em 2005 o Brasil exportou cerca de 2,6 bilhões de litros, ou 16% da produção. Os principais destinos foram a Índia, com 15,9% e o Japão, com 12,2% do total exportado. Os destinos das exportações brasileiras de álcool podem ser conferidos na Tabela 3-8, abaixo:

Ranking	País	Volume (Litros)	% do Total
1	Índia	414.189.094	15,9%
2	Japão	317.859.454	12,2%
3	Países Baixos	264.366.790	10,2%
4	Estados Unidos	260.572.725	10,0%
5	Suécia	245.085.053	9,4%
6	Coréia do Sul	218.460.589	8,4%
7	El Salvador	149.473.714	5,8%
8	Jamaica	134.753.658	5,2%
9	Nigéria	119.595.248	4,6%
10	México	100.984.693	3,9%
	Outros	373.169.753	14,4%
	<b>Total</b>	<b>2.598.510.768</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 3-8: Destino das exportações de álcool brasileiras em 2005.

Fonte: Unica.

#### 4 Mercado Sucroalcooleiro

O setor sucroalcooleiro vem atraindo a atenção mundial e diversas empresas estrangeiras já investem no Brasil. De acordo com matéria publicada no jornal Valor Econômico (agosto de 2006), as empresas estrangeiras já detêm cerca de 5% da produção de cana no país. O primeiro grupo a chegar foi o Louis Dreyfus, em 2000, seguido pelo Tereos (ex-Béghin-Say) no ano seguinte. Neste ano (2006) o grupo americano/argentino Adeco e a americana Cargill e o fundo Infinity Bio-Energy chegaram ao país.

Outros grupos também anunciaram intenção de realizar investimentos no setor, como o Bajaj Hindusthan, maior grupo de açúcar da Índia, que anunciou investimentos de US\$ 500 milhões no país.

De acordo com Barreto et al (2003), o setor sucroalcooleiro tem sido muito ativo em fusões e aquisições. As empresas são muito diferentes entre si, quer em aspectos de produção (produtos, tecnologia, verticalização), quer em gestão (familiar ou profissional). Este contraste entre empresas modernas com gestão eficiente e empresas mais antigas, com infra-estrutura precária e baixa produtividade favoreceram este processo.

De acordo com André Castello Branco, sócio da KPMG, em entrevista ao Sugarcane Newspaper (Agosto de 2006), ao menos 10 operações de fusão e aquisição já estão em andamento e devem superar o recorde de 11 em 2001.

De acordo com estimativas do Credit Suisse (2006), o setor apresenta-se bastante pulverizado, onde a maior empresa detém uma fatia do mercado de apenas 9,4%, enquanto que as 10 maiores empresas juntas possuem menos de 30%. O Gráfico 4-1, com as fatias de mercado das empresas (market share), ilustra este cenário:

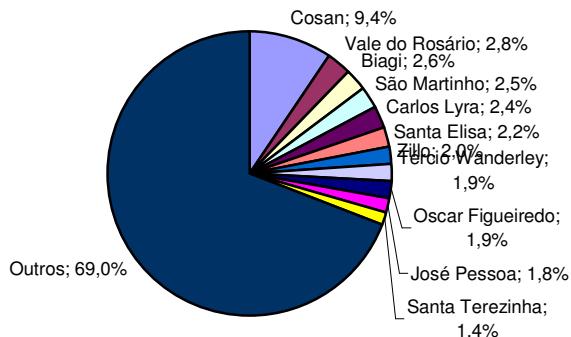


Gráfico 4-1: Market Share de empresas do setor sucroalcooleiro.

Fonte: Credit Suisse (Junho de 2006).

Até 1999, a distribuição de álcool era concentrada em 6 grandes distribuidoras (Petrobrás, Ipiranga, Shell, Esso, Texaco e Agip), enquanto que a produção distribuía-se em 300 produtores, que resultavam com baixo poder de negociação. Em meados de 1999, 170 usinas se associaram para formar a BBA Ltda., responsável pela comercialização do álcool para seus filiados, controlando 85% de todo o álcool produzido na região centro-sul do Brasil. Devido à falta de união entre os filiados, que agiam em interesse próprio causando volatilidade nos preços, e também ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), a BBA Ltda foi dissolvida.

Apesar desta associação não ter funcionado, os empresários entenderam a importância de se associar. Foram então criadas outras organizações com o mesmo fim, como a Copersucar (responsável pela venda de todo o açúcar de 32 empresas), Sociedade Corretora de Álcool (SCA - 31 empresas, entre elas Cosan e Crystalsev), Bioagência (18 empresas, tendo o grupo João Lyra como um dos principais membros) e CPA Trading (com empresas no Paraná). Juntas, estas associações controlam aproximadamente 60% do álcool comercializado no país.

A Copersucar, além da comercialização, ainda se dedica a pesquisa e desenvolvimento, propaganda (marcas “União”, “Doçucar”, “Neve”, “Coperalcool Gel”) e infraestrutura (possui um terminal no porto de Santos).

## 5 Taxa Mínima de Atratividade

A taxa mínima de atratividade, ou custo de oportunidade para uma empresa, como explicado no item 2.1, é calculado através do WACC.

Os componentes do WACC são o custo de capital próprio e o custo da dívida. Primeiramente será realizado o cálculo do custo de capital próprio, e para isso, o  $\beta$  para usinas de açúcar e álcool.

O Beta utilizado será a mediana dos Betas de empresas do setor. Foram selecionadas empresas de açúcar e álcool no mundo todo, com a condição de terem ações negociadas em bolsa. A mediana é mais adequada que a média, pois valores extremos podem distorcer a última.

