

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

# **Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil - Cenários 2004-2024**

Autor: **Mirna Ivonne Gaya Scandiffio**  
Orientador: **Prof. Dr. André Tosi Furtado**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

# **Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil - Cenários 2004-2024**

Autor: **Mirna Ivonne Gaya Scandiffio**  
Orientador: **Prof. Dr. André Tosi Furtado**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos  
Área de Concentração:

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, fevereiro de 2005  
S.P. - Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Scandiffio, Mirna Ivonne Gaya  
Análise prospectiva do álcool combustível no Brasil –  
Sca63a cenários 2004-2024 / Mirna Ivonne Gaya Scandiffio.--  
Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: André Tosi Furtado.  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Álcool como combustível. 2. Combustíveis líquidos. 3.  
Recursos naturais renováveis. 4. Desenvolvimento sustentável.  
5. Educação ambiental. I. Furtado, André Tosi. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III.  
Título.

Título em Inglês: A prospective analysis of the Brazilian ethanol program –  
scenarios 2004-2024.

Palavras-chave em Inglês: Alcohol as fuel, Fuel liquid, Renewable energy,  
Sustainable development e Environmental education.

Área de concentração: Energia renovável

Titulação: Doutora em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Sérgio Valdir Bajay, Arnaldo César Walter, Luis Augusto  
Horta Nogueira e Walter Belik

Data da defesa: 28/02/2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

TESE DE DOUTORADO

# **Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil - Cenários 2004-2024**

Autor: **Mirna Ivonne Gaya Scandiffio**  
Orientador: **Prof. Dr. André Tosi Furtado**

---

**Prof. Dr. André Tosi Furtado, Presidente**  
**IG/UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay**  
**FEM/UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Arnaldo Cesar Walter**  
**FEM/UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Luis Augusto Horta Nogueira**  
**UNIFEI**

---

**Prof. Dr. Walter Belik**  
**IE/UNICAMP**

Campinas, 28 de fevereiro de 2005

## **Dedicatória**

Para *Innocenzo, Felipe e Matheus*

## **Agradecimentos**

Ao Senhor Jesus agradeço pela realização deste trabalho. *Sem Ele, nada do que foi feito se fez...*

Obrigada Innocenzo pelo amor, paciência e incondicional apoio. Felipe e Matheus, o seu amor ajudou-me a superar toda e qualquer situação.

A meus pais, Antonio e Ivonne, agradeço as suas palavras de sabedoria e, principalmente, as suas orações que me sustentaram, dia-a-dia.

Agradeço ao prof. André que se dispôs a ouvir-me e orientar-me neste caminhar.

Obrigada prof. Bajay pela confiança e encorajamento.

Aos professores que contribuíram com este estudo, colegas da FEM, do NIPE e demais profissionais que fizeram com que este trabalho culminasse, meu muito obrigada.

Também agradeço a todas as pessoas, e especialistas na área objeto deste estudo, que se dispuseram a colaborar com este trabalho durante as entrevistas realizadas.

À Capes agradeço o suporte financeiro recebido para a realização desta tese.

*“Esquecendo-me das coisas que para trás ficam, e avançando para as que diante de mim estão, prossigo para o alvo [...] em Cristo Jesus.”*  
Carta aos Filipenses, Capítulo 3, versos 13b e 14.

## Resumo

SCANDIFFIO, Mirna Ivonne Gaya, *Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil - Cenários 2004-2024*, Campinas, Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 182 p. Tese (doutorado).

O objetivo desta tese consiste em realizar um estudo prospectivo de longo prazo, de 2004 a 2024, sobre o álcool combustível no Brasil. Ao adotar o enfoque prospectivo, o estudo não pretende prever o futuro, mas explicitar quais são as alternativas que se descortinam a partir das escolhas presentes. A tese inicia-se com a apresentação do enfoque prospectivo e da metodologia de construção de cenários. Em seguida essa metodologia é aplicada ao objeto de estudo. A análise prospectiva inicia-se com uma retrospectiva do álcool combustível no Brasil, destacando-se o surgimento, auge e declínio do Proálcool. O estudo segue com a elaboração, por um lado, de um modelo quantitativo, que se propõe explicar a evolução da oferta e demanda do combustível renovável e, por outro, de uma análise qualitativa, que se apóia no envio de questionários e em entrevistas. A partir dessas duas vertentes, procede-se à elaboração de três cenários que definem as principais opções do combustível renovável no país. Os dois primeiros, prevêem que, caso a demanda de álcool volte a crescer por conta de um maior dinamismo econômico ou de um aumento das exportações de etanol, provavelmente irá haver, novamente, escassez de álcool no país. Somente no terceiro cenário, que se apóia em um maior grau de intervenção do Estado, com a efetiva criação de condições de expansão sustentável da oferta e ênfase na educação ambiental, ocorrerá um equilíbrio entre oferta e demanda de álcool nos próximos 20 anos.

### *Palavras-chave:*

Análise Prospectiva; Álcool como combustível; Combustíveis líquidos; Recursos naturais renováveis; Desenvolvimento sustentável; Educação ambiental.



## **Abstract**

SCANDIFFIO, Mirna Ivonne Gaya, *A Prospective Analysis of the Brazilian Ethanol Program - Scenarios 2004-2024*. Campinas, Energy Planning Systems, Energy Department, Faculty of Mechanical Engineering, State University of Campinas, 2005. 182 p. Thesis (doctorate).

The main objective of this thesis is to develop a long-term prospective study (2004-2024) for the Brazilian fuel ethanol. Adopting the prospective approach, this study does not intend to foresee the future, but to expose what alternatives are being opened from present choices. First, the thesis presents the prospective approach and the methodology to construct the scenarios. Then, this methodology is applied to the study. The prospective analysis starts with a retrospective of the Brazilian fuel ethanol Program, pointing out the rising, culmination and decline of the *Proalcool*. The study continues with the elaboration, on one side, of a quantitative model, which aims to explain the supply and demand evolution of the renewable fuel and, on the other, a qualitative analysis supported by questionnaires and interviews. From these two sources, the study continues with the elaboration of three scenarios that define the principal options for the ethanol use in the county. The two first scenarios foresee that, in the event of an increase in the demand of ethanol fuel due to an economic growth or because of exports expansion, there will probably be, one more time, fuel shortage in the country. Only in the third scenario which is based on a more incisive intervention of the State, creating effective conditions for a sustainable supply expansion and emphasizing the education on environmental issues, an equilibrium between ethanol's supply and demand will be reached in the next 20 years.

### *Key Words:*

Prospective Analysis; Alcohol as a fuel; Fuel liquid; Renewable energy; Sustainable development; Environmental education.

# Índice

<b>INTRODUÇÃO</b>	1
<b>CAPÍTULO 1 – VISÃO PROSPECTIVA E METODOLOGIA</b>	7
1.1. POR QUÊ PROSPECTAR?	9
1.1.1. A elaboração de Cenários	11
1.1.2. Tipos de cenários	13
1.1.3. Consistência da análise prospectiva e a elaboração de cenários	16
1.2. METODOLOGIA	18
1.2.1 A Construção da base	18
1.2.2. A análise qualitativa	18
1.2.3. O modelo quantitativo	19
1.2.4. A elaboração de cenários	20
1.3. METODOLOGIA E CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL	20
<b>CAPÍTULO 2 - RETROSPECTIVA E DIAGNÓSTICO</b>	24
2.1. ÁLCOOL COMBUSTÍVEL	25
2.1.1. Produção de álcool combustível	25
2.1.2. Tipos e usos de etanol	26
2.2. A PRIMEIRA ETAPA: 1975 A 1979	27
2.2.1. A primeira crise internacional do petróleo	28
2.2.1.1. O Proálcool e a Política Energética Nacional	29
2.2.1.2. Os atores	31

2.2.1.3. Expansão da Produção de Álcool Etílico: IAA e Copersucar	32
2.2.1.4. Destilarias <i>anexas</i> (economia de escopo) <i>versus autônomas</i>	33
2.2.2. A segunda crise internacional do petróleo	35
2.3. A SEGUNDA ETAPA: DE 1980 A 1990	36
2.3.1. Os atores	37
2.3.2. O Proálcool na década de oitenta: expansão	38
2.3.3. Produção de AEHC e AEAC	41
2.3.4. O Proálcool na década de oitenta: declínio	43
2.4. A TERCEIRA ETAPA: DÉCADA DE NOVENTA A 2003	46
2.4.1. Mudança Institucional: a desregulamentação do setor	46
2.4.2. Atores públicos	46
2.4.3. Atores privados	49
2.4.4. Desregulamentação e o preço da cana-de-açúcar	51
2.4.5. Impactos da desregulamentação	51
2.4.6. Desregulamentação e o preço do álcool	52
2.4.7. A indústria automobilística	52
2.4.8. Álcool Hidratado <i>versus</i> Álcool Anidro	54
2.5. ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O AÇÚCAR	55
2.6. O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O EMPREGO	56
2.7. O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O PROTOCOLO DE <i>KYOTO</i>	58
2.7.1. O Protocolo de <i>Kyoto</i>	59
2.7.2. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL	60
2.7.2.1. O MDL e o álcool combustível no Brasil	61
2.7.3. Etanol: protecionismo e barreiras institucionais ao comércio internacional	62
2.8. O ETANOL NO MUNDO	63
2.8.1. O Etanol nos Estados Unidos	63
2.8.2. O Etanol na Europa	66
2.9. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO	67
<b>CAPÍTULO 3 – ANÁLISE QUALITATIVA</b>	71
3.1. A ANÁLISE QUALITATIVA	71
3.1.1. A análise qualitativa do álcool combustível	74

3.1.2. Questionários enviados e recebidos	75
3.1.3. Análise das respostas e entrevistas	77
3.2. DELINEAMENTO DAS HIPÓTESES	84
3.2.1. Cenário 1 : <i>Cenário da continuidade da situação atual</i>	84
3.2.2. Cenário 2 : <i>Orientado para o mercado externo</i>	86
3.2.3. Cenário 3: <i>O álcool combustível como um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do país</i>	86
<b>CAPÍTULO 4 – O MODELO QUANTITATIVO</b>	88
4.1. O MODELO QUANTITATIVO	88
4.1.1. O modelo da demanda	89
4.1.2. Os modelos mistos	90
4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A OBTENÇÃO DOS DADOS NUMÉRICOS	91
4.3. ELABORAÇÃO DO MODELO DA DEMANDA	92
4.4. O MODELO DA OFERTA	100
<b>CAPÍTULO 5 – DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS</b>	105
5.1. DEMANDA E OFERTA DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL	108
5.1.1. Demanda de álcool combustível	108
5.1.2. Oferta de álcool combustível	110
5.1.2.1. Estoque Estratégico	112
5.1.3. Matriz Estrutural	113
5.2. CENÁRIOS TENDENCIAIS: <i>CENÁRIOS 1A, 1B E 2</i>	115
5.2.1. <i>CENÁRIO 1A: Continuidade com crescimento do PIB de 2% aa.</i>	118
5.2.1.1. Consumo de álcool combustível no Cenário 1A	120
5.2.1.2. Oferta de Álcool Etílico – Cenário 1A	123
5.3. <i>CENÁRIO 1B: Continuidade com crescimento do PIB de 4% aa.</i>	124
5.3.1. Consumo ajustado de álcool combustível no Cenário 1B	126
5.3.2. Oferta de álcool combustível no Cenário 1B	128
5.4. EXPANSÃO E CUSTO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL	129
5.4.1. Disponibilidade de terras	130
5.4.2. Custo de expansão para o Cenário 1B	131

5.5. CENÁRIO 2: <i>Orientado para o mercado externo</i>	134
5.5.1. Consumo de álcool combustível no Cenário 2 – Oferta rígida	135
<b>CAPÍTULO 6 – CENÁRIO 3: <i>O álcool combustível como um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do Brasil</i></b>	140
6.1. Demanda de combustíveis no Cenário 3	145
6.1.1. A exportação de álcool combustível	148
6.1.2. Oferta de álcool combustível no Cenário 3	148
6.3. Síntese dos Cenários	150
<b>CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES</b>	153
7.1. O papel do Estado	156
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	158
<b>ANEXO I</b> - Informação complementar ao Capítulo 2 – Protocolo de <i>Kyoto</i>	170
<b>ANEXO II</b> – Questionário, Capítulo 3 - Análise Qualitativa	174
<b>ANEXO III</b> - Informação complementar ao Capítulo 4 – Análise Quantitativa	179

## **Lista de Figuras**

### **Capítulo 1**

Figura 1 – Cenários clássicos ou tendenciais	14
Figura 2 – Construção do futuro desejado	15
Figura 3 – Fluxograma da metodologia para elaboração da análise prospectiva do álcool combustível no Brasil – cenários 2004 – 2024	21

### **Capítulo 2**

Figura 4 - Participação percentual dos carros a álcool (AEHC) e gasolina na frota nacional de veículos leves (1982-2002)	39
Figura 5 – Evolução do preço do açúcar no mercado internacional (U\$cents/libra)	42
Figura 6 – Inversão na produção de AEHC e AEAC (safra 1973/74 a 2003/04)	54
Figura 7 – Preço mensal do álcool combustível em São Paulo (05/2002-10/2004)	69

### **Capítulo 3**

Figura 8 – Questionários enviados aos diversos atores	75
Figura 9 – Questionários respondidos pelos diversos atores	76
Figura 10 – Proporção dos questionários enviados e respondidos	76
Figura 11 – Importância dos atores para a revitalização do AEHC	79
Figura 12 – Identificação dos Germens de Futuro	80
Figura 13 – Identificação das variáveis-chave	81
Figura 14 – Mercados potenciais para exportação de AEAC	82
Figura 15 – Barreiras para a exportação de AEAC	84

#### **Capítulo 4**

Figura 16 – Curva de Sucateamento – Frota de Veículos Leves	92
Figura 17 – Consumo de AEHC e a relação PreçoÁlcool/PreçoGasolina	97
Figura 18 – Evolução da produção da cana de açúcar no Brasil (safra 85/86-03/04)	101
Figura 19 - Evolução da capacidade instalada e produção de álcool combustível produção e exportação de açúcar no Brasil (1993-2003)	102