Os retornos utilizados na fórmula serão os retornos mensais das ações das empresas e os retornos dos índices de suas respectivas bolsas. Cada beta foi calculado com dados históricos de 5 anos, até o último dia de cada mês de 2006. Calculou-se, em seguida, a mediana de todos estes betas obtidos para o ano. Os dados foram utilizados até Agosto de 2006.

No Brasil, apesar da importância do setor, apenas uma empresa atende a tal condição, a Cosan. Entretanto sua abertura de capital foi muito recente, não possuindo 5 anos de histórico, o que impossibilitou sua inclusão no cálculo. A

Tabela 5-1 mostra as empresas escolhidas e os valores utilizados para o cálculo do Beta:

Empresa	País	Índice	β alavancado	D/VM	Taxa de Imposto	β desalavancado
Agrana	Austria	ATX	0,2	0,4	25,0%	0,13
Associated British Foods	Reino Unido	FTSE 100	0,5	0,1	30,0%	0,42
Danisco	Dinamarca	OMX	0,6	0,5	28,0%	0,43
Ebro Puleva	Espanha	MADX	0,5	0,5	35,0%	0,39
Greencore Group	Irlanda	ISEQ	0,5	0,7	12,5%	0,33
Illovo Sugar Limited	África do Sul	FTSE/JSE	0,7	0,2	36,9%	0,63
Suedzucker	Alemanha	DAX	0,4	0,0	38,3%	0,37
Tate & Lyle	Reino Unido	FTSE 100	0,3	0,4	30,0%	0,27
Tongaat-Hulett Group	África do Sul	FTSE/JSE	0,7	0,0	36,9%	0,66
Archer Daniels Midland	EUA	S&P 500	0,9	0,2	40,0%	0,79
Abengoa	Espanha	MADX	1,0	0,8	35,0%	0,69
						Média
						0,62
						Mediana
						0,53

Tabela 5-1: Cálculo do Beta.

Fonte: Bloomberg.

O valor obtido para o beta desalavancado foi de 0,53.

Para alavancar novamente o beta, estima-se uma estrutura de capital com 50% de dívida, que pode ser considerada adequada para empresas do setor. Com a taxa de impostos brasileiras, o beta resulta em 0,7.

Para a taxa livre de risco, foi utilizada a média geométrica do retorno dos *Treasury bonds*, títulos do governo americano, de 1995 a 2005. O valor, calculado por Damodaran, é de 7,87%. O Retorno do mercado foi calculado de maneira análoga, utilizando-se o retorno do índice S&P 500 (índice calculado pela instituição financeira americana Standard & Poors, que representa o retorno do mercado acionário americano). O valor obtido foi de 13,02%. O prêmio de risco, resultado da diferença entre o retorno das ações e da taxa livre de risco, é de 5,15%.

Deve-se ainda adicionar um prêmio de risco para o Brasil. Foi utilizado o índice EMBI-Brazil, calculado pelo banco JP Morgan. Este índice calcula a média do prêmio de risco de títulos do governo brasileiro negociados no exterior em relação a títulos do governo americano. A média deste índice para 2006, desde o início deste ano até 23/08/2006, foi de 244 pontos, ou 2,44%. Adicionando-se este valor à taxa livre de risco obtida, obtém-se a taxa de 10,3% para a taxa livre de risco para o Brasil, em dólares. Utilizando-se o beta obtido de 0,53 e o prêmio de risco de mercado, obtém-se 13,9% para o custo de capital próprio ( $k_{cp}$ ) em dólares, ou 15,6% em reais.

Para o custo da dívida, analisando-se o retorno de títulos de dívida corporativos de empresas com boa qualidade de crédito, um adicional (*spread*) de 2% à taxa livre de risco no Brasil é considerado adequado. Obtém-se o valor de 12,3% (em dólares). Convertido para reais, conforme explicado no item 2, resulta 14,0%.

Aplicando-se as fórmulas aos valores obtidos, obtém-se um WACC em reais de 12,4%. Deve-se notar, entretanto, que este é um valor nominal. Como a análise utilizará valores reais, este valor deve ser deflacionado, resultando num WACC de 8,1%. Este será o valor utilizado como taxa mínima de atratividade, ou custo de oportunidade.

As estimativas para a inflação de longo prazo, de 4,0% para o Brasil e 2,5% para os EUA, foram obtidas junto a instituição onde foi realizado este estudo.

#### Weighted Average Cost of Capital - WACC

**2006**

Taxa livre de risco (EUA)	7,87%
<u>Prêmio de risco (Brasil)</u>	<u>2,44%</u>
Taxa livre de risco - $r_f$ (Brasil -US\$)	10,3%
Beta desalavancado	0,53
Dívida/ Valor de Mercado (D / $V_m$ )	0,50
Beta Alavancado	0,70
Prêmio de risco de mercado ( $r_m - r_f$ )	5,15%
<u>Custo de capital próprio <math>k_{cp}</math> (US\$)</u>	<u>13,9%</u>
<u>Custo de capital próprio <math>k_{cp}</math> (R\$)</u>	<u>15,6%</u>
Custo da dívida - $r_d$ (US\$)	12,3%
Custo da dívida - $r_d$ (R\$)	14,0%
<u>Taxa de imposto - <math>t</math></u>	<u>34,0%</u>
<u>Custo da Dívida (R\$ - depois do imposto)</u>	<u>9,2%</u>
Endividamento - D/(D+ $V_m$ )	50%
$V_m/(D+V_m)$	50%
<b>WACC (Nominal - R\$)</b>	<b>12,4%</b>
Inflação - EUA	2,5%
Inflação - Brasil	4,0%
<b>WACC (Real - R\$)</b>	<b>8,1%</b>

Tabela 5-2: Cálculo do WACC.

## 6 Mecanização

A mecanização do corte das lavouras de cana-de-açúcar é um tema complexo. De um lado está a grande produtividade das colhedoras, onde cada máquina equivale ao trabalho de mais de 80 homens. Do outro está a grande massa de trabalhadores, que perderiam o emprego. Há ainda os usineiros que reclamam do alto investimento necessário.

### 6.1 Processo

A colheita da cana dura cerca de 150 dias. Na colheita manual, são necessários funcionários, que cortam a cana com facões; carretas, para transportar a cana; transportadoras, para colocar a cana nas carretas e tratores, para carregar as carretas. Na colheita mecanizada, também são necessários funcionários, para operar as máquinas; colhedoras, que colhem a cana, carretas e tratores, para transportar a cana.

Entre as vantagens da colheita mecanizada, está a eliminação da prática de queimadas, extremamente agressiva ao meio ambiente. Esta prática é indispesável na colheita manual, pois torna o rendimento do trabalhador mais de 2 vezes maior.

Outra vantagem da utilização de colhedoras é a possibilidade do aproveitamento da palha da cana, que é desperdiçada na colheita manual devido às queimadas. A palha da cana pode ser aproveitada para diversos usos, podendo ser deixada no solo para protegê-lo contra erosão e funcionando como herbicida, combustível para geração de energia elétrica ou aproveitamento na produção de álcool, como já descrito neste trabalho.

Apesar de todas estas vantagens, a colheita mecanizada é inviável em terrenos com mais de 12% de inclinação, devido a incapacidade do funcionamento

das colhedoras neste tipo de relevo. São necessárias também reformas nas usinas, para adaptá-las ao novo método de colheita, de elevado custo. Entretanto, tais custos não serão considerados neste estudo, pois não se aplicariam no caso de empreendimentos iniciais.

Outro aspecto a ser considerado é o social. Enquanto um cortador consegue cortar cerca de 10 toneladas de cana por dia, uma colhedora corta aproximadamente 860, ou seja, o equivalente a cerca de 86 funcionários. A expansão da mecanização gera um alto desemprego. De acordo com reportagem da revista IDEA News (março de 2006), 250 mil cortadores serão contratados para a safra de 2006/07. O rendimento diário dos trabalhadores, medido em toneladas de cana cortada, e o absenteísmo desde a safra de 1998/99 até a de 2004/05 podem ser conferidos no Gráfico 6-1, que segue abaixo:

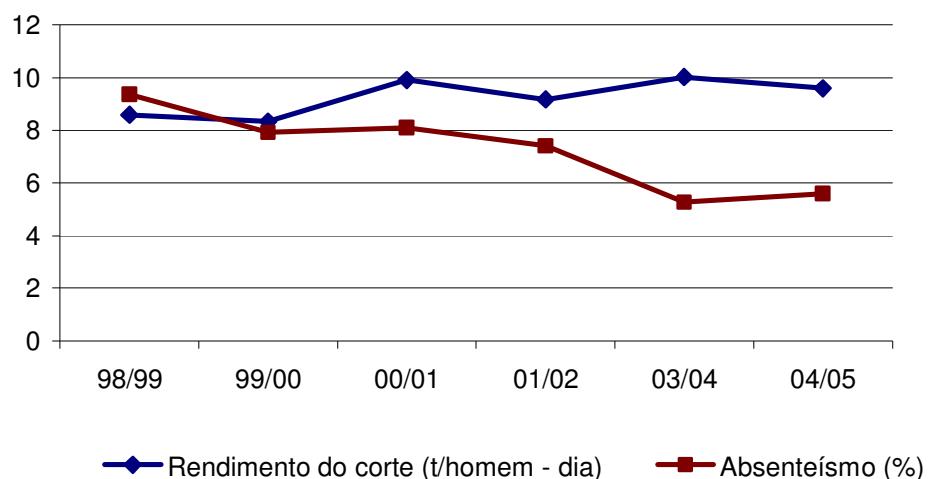


Gráfico 6-1: Rendimento de cortadores de cana.

Fonte: Idea News (Março de 2006)<sup>1</sup>.

Apesar deste grande risco de desemprego, não é esta a situação atual nas lavouras. Com a rápida expansão do setor, as empresas estão tendo dificuldade em encontrar funcionários para realizar o serviço. De acordo com reportagem publicada na revista IDEA News (março de 2006), em dezembro de 2005, o Grupo Cosan lançou um programa de contratação de cortadores de cana em Piracicaba, cidade no estado de São Paulo com 360.762 habitantes. O objetivo era contratar mil

<sup>1</sup> Dados para a safra de 2002/03 não estão disponíveis.

cortadores para a safra de 2006, homens e mulheres, com idade a partir de 18 anos. Não era exigida escolaridade mínima, nem experiência era necessário (pois treinamento seria providenciado). Oferecia-se salário mínimo de R\$ 500, registro na carteira de trabalho, cesta básica alimentar, seguro de vida em grupo, atendimento médico e odontológico ambulatorial, além de diversos outros benefícios, incluindo os direitos trabalhistas (FGTS, INSS, 13º salário, férias etc). Apenas 80 pessoas se candidataram. O trabalho é mal visto pela sociedade por exigir grande esforço físico e apresentar difíceis condições. A imprensa também divulga uma má imagem do trabalho, relatando mortes por esforço físico e muitos acidentes de trabalho.