#### **Capítulo 5**

Figura 20 – Introdução de veículos convertidos a GNV no Brasil (1993-2003)	117
Figura 21 – Cenário 1A: Composição da frota nacional de veículos leves (2004-2024)	120
Figura 22 – Cenário 1A: Consumo de álcool combustíveis líquidos (2004-2024)	121
Figura 23 – Cenário 1B: Composição da frota nacional de veículos leves (2004-2024)	126
Figura 24 – Cenário 1B: Consumo de combustíveis líquidos da frota nacional de veículos leves e exportação de álcool anidro (2004-2024)	127

#### **Capítulo 6**

Figura 25 – Consumo de combustíveis em 2024:com e sem Transporte Público ou <i>pool</i>	146
Figura 26 – Cenário 3: Demanda de combustíveis líquidos e exportação (2004-2024)	147

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

Tabela 1 – Características de um prognóstico clássico ou tendencial comparadas com a análise prospectiva	10
--	----

### Capítulo 2

Tabela 2 - Evolução da produção de AEAC e AEHC (1970-1980) (mil m <sup>3</sup> )	28
Tabela 3 – Produção e importação de petróleo (10 <sup>3</sup> tep) – Década de Setenta	30
Tabela 4 - Destilarias implantadas nas duas macro-regiões nacionais (1975-1982)	34
Tabela 5 – Participação dos carros a álcool sobre o total nacional (%) 1980-1990	40
Tabela 6 – Produção de álcool combustível (mil m <sup>3</sup> ) 1979/80 a 1989/90	41
Tabela 7 – Preço do barril de petróleo importado (1980-1990)	43
Tabela 8 – Produção e importação de petróleo (10 <sup>3</sup> tep) – década de oitenta	44
Tabela 9 – Preço do barril de petróleo – tipo Brent (1991-2000)	51
Tabela 10 – Participação da produção de carros dedicados sobre o total nacional 1991-2003 (%)	53
Tabela 11 – Evolução da produção de açúcar e álcool no Brasil (90/91 – 99/00)	55
Tabela 12 – Evolução do preço do álcool hidratado: unidades produtoras de São Paulo	68

### Capítulo 4

Tabela 13 – Séries históricas utilizadas no modelo quantitativo	99
Tabela 14 – Séries históricas: produção de cana-de-açúcar; álcool combustível e açúcar (82/83 – 03/04)	104



## **Capítulo 5**

Tabela 15 – Elasticidades Frota/PIB e cana-de-açúcar/PIB	110
Tabela 16 – Matriz estrutural para a elaboração de cenários	114
Tabela 17 - Cenário 1A: Evolução e composição da frota nacional (2004-2024)	118
Tabela 18 – Cenário 1A: oferta de álcool etílico (mil m <sup>3</sup> ) 2004-2024	123
Tabela 19 – Cenário 1B: Evolução e composição da frota nacional de veículos leves (2004-2024)	125
Tabela 20 – Cenário 1B: Oferta de álcool combustível (mil m <sup>3</sup> )	128
Tabela 21 – Cenários 1A; 1B: Projeções de consumo de álcool combustível (2004-2024)	133
Tabela 22 - Cenário 2: Consumo de combustíveis da frota de veículos leves em mil m <sup>3</sup> (2004-2024)	135
Tabela 23 – Cenário 2: Oferta de Álcool Combustível (2004-2024)	137

## **Capítulo 6**

Tabela 24 - Cenário 3: Oferta de álcool etílico (2002-2024)	149
Tabela 25 – Necessidade de ampliação da oferta de álcool combustível (quantidades e investimentos estimados)	152

## Nomenclatura

AEAC	Álcool Etílico Anidro Carburante
AEHC	Álcool Etílico Hidratado Carburante
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i>
CNA	Comissão Nacional do Álcool
CNAL	Conselho Nacional do Álcool
CENAL	Comissão Executiva Nacional do Álcool
CIMA	Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool
CNP	Conselho Nacional do Petróleo
COP	<i>Conference of Parties</i>
DAA	Departamento de Açúcar e Álcool
DNC	Departamento Nacional de Combustíveis
GEE	Gases de efeito estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNV	Gás Natural Veicular
IAA	Instituto do Açúcar e do Álcool
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MTBE	<i>Methyl tertiary butyl ether</i>
NGOs	<i>Non Government Organizations</i>

PIB	Produto Interno Bruto
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
RFA	<i>Renewable Fuel Association</i>
RCE's	<i>Reduction Certified Emissions</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNICA	União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo
VEH	Veículo Elétrico Híbrido

## **Introdução**

O uso de álcool combustível é um tema em constante debate, que suscita as mais diversas opiniões, mesmo entre os especialistas e os atores diretamente envolvidos. Embora para alguns, o Programa Nacional do Álcool – Proálcool - tenha terminado no final de 1985, para outros, encontra-se em uma fase distinta. De todo modo, o uso de seu nome inicial causa controvérsias. De fato, um programa pioneiro, da magnitude do Proálcool, apresenta aspectos positivos e negativos. Mereceu aplausos porque utilizou recursos naturais locais - a terra, mão-de-obra, desenvolveu tecnologia nacional, enquanto reduziu a importação de petróleo importado, recurso não-renovável. Críticas são constantes devido ao seu alto custo de produção – principalmente no início do programa – e sua dependência de subsídios governamentais.

Facilmente, surgem questões de difícil convergência nas respostas, como quais seriam os maiores beneficiários do Proálcool, ou quais são os benefícios do Programa, se os subsídios cedidos pelo governo se refletiram na distribuição de renda aos cidadãos. Ainda, qual a vantagem para o consumidor que, após adquirir o carro a álcool, fica limitado pela escassez do combustível.

Contudo, com aplausos e/ou críticas, desenvolveu-se no país toda uma capacidade tanto para produção de álcool etílico como também para carros a álcool, além de estrutura de distribuição e estocagem destes produtos. Este trabalho não tem como objetivo avaliar o programa, e sim conhecer os acontecimentos passados visando à compreensão da atuação dos diversos atores e, principalmente, extrair as lições desta experiência para pensar o futuro do álcool combustível no Brasil.

O Programa Nacional do Álcool nasceu em 1975, pelo Decreto 76.593/75, alicerçado em uma determinação do Governo Federal. Tratava-se de um programa estratégico para o Brasil, cujo objetivo principal era substituir o petróleo importado, pivô da criação do Proálcool. O Programa foi desenvolvido precisamente após as abruptas subidas no preço do petróleo, em 1973 e 1979. Na sua primeira etapa, o Proálcool aumentou o teor de álcool anidro (AEAC) misturado à gasolina, e, na segunda etapa, incluiu o álcool hidratado (AEHC), para ser usado em substituição à gasolina, nos carros 100% a álcool. O Proálcool foi, sem dúvida, uma das iniciativas mais bem-sucedidas no que diz respeito a energias alternativas automotivas no mundo, produzida a partir de uma fonte renovável, a cana-de-açúcar.