De acordo com a mesma fonte, cerca de 30% da cana colhida na safra de 2004/05 foi realizada através do processo mecanizado. O Gráfico 6-2 mostra a evolução da colheita mecanizada ao longo dos anos:

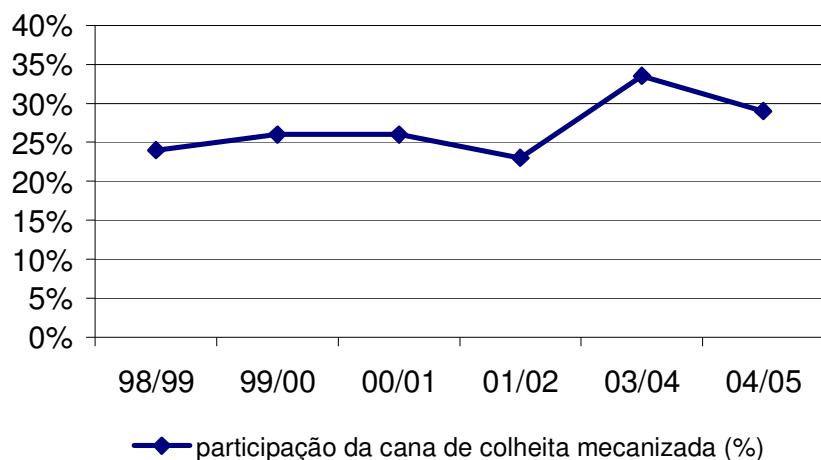


Gráfico 6-2: Participação da cana de colheita mecanizada ao longo do tempo.

Fonte: IDEA News (Março de 2006)<sup>2</sup>.

A venda de colhedoras vem crescendo rapidamente. Ainda de acordo com reportagem publicada na revista IDEA News (março de 2006), em 2003 foram vendidas apenas 36, quantidade que aumentou para 58 e 140 em 2004 e 2005 respectivamente. Os fabricantes esperam um aumento de 15% para 2006. Segue Gráfico 6-3 ilustrando esses números:

<sup>2</sup> Dados para a safra de 2002/03 não estão disponíveis.

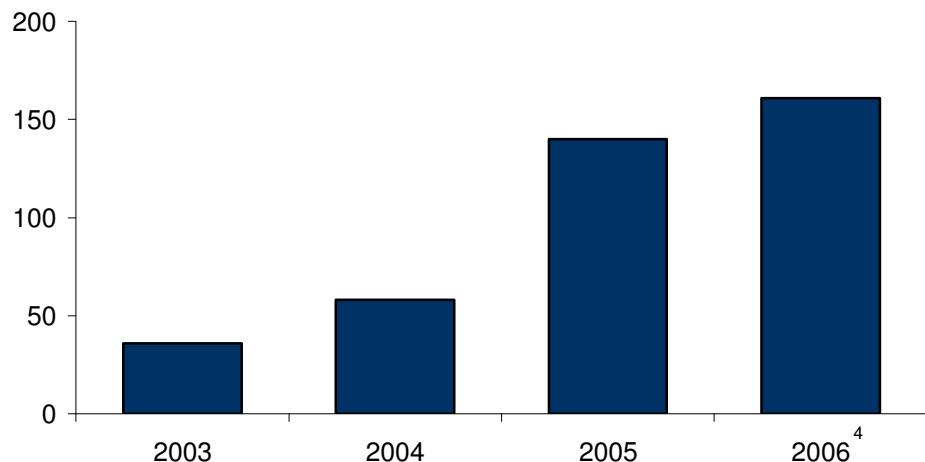


Gráfico 6-3: Vendas de Colhedoras.

Entre as fabricantes, a Case IH é a líder de vendas, com 91 máquinas em 2005, seguida pela Cameco, com 46 e Santal, com 3.

Quanto ao aspecto econômico, sabe-se que a implementação é cara, porém sua viabilidade é ainda incerta, fato que será o foco de análise deste estudo.

## 6.2 Pesquisa

Para a realização deste trabalho, foi necessário estimar os custos de cada método e compará-los. Como pôde ser verificado no item anterior, a diferença entre os dois processos é a quantidade de funcionários e a utilização da colhedora na mecanizada, pois os outros equipamentos são comuns aos dois (tratores e carretas para transporte da cana, desconsiderando-se custos com facões e outros utensílios por serem relativamente baixos).

Para estimar estes custos, foi realizada uma pesquisa com vendedores de equipamentos agrícolas (colhedoras e transportadoras) e representantes da área

---

<sup>3</sup> Previsão.

técnica por e-mail e telefone. As máquinas analisadas são das empresas: John Deere, Case IH e Santal. Segue abaixo a Tabela 5-2, com os dados levantados:

Contato	Fabricante	Modelo	Capacidade	Funcionários	Combustível	Preço	Manutenção	Vida útil
Gerson	John Deere	3510	50 ton/h ou 100.000 ton/safra	2 turnos de 10h, com 2 operadores.	40l/h	R\$ 860.000	R\$ 60.000 /ano	7 safras
Márcia Frederico Defilippi	Santal	Tandem (200 dias)	100.000 ton/safra	3 turnos, 1 operador cada, 18/20 hs efetivas	36l/h	R\$ 700.000	6-8%/ano	8 anos
Richardson	IH	7000	190.000 ton/safra 800 ton/dia ou 120.000 ton/safra	4 operadores	150.000 l/safra 40l/h ou 0,8-1l/ton	R\$ 900.000		
				2 turnos de 10h		R\$ 800.000	R\$ 80.000/ano	7-10 anos

Tabela 6-1: Dados da Pesquisa.