A criação e o sucesso do Programa estão intimamente relacionados à forte determinação e intervenção do Estado. Em compensação, a retirada desse ator, a partir da segunda metade da década de oitenta, seria também o principal vetor para o declínio do Proálcool. Inicialmente, esse fato deveu-se às dificuldades encontradas pelo governo em sustentar o Programa com mais subsídios devido à queda da cotação do petróleo e ao recrudescimento da inflação. Esse período foi seguido pelo processo de desregulamentação iniciado na década de noventa que abrangeu, certamente, a indústria do álcool. A conjugação desses eventos levou ao progressivo abandono do uso do álcool etílico combustível hidratado e, com isso, à diminuição da frota de carros a álcool.

Desse modo, a atuação do Estado situa-se no centro da problemática. No entanto, a mudança institucional não foi a única causa para o declínio do uso de álcool combustível hidratado e para a perda de credibilidade do Programa. O setor sucro-alcooleiro teve um papel importante na medida em que, a partir da década de noventa, priorizou a produção de açúcar, voltado principalmente à exportação, que apresentava maiores ganhos em termos financeiros do que o fornecimento de álcool etílico hidratado combustível (AEHC) para o mercado interno.

Outro ator importante é o setor automobilístico, principalmente as montadoras, que priorizaram a produção de uma nova geração de automóveis, os “populares” de 1000 cilindradas, produzidos somente a gasolina. Esses modelos, além dos benefícios fiscais internos recebidos, podiam também ser exportados, atendendo à demanda externa. Como consequência, de 1995 até o início dos anos 2000, a produção de carros a álcool foi drasticamente reduzida.

Ao constatar a queda vertiginosa das vendas de carros a álcool, tornou-se inevitável o sucateamento dessa parcela da frota, acompanhado da ameaça de sucateamento da infra-estrutura desenvolvida para a distribuição do combustível no país, com cerca de 29 mil postos de abastecimento.

Em 2001, a participação de carros a álcool apresentou uma lenta retomada, embora a tecnologia dos carros a álcool sinalize ceder lugar para os veículos com motores flexíveis ou bi-combustíveis, introduzidos no mercado em março de 2003, os quais podem ser abastecidos, na sua totalidade, com álcool hidratado ou gasolina, ou ainda, com qualquer teor de mistura desses combustíveis.

Visualiza-se, assim, uma recuperação da demanda de álcool etílico hidratado combustível a ser utilizado nos carros *flex*. Some-se o crescente interesse pela importação de álcool etílico anidro combustível por parte de países industrializados, principalmente os inseridos no Anexo I do Protocolo de *Kyoto*, como mais uma possibilidade para aumentar a demanda, através das exportações do combustível renovável.

No novo ambiente institucional no qual o país está inserido, questiona-se a atuação do Estado no que diz respeito ao setor sucroalcooleiro, objeto deste estudo, uma vez que esse setor, embora muito dinâmico, esteve amparado pelo Estado durante mais de sessenta anos e, de uma maneira muito marcante, na criação do Proálcool. Argüi-se, nesta tese, que na falta de mecanismos de planejamento, dificilmente haverá capacidade de oferta suficiente para atender a demanda interna e externa de álcool etílico carburante.

A **hipótese** da tese é que a expansão da produção do álcool combustível para o atendimento da nova demanda criada pela introdução dos automóveis com motores *flexíveis* e pela exportação do combustível renovável, não está garantida, devido aos enormes investimentos requeridos e à necessidade de mobilização de recursos físicos e humanos que dificilmente poderão ser aportados, a não ser que o Estado desenvolva um papel explícito que vá além da regulação, criando condições de expansão sustentável da oferta, aliadas a políticas voltadas à conservação do meio ambiente e de educação ambiental, com mudança de valores e conscientização da riqueza (que resta) do ambiente que nos cerca.

## **Objetivo**

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo prospectivo de longo prazo do álcool combustível no país, com horizonte temporal de vinte anos. Mais do que prever o futuro, este estudo consiste, basicamente, em explicitar quais os possíveis cenários a partir das escolhas presentes.

## **Escopo**

O trabalho visa à elaboração de cenários sobre a oferta e demanda de álcool no Brasil num horizonte temporal de 20 anos, desenvolvidos a partir de uma análise qualitativa e quantitativa das principais variáveis que determinam a demanda e oferta do álcool combustível no país.

Com a introdução de uma nova tecnologia, os veículos leves com motor *flex*, a demanda de combustível passa a variar em função do consumidor que escolhe entre abastecer o seu veículo com álcool hidratado, gasolina ou qualquer teor de mistura desses combustíveis. Desse modo, é necessário analisar a capacidade da produção de álcool combustível em atender à demanda interna, considerando-se que a oferta de álcool hidratado, além de depender do preço do petróleo, da produção de cana-de-açúcar, compete ainda com a exportação de açúcar, cujo preço é determinado pela cotação internacional da *commodity*. O crescente interesse do mercado externo em importar álcool etílico anidro combustível (AEAC) para ser adicionado à gasolina, em vista da crescente preocupação com os aspectos ambientais, constitui mais uma vertente incluída neste estudo prospectivo.

## **Estrutura**

Esta tese consta de sete capítulos. O primeiro, apresenta as principais definições da análise prospectiva e da metodologia utilizada neste trabalho. Embora a ênfase deste estudo seja prospectiva, o *ponto de partida* é fazer uma análise retrospectiva do uso do álcool combustível até a situação atual, conforme o Capítulo 2. Este, por sua vez, está dividido em três etapas: a primeira, de 1975 a 1979, inicia-se com a criação do Proálcool e o aumento da produção de álcool anidro (AEAC) para ser misturado à gasolina; a segunda etapa estende-se de 1980 a 1989, evidenciando o auge da demanda de álcool hidratado (AEHC) e o seu uso nos carros dedicados.

A terceira etapa, de 1990 a 2003, é caracterizada pela mudança institucional, desregulamentação do setor sucro-alcooleiro e queda constante da demanda de álcool hidratado até 2001.

O terceiro capítulo apresenta a **análise qualitativa**, na qual encontram-se as principais indagações que servem de base para a definição das variáveis-chave e posterior elaboração dos cenários. A análise qualitativa foi desenvolvida a partir de questionários enviados e entrevistas realizadas com os diferentes atores envolvidos com as atividades do álcool combustível.

O Capítulo 4 contém o **modelo quantitativo**, no qual, a partir da elaboração de um banco de dados, buscou-se desenvolver um modelo para a demanda e para a oferta do álcool etílico combustível.

No quinto capítulo, encontram-se os cenários tendenciais, 1 e 2. A descrição da elaboração dos cenários e as principais características exploradas são apresentadas no início do capítulo. O primeiro cenário é o da continuidade da situação atual e está dividido em **cenário 1A e 1B**, com diferentes índices de crescimento do Produto Interno Bruto do país e conseqüente evolução diferenciada das vendas de veículos leves.

O **cenário 2**, também tendencial, prioriza as exportações de álcool etílico anidro combustível (AEAC) para o mercado externo em detrimento do atendimento ao mercado interno. As pressões ambientais no cenário internacional aumentam o interesse dos países desenvolvidos em importar álcool combustível do Brasil visando minimizar o impacto ambiental negativo das emissões do setor de transportes. Neste cenário, os países importadores passam por importantes transformações, principalmente no que diz respeito ao grau de importância que os chefes de Estado concedem ao meio ambiente e ao prejuízo ocasionado pela emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE). Os estadistas dos países desenvolvidos assumem uma posição favorável ao desenvolvimento de alternativas energéticas provenientes de fontes renováveis.