Segue foto da colhedora da empresa Case IH em operação:



Figura 6-1: Colhedora Case IH.

De acordo com os entrevistados, os dados variam muito de região para região. A duração e o período de colheita, a quantidade de horas de trabalho diárias, o tipo de terreno, velocidade de movimentação das colhedoras, cuidados com os equipamentos são apenas alguns dos fatores que causam tamanha variação. De acordo com Ripoli, T. C. et al. (1999), variações na velocidade das colhedoras influenciam na capacidade de colheita, bem como no nível de perdas. O ponto ótimo, entretanto, varia de acordo com a região, devido a variabilidade das condições dos campos e metodologias adotadas. Há ainda alguns campos para os quais foram fornecidos dados em diferentes medidas, como por exemplo capacidade, onde há valores em toneladas/safra, toneladas/hora e toneladas/dia, que quando convertidos para uma mesma medida, com dados de um mesmo

entrevistado, muitas vezes apresentam valores divergentes. Portanto, utilizando-se da experiência obtida nas conversas e através de profundo estudo sobre o setor e também o bom senso, foi realizada uma análise qualitativa dos dados.

A duração da colheita foi convencionada em 150 dias contínuos, com as colhedoras funcionando 20 horas por dia.

Cada empresa possui de um a dois modelos. A diferença entre eles é a utilização de esteiras ou pneus, não influindo nos valores referentes a custo e produtividade. Portanto, foram analisados apenas 1 modelo de cada empresa. As máquinas dos diferentes fabricantes também apresentaram desempenho consideravelmente próximo, sendo então desconsideradas as marcas, permitindo a análise dos dados como se fossem provenientes de um mesmo produto.

Segue abaixo a Tabela 6-2, com o resultado da análise, com valores por safra.

Capacidade (toneladas)	Funcionários	Combustível (l)	Preço	Manutenção	Vida útil
130.000	2	120.000	R\$ 800.000,00	R\$ 60.000,00	8

Tabela 6.2: Premissas adotadas.

### 6.3 Análise Econômica

De acordo com Torres (2006), a análise por VUL é a mais adequada, pois possibilita a comparação de investimentos de diferentes durações.

A análise econômica será realizada comparando-se os custos dos dois sistemas, em parcelas equivalentes uniformes. Como foi convencionada a capacidade das colhedoras em 130.000 toneladas por safra, esta será a unidade básica de medida, onde os custos dos dois métodos serão dimensionados para uma colheita de tal volume. O resultado da comparação dos métodos será a diferença de custo em reais para cada 130.000 toneladas de cana colhida em cada safra, que

---

permitirá ao leitor fazer as contas para dimensionar este resultado ao tamanho da colheita desejada.

### **6.3.1 Premissas**

De acordo com a ANP, os preços médios de revenda do óleo diesel em agosto de 2006 foram de R\$ 1,958/litro, R\$ 1,856/litro, R\$ 1,991/litro, R\$ 1,850/litro e R\$ 1,891/litro nas regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sudeste e Sul, respectivamente. Como as diferenças de valores são relativamente baixas, será adotado o preço do combustível da região sudeste, de R\$ 1,850/litro, por ser esta a região que concentra a maior parte da produção de cana-de-açúcar no Brasil. Por simplificação, foi considerado que o preço deste combustível não sofrerá variações ao longo do tempo, em termos reais.

O imposto de renda vigente no Brasil, para empresas com receita acima de R\$ 240.000,00, é de 34%, sendo 25% de imposto de renda e 9% de contribuição social.

O custo de oportunidade para o setor sucroalcooleiro foi obtido através do método WACC, conforme descrito no item 2.1.2, tendo o valor de 8,1% (em termos reais).

### **6.3.2 Colheita manual**

Como foi esclarecido, os custos da colheita manual são os salários dos funcionários. Custos de equipamentos como facões foram considerados desprezíveis e ignorados.

Conforme apresentado, uma colhedora de cana é capaz de realizar o trabalho de 86 funcionários. Os cortadores de cana geralmente trabalham com contratos temporários, os chamados “safristas”. De acordo com reportagem IDEA NEWS, o salário médio de cortadores de cana é de cerca de R\$ 500,00 por mês. Os demais custos relacionados (encargos, infra-estrutura, contingências, etc) chegam a 70% deste salário. Estes valores foram multiplicados por 5, que é a duração da safra (150 dias). O resultado foi um custo de R\$ 4.250,00 por trabalhador, por safra. Segue a Tabela 6-2, demonstrando os cálculos:

Custo por funcionário	
Salário	R\$ 500,00
Encargos	R\$ 350,00
Período	5
Total	R\$ 4.250,00

Tabela 6-2: Cálculo de despesas com funcionários para colheita manual.

Segue a Tabela 6-3 com custos de funcionários e a “redução de impostos”, em inglês *tax shield*, que é o valor que a empresa economiza em impostos por ter deduzido de sua base tributável os custos abaixo demonstrados. Os custos com funcionários foram calculados através da multiplicação do custo por funcionário, observado na Tabela 6-2, pela quantidade de funcionários (86).

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Funcionários		-365.500	-365.500	-365.500	-365.500	-365.500	-365.500	-365.500	-365.500
Redução de impostos		124.270	124.270	124.270	124.270	124.270	124.270	124.270	124.270
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>-241.230</b>							
VPL	(R\$ 1.382.033,90)								
VUL	(R\$ 241.230,00)								

Tabela 6-3: Análise financeira para colheita manual.

Aplicando-se as técnicas para cálculo de VPL e VUL explicadas no item 2.2, foram obtidos os valores R\$ 1.382.033,90 e R\$ 241.230,00 respectivamente.

Segue a Figura 6-2, com o fluxo de caixa:

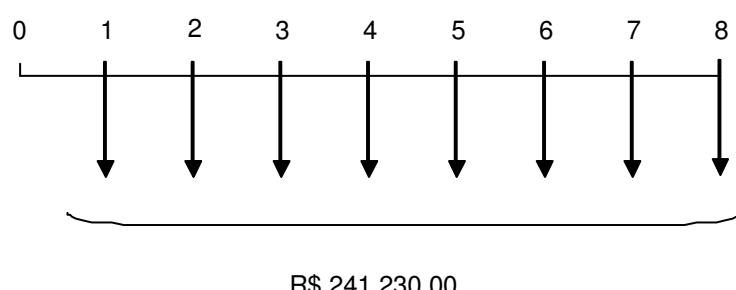


Figura 6-2: Fluxo de caixa da colheita manual.

### 6.3.3 Colheita Mecanizada

Os custos para a colheita mecanizada são os de funcionários e o da colhedora. De acordo com as fontes da pesquisa, os funcionários da colheita mecanizada trabalham 10 horas por dia, 6 dias por semana. Com toda esta carga de trabalho, os funcionários acabam recebendo horas extras, fato pelo qual o salário acaba sendo superior ao dos funcionários da colheita manual. Estes funcionários também são mais qualificados que os cortadores de cana. Foi, portanto, estimado um acréscimo de 40% sobre o salário dos cortadores. A Tabela 6-4 apresenta resumo do cálculo:

Custo por funcionário	
Salário	R\$ 700,00
Encargos	R\$ 490,00
Período	5
Total	R\$ 5.950,00

Tabela 6-4: Cálculo de despesas com funcionários para colheita mecanizada.

Os gastos necessários na colheita mecanizada são o investimento inicial (preço da colhedora), salários de funcionários (2), manutenção e combustível. O investimento inicial, apesar de representar um desembolso financeiro no momento de sua realização, contabilmente ele é depreciado ao longo de sua vida útil. A depreciação, por constar no demonstrativo de resultado das empresas, permite uma economia de impostos. Segue planilha com custos discriminados, onde a depreciação não foi incluída no fluxo de caixa e o item “redução de impostos” foi calculado somando-se os itens “depreciação”, “funcionários”, “manutenção” e “combustível” e multiplicando pela taxa de 34% de imposto de renda. A Tabela 6-5 representa os custos envolvidos, os fluxos de caixa gerados, o VPL e o VUL do processo mecanizado:

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Investimento Inicial		-800.000							
Depreciação		-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000
Funcionários		-11.900	-11.900	-11.900	-11.900	-11.900	-11.900	-11.900	-11.900
Manutenção		-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000
Combustível		-222.000	-222.000	-222.000	-222.000	-222.000	-222.000	-222.000	-222.000
Redução de impostos		133.926	133.926	133.926	133.926	133.926	133.926	133.926	133.926
<b>Total</b>	<b>-800.000</b>	<b>-159.974</b>							
VPL	<b>(R\$ 1.716.509,10)</b>								
VUL	<b>(R\$ 299.611,67)</b>								

Tabela 6-5: Análise financeira para colheita mecanizada.

Foram obtidos o VPL e o VUL de R\$ 1.716.509,10 e R\$ 299.611,67, respectivamente.

Segue a Figura 6-3 com o fluxo de caixa do processo:

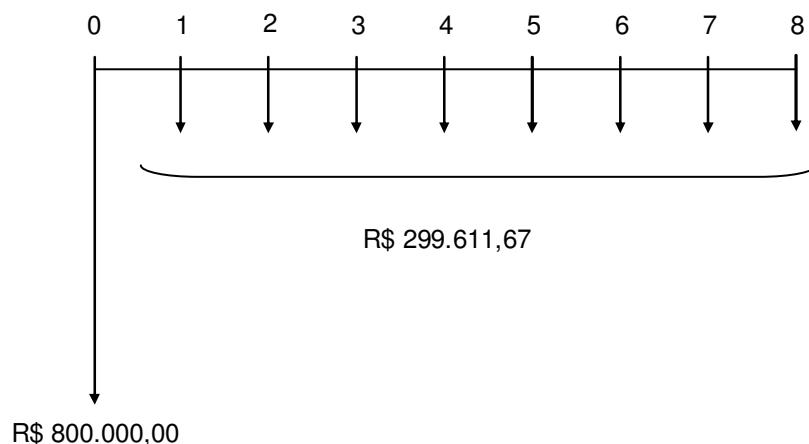


Figura 6-3: Fluxo de caixa da colheita mecanizada.

## 7 Análise de Sensibilidade

De acordo com Torres (2006) “A análise de sensibilidade consiste em variar um ou mais fatores que influenciam o fluxo de caixa do projeto, mantendo os demais em seu nível de referência, e calcular o efeito na variável de decisão.”

Foi realizada então uma análise de sensibilidade na comparação entre os processos de colheita manual e mecanizada, variando-se o WACC em 1% para a obtenção de 4 valores diferentes, além do obtido inicialmente de 8,1%. O WACC foi escolhido por ser uma variável de grande relevância na análise.