O **cenário 3**, de caráter normativo, é apresentado no Capítulo 6. É o cenário de um planejamento integrado, elaborado com a participação dos diferentes atores. Neste cenário, viabiliza-se o uso de álcool combustível como um dos pilares da política energética e, ainda,



como um dos fatores de contribuição para o desenvolvimento sustentável. Seu sucesso, ou não, depende da efetiva atuação do Estado.

O Capítulo 7, encerra este estudo, com as **conclusões** do trabalho, pontuando algumas perspectivas e potencialidades, não somente do país, como também do setor sucro-alcooleiro.

Especial atenção é dada ao papel do Estado quanto à necessidade da criação de mecanismos efetivos que sejam propensos a induzir a adoção de fontes energéticas renováveis e a inserção do país nas questões ambientais internacionais.

## Capítulo 1

### VISÃO PROSPECTIVA E METODOLOGIA

Questionar o futuro faz parte do dia-a-dia dos seres humanos; alguns de modo mais enfático e profundo, questionam-se qual a parte que lhes cabe no desenrolar dos acontecimentos cotidianos. Caminha-se na direção certa? Os passos estarão lentos ou rápidos demais? Como um pequeno barco em alto mar, estará este indivíduo sendo levado pela força d'água e das ondas ou terá algum controle quanto ao rumo da embarcação? Estará contribuindo – através de suas ações – para chegar onde deseja? Sabe onde quer chegar? As respostas são variadas e não sempre claras e absolutas; nelas estará continuamente presente o elemento “incerteza”.

A palavra *prospectiva*, por definição, indica questões concernentes ao futuro. “*Que faz ver adiante, ou ao longe; visão prospectiva*”<sup>1</sup>. Ter uma visão do futuro, tomar uma decisão e agir em torno desta não é uma novidade, mesmo que não seja uma prática comum. Antecipar o futuro permite ao indivíduo analisar as incertezas e refletir sobre as suas opções de ação no presente, prosseguindo para o alvo estabelecido, criando e construindo dia-a-dia o futuro desejado.

Schwartz (1995) cita a Pierre Wack - diretor da divisão de planejamento do grupo Shell durante a turbulenta década de 1971 a 1981 – para quem os primeiros indivíduos a prever o futuro foram provavelmente os sacerdotes do Nilo sudanês, na época em que os faraós governavam o mundo; estes sacerdotes observavam, na primavera, a cor da água do Rio Nilo – clara, azul ou verde-escura - e passavam a informação para o Faraó. De posse desta informação o Faraó saberia

---

<sup>1</sup> Dicionário Aurélio – Século XXI; Aurélio Buarque de Holanda Ferreira, Ed. Nova Fronteira.

se haveria seca, fartura ou enchentes; calculava também seus ganhos estabelecendo o montante de impostos que seriam cobrados dos agricultores.

Os sacerdotes associariam seu conhecimento e experiência para predizer os acontecimentos, o que para Wack seria uma extrapolação do planejamento tradicional: metodologia que olha para o passado e assume que o futuro deverá seguir a mesma tendência, praticamente sem mudanças: o amanhã será uma repetição de hoje, o qual já é uma repetição de ontem. Esta metodologia determinística, embora bastante disseminada, pode ser assertiva no curto prazo, mas acarreta o perigo de, ao não enxergar o amanhã como o palco para as mais diversas mudanças, o indivíduo pode não saber como enfrentar ou antecipar as ações para lidar com essas mudanças e incertezas.

A prospectiva tampouco trata de aprimorar as previsões ou inventar novas técnicas de entendimento do passado. São diversas as forças que atuam contra a realização de um planejamento elaborado a partir de acontecimentos que já ocorreram. Wack (1985) acredita que o futuro tornou-se um alvo móvel e que o primeiro passo para planeja-lo é aceitar as incertezas desse futuro, tentar entendê-las e torná-las parte do raciocínio. A incerteza não é simplesmente um desvio ocasional e temporário e sim uma característica básica na estrutura do ambiente empresarial e governamental. Esta metodologia de planejamento, através de cenários, foi aplicada pela Royal/Dutch Shell no início da década de 1970. A elaboração de dois cenários prospectivos colaborou para que a empresa pudesse superar os choques de petróleo de 1973 e 1979.

*“...de todas as principais empresas de petróleo, apenas a Shell estava preparada para a mudança e assim reagiu rapidamente; durante os anos seguintes, a prosperidade da Shell aumentou. De uma das mais fracas das Sete Irmãs, tornou-se a segunda maior e, ao que parece, a mais rentável” (SCHWARTZ, 1995, pág. 23).*

A análise prospectiva não é uma simples extrapolação, uma previsão ou perspectiva a longo prazo. Tampouco é um prognóstico feito às pressas e nem mesmo uma questão tendencial. Para um dos primeiros proponentes, Berger, a *prospectiva* não é uma doutrina (GODET, 1979); **é um modo de focar e concentrar-se no futuro imaginando-o totalmente novo ao invés de deduzi-lo a partir do presente.** As previsões, tendências e extrapolações constroem um futuro conforme a imagem do passado, enquanto a prospectiva desvincula o futuro do passado, imaginando-o

totalmente diferente do passado procurando antecipar as mudanças que certamente virão. Godet<sup>2</sup> (1983) define a prospectiva como “*uma reflexão sistemática que visa orientar a ação presente à luz dos futuros possíveis..*”.

A idéia central da análise prospectiva para Herrera *et al.* (1994) é construir um futuro desejável entre as diversas opções de possíveis futuros e identificar as ações estratégicas que serão necessárias para alcançar a meta do futuro desejado.

### 1.1. POR QUÊ PROSPECTAR?

A importância da prospectiva ganha espaço à medida em que as mudanças econômicas, sociais - e tecnológicas acontecem a uma velocidade cada vez maior, exigindo do indivíduo uma visão de maior alcance. Estas mudanças não estão sujeitas a regras pré-determinadas; são geralmente acompanhadas das mais diversas incertezas, sejam estas de natureza econômica, social ou tecnológicas. **A prospectiva não tem por objetivo eliminar as incertezas, pelo contrário, visa organizá-las e, se possível, reduzi-las** (PORTO *et al.*, 2001).

Antes das duas crises energéticas decorrentes do aumento abrupto do preço do barril de petróleo, o mundo pouco conhecia sobre cenários; as previsões ou extrapolações feitas até então obedeciam a uma certa estabilidade política, econômica e tecnológica, com um índice de acerto aceitável. Com os “choques de petróleo” de 1973 e 1979 passa-se a experimentar a instabilidade em todas as áreas. A aceleração das mudanças e incertezas cada vez maiores levaram as empresas e seus dirigentes perceberem a necessidade de aprender a pensar a longo prazo de uma outra forma, a imaginar os futuros possíveis, a elaborar um planejamento, a delinear uma estratégia, a agir e avaliar cada ação.