Segue Tabela 7-1 com resultado desta análise:

Modelo	VUL				
WACC	6,1%	7,1%	8,1%	9,1%	10,1%
Manual	(R\$ 241.230,00)				
Mecanizada	(R\$ 289.213,79)	(R\$ 294.366,74)	(R\$ 299.611,67)	(R\$ 304.946,54)	(R\$ 310.369,25)
Economia	(R\$ 47.983,79)	(R\$ 53.136,74)	(R\$ 58.381,67)	(R\$ 63.716,54)	(R\$ 69.139,25)
Economia (por tonelada)	(R\$ 0,37)	(R\$ 0,41)	(R\$ 0,45)	(R\$ 0,49)	(R\$ 0,53)
Economia (%)	-19,9%	-22,0%	-24,2%	-26,4%	-28,7%

Tabela 7-1: Análise de sensibilidade: variação do WACC.

O processo manual, por ser constituído de fluxos de caixa igualmente distribuídos ao longo do período, não obteve variação em seu PMT em função da variação do WACC. O processo mecanizado, entretanto, apresenta um dispêndio financeiro maior no início. Taxas de desconto menores atribuem maior valor as parcelas mais distantes. Por este motivo, quanto menor a taxa de desconto (WACC), menos atrativo se torna o processo manual em relação ao mecanizado. Pode-se notar na Tabela 7-1 que a economia da colheita mecânica em relação a manual aumenta quanto menor for a taxa de desconto (os valores negativos significam que a mecanizada é mais dispendiosa que a manual). Entretanto, dentro dos limites analisados, este cenário não chegou a se inverter.

Outra variável de grande impacto é a capacidade das colhedoras. Os dados da pesquisa apresentaram considerável variação, o que torna importante sua inclusão na análise de sensibilidade. Para possibilitar a comparação entre os dois

métodos, foram divididos PMTs de ambos os processos pela capacidade de colheita, para a obtenção de valores de custo por tonelada. O PMT da colheita manual é constante e tem o valor de R\$ 241.230,00. Este valor é referente a uma colheita de 130.000 toneladas, o que resulta no custo de R\$ 1,86 por tonelada. A análise de sensibilidade não envolve a variação da capacidade de corte dos trabalhadores.

Para o cálculo da mecanizada, foram extraídos os PMTs para diferentes valores de WACC obtidos na Tabela 7-1 e divididos por diferentes valores de capacidade, gerando a Tabela 7-2 abaixo:

Capacidade (ton)	WACC				
	6,1%	7,1%	8,1%	9,1%	10,1%
100.000	(R\$ 2,89)	(R\$ 2,94)	(R\$ 3,00)	(R\$ 3,05)	(R\$ 3,10)
110.000	(R\$ 2,63)	(R\$ 2,68)	(R\$ 2,72)	(R\$ 2,77)	(R\$ 2,82)
120.000	(R\$ 2,41)	(R\$ 2,45)	(R\$ 2,50)	(R\$ 2,54)	(R\$ 2,59)
130.000	(R\$ 2,22)	(R\$ 2,26)	(R\$ 2,30)	(R\$ 2,35)	(R\$ 2,39)
140.000	(R\$ 2,07)	(R\$ 2,10)	(R\$ 2,14)	(R\$ 2,18)	(R\$ 2,22)
150.000	(R\$ 1,93)	(R\$ 1,96)	(R\$ 2,00)	(R\$ 2,03)	(R\$ 2,07)
160.000	(R\$ 1,81)	(R\$ 1,84)	(R\$ 1,87)	(R\$ 1,91)	(R\$ 1,94)

Tabela 7-2: Análise de sensibilidade para colheita mecanizada.

Para comparar os dados obtidos com a colheita manual, com custo de R\$ 1,86 por tonelada, foi construída a Tabela 7-3, com a economia porcentual da primeira sobre a última:

Capacidade (ton)	WACC				
	6,1%	7,1%	8,1%	9,1%	10,1%
100.000	-55,9%	-58,6%	-61,5%	-64,3%	-67,3%
110.000	-41,7%	-44,2%	-46,8%	-49,4%	-52,1%
120.000	-29,9%	-32,2%	-34,6%	-36,9%	-39,4%
130.000	-19,9%	-22,0%	-24,2%	-26,4%	-28,7%
140.000	-11,3%	-13,3%	-15,3%	-17,4%	-19,5%
150.000	-3,9%	-5,8%	-7,6%	-9,6%	-11,5%
160.000	2,6%	0,9%	-0,9%	-2,7%	-4,5%

Tabela 7-3: Análise de sensibilidade: Comparação entre processos.

Pode-se observar que a mecanizada só se tornaria mais econômica para um WACC abaixo de 7,1% e para uma capacidade a partir de 160.000 toneladas.

## 8 Conclusão

Segue a Tabela 8-1, com um resumo dos resultados:

Descrição	Valor
WACC	8,1%
Manual	(R\$ 241.230,00)
Mecanizada	(R\$ 299.611,67)
Economia	(R\$ 58.381,67)
Economia (por tonelada)	(R\$ 0,45)
Economia (%)	-24,2%

Tabela 8-1: Comparação entre colheita manual e mecanizada.

Podemos notar que a colheita manual é mais barata que a mecanizada, apresentando uma economia de R\$ 51.844,29 por safra, para cada 130.000 toneladas, ou R\$ 0,40 por tonelada de cana colhida. Isto representa uma economia de 19,9% para a manual, em relação à mecanizada.

Deve-se lembrar, entretanto, que não foram considerados os benefícios econômicos da colheita mecanizada, como o aproveitamento da palha. Esta pode ser utilizada como herbicida, para proteger o solo, geração de energia elétrica ou mesmo para a produção de álcool (este último ainda em desenvolvimento). Apesar de serem valores relevantes, são de difícil mensuração devido a falta de dados disponíveis. Outro obstáculo é a alternância entre os destinos para tal subproduto, onde as usinas podem utilizá-lo para as diversas destinações, em diferentes proporções. Este poderia ser um tema para um outro estudo.