O ser humano determina - em grande parte - o porvir e é capaz de criar, construir o futuro; esta é a premissa da análise prospectiva para Godet (1979). **Projetar o futuro é possível somente quando o homem, através de suas ações passadas, compromete-se com seu futuro** de tal modo que o resultado possa ter somente uma ou duas configurações, pois a prospectiva implica uma atitude criativa quanto ao futuro, que difere das atitudes convencionais:

---

<sup>2</sup> Citado em Porto *et al.* (2001), p. 22.

*“the prospective approach implies a creative attitude to the future, radically different from attitudes classically adopted in forecasting; op.cit, p.9*

**Prospectar é criar o futuro.** A partir da proposição do trabalho, passa-se a imaginar os prováveis e possíveis futuros. Para prospectar é necessário desvincular-se das tendências existentes ou ainda libertar-se do passado - porém sem ignorá-lo; uma vez determinado o futuro desejado deve-se definir ações presentes, prosseguindo para o futuro desejado.

Uma das principais características da análise prospectiva é o exercício de se pensar de modo mais abrangente, não se limitando a fazer uma extrapolação ou seguir uma tendência passada. Deve-se considerar o futuro como múltiplo, sabendo-se que as ações do presente devem ser determinadas pela visão do futuro e não serem apenas uma simples consequência do passado. As diferenças identificadas por Godet (1979) entre uma previsão ou prognóstico clássico tendencial em comparação com o método de análise prospectiva encontram-se na tabela 1.

**TABELA 1 – Características de um prognóstico clássico ou tendencial comparadas com a análise prospectiva**

	<b>PROGNÓSTICO CLÁSSICO, TENDENCIAL</b>	<b>ANÁLISE PROSPECTIVA</b>
<b>O ponto de vista:</b>	Específico; Tudo o mais sendo ‘igual’	Abordagem ampla, completa; Nada mais sendo “igual”
<b>As variáveis são:</b>	Quantitativas, objetivas e conhecidas	Qualitativas, não necessariamente quantitativas, subjetivas conhecidas ou ocultas
<b>Relacionamentos:</b>	Estáticos, estruturas fixas	Dinâmicos, estruturas que evoluem.
<b>Explicações:</b>	O passado explica o futuro	O Futuro explica o passado.
<b>Futuro:</b>	Único e certo	Múltiplo e incerto
<b>Método:</b>	Modelos determinísticos e quantitativos (econométricos, matemáticos)	Análise Intencional ; Modelos: qualitativos (análise Estrutural) e estocásticos (cruzamento de impactos)
<b>Atitude para com O Futuro:</b>	Passiva ou adaptiva (o futuro virá – simplesmente acontece).	Ativa e criativa ( futuro construído)

**Fonte: traduzido a partir de Godet (1979) p.29**

Para a criação do futuro como algo novo, a análise deve ser regida principalmente por variáveis qualitativas, com relacionamentos dinâmicos e evolutivos uma vez que a prospectiva

considera o futuro como algo incerto e múltiplo; entretanto, modelos quantitativos são necessários para dar sustentação e confiabilidade à análise.

### 1.1.1. Elaboração de cenários

A idéia central da análise prospectiva é a construção do futuro através das ações a serem tomadas hoje. Devido ao futuro ser múltiplo e haver uma variedade de “futuros”, a descrição de um futuro potencial e os esforços progressivos nessa direção são a base para a elaboração de cenários. A palavra cenário foi introduzida pelo futurólogo Herman Khan em seu livro intitulado “O ano 2000” escrito em 1967. Naquela ocasião, o sentido da palavra cenário estava ligada a acontecimentos apocalípticos. Posteriormente, atendendo à solicitação da DATAR<sup>3</sup>, a equipe de uma empresa francesa de comércio internacional colocaria em prática o método de cenários; em seguida, deu-se ao método uma abordagem industrial ou literal. Simultaneamente, nos Estados Unidos, pesquisadores desenvolveram diversos métodos formais para a construção de cenários com base na opinião de especialistas, incluindo o método *Delphi*<sup>4</sup>, matrizes com cruzamento de impactos, e outros (GODET, 1979).

As duas abordagens – a *literal* e a *formal* – foram utilizadas de modo complementar no trabalho de prospectiva através de cenários desenvolvidos por Godet (1979) para o Aeroporto de Paris. A seguir, a definição de alguns conceitos utilizados pelo autor e que também podem ser usados neste estudo prospectivo sobre o álcool combustível:

- i) ***Invariante:*** um fenômeno assumido como permanente no horizonte de estudo; por exemplo, o fenômeno climático;
- ii) ***Tendência forte:*** um movimento que afeta um fenômeno de tal forma que seu desenvolvimento - no tempo - pode ser previsto; ex: urbanização;
- iii) ***Gérmem:*** um fator de mudança que pode não ser facilmente perceptível no presente, mas que poderá vir a constituir uma forte influência, uma tendência, no futuro; um germe é como um anunciador; um arauto. Nas palavras de Pierre Massé: “*Um sinal*”

---

<sup>3</sup> DATAR = *Délégation en aménagement des territoires et action rurale*; unidade do Ministério da França encarregada do desenvolvimento regional (Godet, 1979. pág.125)

<sup>4</sup> Método a ser explicado mais adiante, ainda neste capítulo.

*que é fraco em termos de dimensão do presente mas enorme em termos de suas conseqüências” op.cit. p.50.*

Herrera *et al.* (1994) utilizou esta terminologia para determinar quais os elementos potenciais que poderiam transformar o futuro da sociedade da América Latina, incluindo - nos *elementos de transformação* - as *tendências pesadas* como a integração econômica mundial e a formação de blocos econômicos; para o autor, os ***germens do futuro***, explicitamente as *novas tecnologias*, têm uma forte influência, poder de transformação, nas relações sociais e do homem com o meio ambiente.

iv) ***Atores ou agentes:*** são aquelas pessoas, entidades ou organizações que têm um papel importante no sistema através de variáveis que caracterizam seus planos e que, de algum modo, controlam e têm algum poder de decisão. Como exemplo de *atores* ou *agentes* no sistema da energia pode-se citar os países produtores de petróleo, os países consumidores e as multinacionais ligadas ao setor.

Ao elaborar-se os cenários, deve-se ter a percepção de que não se tratam de previsões ou adivinhações sobre o que há de vir ou acontecer, e sim descrições organizadas das probabilidades “*do que poderá ocorrer*” no futuro, o qual, por sua vez, é caracterizado por ser indeterminado, incerto. Conforme descrito por Dagnino *et al.*, 2002:

*“Cenários são desenhos do futuro, baseados em combinações **consistentes** de hipóteses **plausíveis**, sobre comportamentos alternativos das variáveis determinantes do desempenho da realidade (sistema, modelo) estudada.”* p. 124.

**Cenários são uma ferramenta de trabalho que poderá servir como referencial para a tomada de decisões, sejam estas políticas ou empresariais;** são também a base para um planejamento a longo prazo, apresentando as informações mais relevantes para definir caminhos alternativos e opções estratégicas, minimizando, conseqüentemente, as pressões e dificuldades existentes no curto e médio prazos. Por delimitar as possibilidades da evolução futura, os cenários permitem a “*construção do futuro*” pelos diferentes atores envolvidos (GODET, 1979; DAGNINO *et al.*, 2002).