A legislação, que determina a extinção total das queimadas a partir de 2021 para as áreas mecanizáveis, representará um grande aumento de custos para a colheita manual, o que inverterá completamente o cenário, tornando a colheita mecanizada muito mais atraente. A mecanização pode ser considerada então como certa, sendo apenas uma questão de tempo.

Outro ponto a favor da mecanização é a escassez de mão-de-obra no setor. Já está difícil encontrar cortadores para trabalhar na colheita de cana, e o crescimento do setor tornará tal tarefa ainda mais complicada. Entretanto, os

---

cortadores de cana não perderão seus empregos, pois há muitas áreas onde não é possível implementar a mecanização.

## 9 Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Vendas de combustíveis.** Disponível em:  
[http://www.anp.gov.br/doc/dados\\_estatisticos/Vendas\\_de\\_Combustiveis\\_m3.xls](http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Vendas_de_Combustiveis_m3.xls). Acesso em: 20 ago. 2006.
- ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil.** Disponível em:  
<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – BRASIL. **Produção de veículos.** Disponível em:  
<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>. Acesso em: 18 ago. 2006.
- AURÉLIO, O Dicionário da Língua Portuguesa. 6 ed. São Paulo: Editora Positivo, 2006.
- BARRETO, A. B. et al. **Sugar and Alcohol Cluster in São Paulo, Brazil – Microeconomics of Competitiveness.** 2003. 73 f. Dissertação – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003.
- Brasil Paisagismo. Disponível em:  
<http://www.paisagismobrasil.com.br/?lnk=todos&f=geral&area=jardinagem&dir=1&uid=143&dir=1>
- Braskem já cogita usar etanol para fazer plástico. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 19 Set. 2006.
- BREALEY, Richard; MYERS, Stewart. **Principles of Corporate Finance.** 6. ed. Irwin McGraw-Hill, 2000.
- Combustível: Novos Avanços no Protocolo de Kyoto. **Gazeta Mercantil**, 29 Ago. 2006.
- CREDIT SUISSE. **Equity Research Latin América- Cosan.** 28 Jun. 2006.
- Damoraran Online. Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- HEUSER, S. **Brasil – Agricultura: Cana-de-Açúcar.** Lafis- Análise Setorial. 24 Abr. 2006.
- KPMG. **KPMG's Corporate Tax Rates Survey.** 2006.

- Lei N. 11.241, de 19 de Setembro de 2002. Disponível em: [http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/repositorio/24/documentos/lei\\_1241.pdf](http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/repositorio/24/documentos/lei_1241.pdf)
- MARQUES, Jamil Saúd. **Análise de Viabilidade Econômica da Produção de Biodiesel.** 2005.85 f. Dissertação (Trabalho de Formatura) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MING, C. Outra vez, o álcool. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 15 Mai. 2004. Economia.
- MORII, C. A. **Brasil - Navegação e Portos.** Lafis- Análise Setorial. 15 Dez. 2005.
- Petrobras supriria apenas 30% da demanda de álcool do Japão. **Agência Estado**, São Paulo, 15 Ago. 2006.
- ProCana - Centro de Informações Sucroalcooleira. Álcool substituirá apenas 10% do petróleo mundial até 2020, relata UBS. **Sugarcane Newspaper - Canalweb Press**, 24 Ago. 2006.
- ProCana - Centro de Informações Sucroalcooleira. Faturamento das Usinas Crescerá 10% em 2006/07. **Sugarcane Newspaper - Canalweb Press**, 24 Ago. 2006.
- ProCana – Centro de Informações Sucroalcooleira. O Problema é o Preço. **Sugarcane Newspaper - Canalweb Press**, 24 Ago. 2006.
- RIPOLI, T. C. et al. **Desempenho Operacional de uma Colhedora em Cana Crua em Função da Velocidade de Avanço.** 1999. 207 f. Dissertação (Tese de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- SCARAMUZZO, M. Avanço de estrangeiros em usinas preocupa o governo. **Valor Econômico**, São Paulo, 30 Ago. 2006.
- Secretaria dos Recursos Hídricos. **Captação a Fio d'água.** Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br/glossario/ploneglossarydefinition.2006-10-05.3542657066>
- SILVEIRA, S. CanaVialis, CTC, Ridesa e IAC investem recursos em tecnologia para melhoria genética da cana. **DCI**, São Paulo, 13 Jun. 2006 Agronegócios Especial, p.4.
- TORRES, OSWALDO F.F. **Fundamento da Engenharia Ecoômica e da Análise de Projetos.** Thomson, 2006.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Produção Mundial, Oferta e Distribuição.** Disponível em:

<http://www.ers.usda.gov/Briefing/Sugar/data/Table01.xls>. Acesso em: 24 ago. 2006.

- UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÂO PAULO. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica>. Acesso em: Setembro de 2006.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA M. E. **Fundamentos de Economia**. Editora Saraiva, 2002.

**Anexo A: Países membros do ANEXO I**

Alemanha	Islândia
Austrália	Itália
Áustria	Japão
Belarus	Letônia
Bélgica	Liechtenstein
Bulgária	Lituânia
Canadá	Luxemburgo
Comunidade Européia	Mônaco
Croácia	Noruega
Dinamarca	Nova Zelândia
Eslováquia	Países Baixos
Eslovênia	Polônia
Espanha	Portugal
Estados Unidos da América	Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte
Estônia	República Tcheca
Federação Russa	Romênia
Finlândia	Suécia
França	Suiça
Grécia	Turquia
Hungria	Ucrânia
Irlanda	