Uma constatação é que os cenários não acontecem necessariamente conforme foram elaborados ou descritos. Esta é uma das primeiras lições da prática na construção e análise de cenários citada por Porto<sup>5</sup> *et al.* (2001), uma vez que a realidade pode ser, e geralmente é, bem mais complexa do que um conjunto de cenários pode descrever. No entanto, a segunda lição é que, na grande maioria dos casos, a realidade acontece dentro do conjunto de cenários traçados, combinando os diferentes aspectos o que pode reduzir consideravelmente as chances das empresas, organizações e governos serem surpreendidos.

**Os cenários estimulam o raciocínio criativo sobre o futuro.** Um bom conjunto de cenários pode auxiliar os dirigentes ou executivos da área governamental ou empresarial, ao oferecer-lhes referências consistentes para a tomada de decisões nas diversas empreitadas. Essa é a terceira lição citada pelo autor. A quarta, é o fato dos cenários reduzirem os conflitos de percepção quanto ao futuro e principalmente, a melhora da qualidade das decisões estratégicas, tornando-as mais controláveis. As incertezas e os riscos não são eliminados, mas tornam-se mais claros e sujeitos a avaliação. Os cenários não pretendem adivinhar os acontecimentos futuros mas, conforme Arie de Geus (1997):

*“..não é possível saber, e não importa qual será o futuro. A única pergunta relevante é: o que faremos se tal cenário acontecer?”* citado em PORTO *et al.*, 2001, pág. 25.

### 1.1.2. Tipos de cenários

Os cenários citados por Godet (1979), Herrera *et al* (1994) e Dagnino *et al.* (2002) obedecem a dois tipos, os exploratórios ou tendenciais, e os normativos ou prospectivos, descritos a seguir.

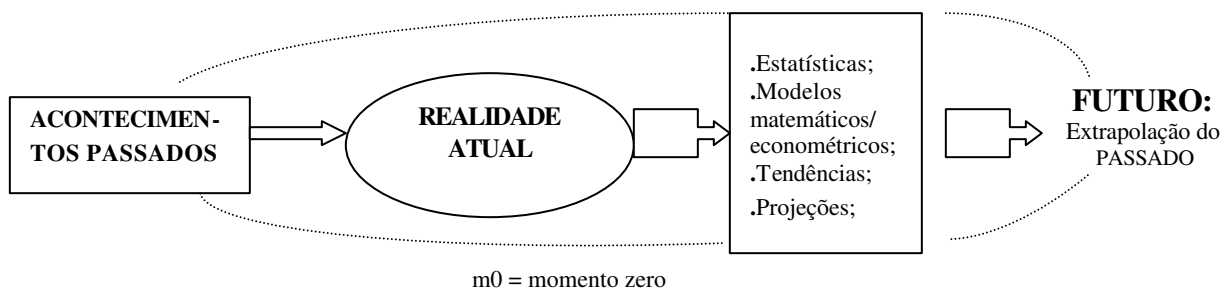
- i) *cenários exploratórios, clássicos ou tendenciais*: as projeções ou prognósticos descrevem um, e somente um, possível futuro persistindo nas tendências do passado. O futuro é uma decorrência de ações planejadas e implementadas no passado. Estes cenários não consideram o sistema<sup>6</sup> ou os fatores que condicionaram as ações (FIG.1).

---

<sup>5</sup> Autores com mais de vinte anos de experiência na construção de cenários.

<sup>6</sup> Sistema pode ser entendido como um conjunto de elementos ou componentes relacionados; esses elementos podem ser moléculas, organismos, máquinas ou partes delas, entidades sociais, ou até mesmo conceitos abstratos; as relações entre os elementos podem ser de diferentes tipos: transações econômicas, fluxos de informação, etc.. O





**FIGURA 1 - Cenários Clássicos ou Tendenciais**

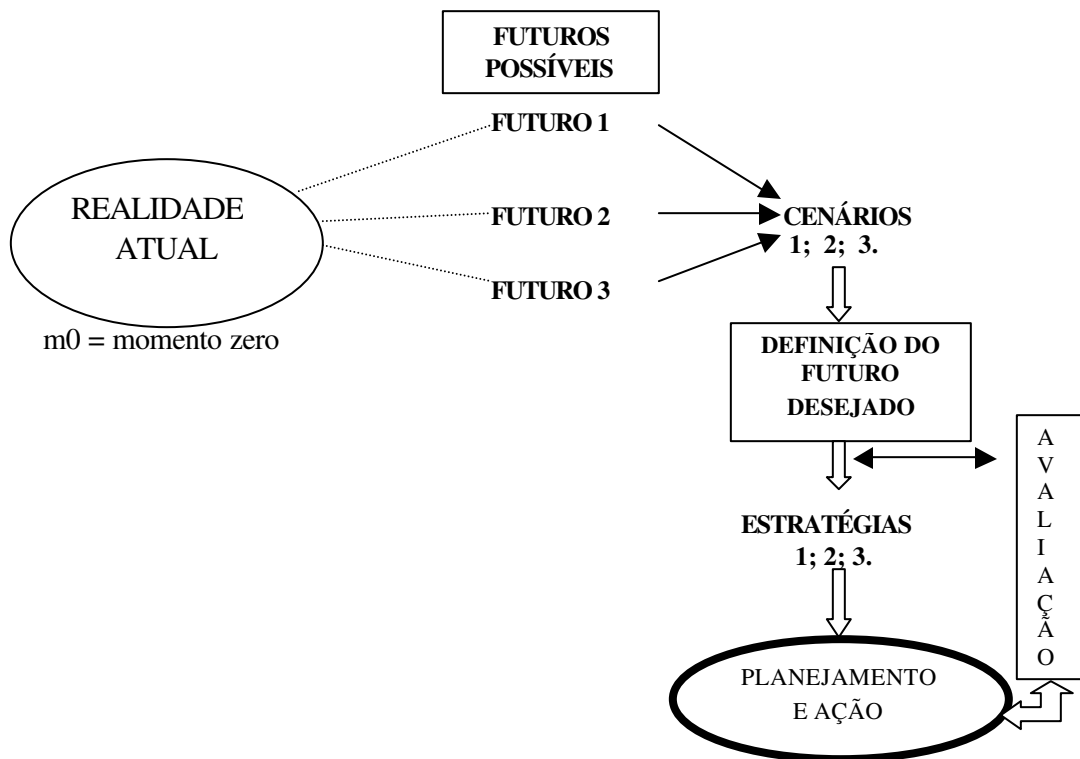
ii) *cenários normativos ou prospectivos*: sua principal característica é a observação e análise do sistema no qual o objeto da prospectiva está inserido; contrariamente ao grupo anterior, os trabalhos *normativos* são sensíveis às condicionantes do contexto e, antes da elaboração de objetivos, planos e estratégias, considera amplamente as oportunidades e riscos; este cenário será usado como uma “norma” para guiar as ações dos proponentes ou atores (DAGNINO *et al.*, 2002).

Os cenários prospectivos consideram a criação de diversos *futuros* a partir dos quais serão elaborados vários cenários para definir o futuro desejado e formular as estratégias; uma vez definida a estratégia, segue o planejamento das ações a serem tomadas (FIG. 2). O estudo prospectivo<sup>7</sup> desenvolvido por Herrera *et al.* (1994) é explicitamente normativo, sem ter a pretensão de prever o futuro, uma vez que segundo os autores “..la história es un proceso abierto; no hay futuro predeterminado, hay tan solo opciones.” *op.cit.* p.13 .

---

comportamento de um sistema é decorrente – principalmente - da natureza e intensidade das relações entre os seus elementos ou componentes (DAGNINO *et al.*, 2002, pág. 66).

<sup>7</sup> A origem deste projeto foi uma proposta apresentada à Universidade das Nações Unidas. Partiu-se da convicção de que a humanidade está vivendo um período de mudanças no qual o futuro, e a sobrevivência da humanidade, dependem das opções políticas, culturais e socioeconômicas que se façam nos próximos decênios. O objetivo final foi contribuir para a formulação de uma estratégia científica e tecnológica adequada para o desenvolvimento futuro dos países da América Latina.



**FIGURA 2 - Construção do futuro desejado.**

**Fonte:** Elaboração a partir de Godet(1979), Herrera *et al.*(1994), Dagnino *et al.* (2002).

Quanto à definição do futuro desejado, o capítulo 4 do *Global Environment Outlook/GEO-3* (UNEP,2002) aponta que os eventos ocorridos nos últimos trinta anos podem dar uma idéia de como é difícil pretender elaborar ou delinear o futuro. São enormes as mudanças ocorridas nas diferentes áreas: social, econômica e política. Questionar o futuro é navegar sobre águas imprevisíveis. Pode-se enxergar alguns metros ou quilômetros adiante, mas existe uma imensidão que não pode ser vista, mesmo com o auxílio da mais alta tecnologia.

Muitos dos eventos do futuro estão traçados devido às ações do passado. Questões que fogem ao controle, de natureza humana ou natural, certamente contribuirão para o desenrolar dos acontecimentos. No entanto, tomadores de decisão ativos e bem informados têm um papel primordial no processo de delineamento do futuro (UNEP, 2002). Uma imagem mais clara do que o amanhã poderá oferecer e do impacto que terão as suas decisões é imprescindível para criar, hoje, um melhor futuro para a humanidade.

Cenários são descrições de um percurso, de trajetórias para possíveis futuros; são quadros onde se exploram os diferentes resultados que podem advir se alguns critérios forem mudados. Assim a principal pergunta que um cenário pode responder não é o que acontecerá, e sim o que pode acontecer e como as pessoas podem reagir para enfrentar certos eventos.

Os cenários prospectivos ou normativos podem ser desenvolvidos com ênfase em duas vertentes: nos aspectos qualitativos (narrativas) ou nos quantitativos (dados numéricos). Ambos têm aspectos positivos e negativos que devem ser analisados:

- i) cenários qualitativos:* enfatizam o aspecto descritivo; exploram as relações humanas e as tendências que dificilmente serão encontrados em dados numéricos; podem incorporar facilmente as motivações humanas, valores e comportamentos.
- ii) cenários quantitativos:* têm sua base em dados numéricos a partir de modelos matemáticos, econométricos ou computacionais; são precisos e consistentes. A partir dos dados numéricos pode-se estudar as tendências do passado, presente e futuro.

Ao realizar o estudo prospectivo, o GEO-3 da UNEP (2002) centraliza a sua análise nas questões qualitativas, utilizando as ferramentas quantitativas como suporte para a consistência do estudo.

### **1.1.3. Consistência da análise prospectiva e a elaboração de cenários**

Para Godet (1979), a consistência da prospectiva refletida nos cenários deve constar de pelo menos duas fases: *i)* elaboração das tendências básicas do cenário e *ii)* elaboração de cenários opostos, contrastantes. Deve-se considerar ainda estruturas mais complexas como a elaboração de matrizes, cruzamento das informações e seus impactos, através de modelagens matemáticas, econométricas e outras. Mas somente análises probabilísticas (ou quantitativas) não são o suficiente para um estudo prospectivo. A análise qualitativa é essencial para a escolha de um cenário com consistência e é a ferramenta de maior peso na prospectiva; baseia-se na consulta – através do envio de questionários, de entrevistas diretas e pesquisa amostral – aos diferentes

agentes envolvidos com o objeto da pesquisa, visando identificar a aspiração dominante coletiva (DAGNINO *et al.* 2002).

A consistência do estudo das Nações Unidas (UNEP, 2002) no *GEO-3*, capítulo 4, evoluiu a partir da definição das forças que norteiam o estudo, as *driving forces*, que foram: demografia; desenvolvimento econômico, desenvolvimento humano, ciência e tecnologia, governabilidade, cultura e ambiente. Essas *forças* estariam presentes na análise de cada um dos quatro cenários desenvolvidos. O cenário 1 prioriza o *Mercado*. O cenário 2 dá prioridade para as *Políticas Públicas*. Já no cenário 3 o foco está na *Segurança Nacional* e no quatro o centro do estudo é o *Desenvolvimento Sustentável*. Os cenários incluem a abordagem qualitativa sustentada por modelos quantitativos. A análise apresenta as implicações das ações tomadas, ou ignoradas, em cada cenário para as diferentes regiões do planeta.

O método prospectivo, apesar de ser sofisticado e buscar consistência nos cenários propostos, não deve pretender alcançar o impossível. A análise prospectiva através da elaboração de cenários pode ser vista como uma ferramenta extremamente útil para uma reflexão construtiva sobre o futuro.

Na elaboração de cenários torna-se possível a escolha de uma estratégia que considera as mais diversas situações visando atingir os objetivos estabelecidos pelos tomadores de decisão. A análise prospectiva procura fazer as perguntas certas, em vez de achar respostas prontas. O método criativo de “pensar o futuro” inserido na análise prospectiva não deve ser visto como um modismo, uma vez que o homem está cada vez mais determinado a tomar o futuro nas próprias mãos.

Este método torna-se cada vez mais amplo, levando a mensagem que, para criar o futuro desejado, o presente deve ser liberto do passado. As relações políticas, econômicas e sociais que prendem a maioria dos seres humanos, devem ser rompidas. Assim, o planejamento tornar-se-á um material robusto e a *vontade* será o fator principal para produzir o futuro. Note-se que o autor destaca o tempo futuro no idioma inglês, que forma-se com o auxiliar “*will*”, verbo que expressa a vontade humana. O futuro é intenção, plano, desejo (GODET, 1979) e ação.

## 1.2. A METODOLOGIA ADOTADA NESTE ESTUDO

Um fato comum ao se olhar para o futuro - e que deve ser evitado e – é fazer prognósticos apressados, sem ter-se detido o suficiente para a realização prévia de um estudo pormenorizado. De acordo com Godet (1979), a análise prospectiva através de “cenários” deve abranger dois estágios principais: *i*) a construção da base; *ii*) a elaboração de cenários.

### 1.2.1 A construção da base

A construção de uma base, de uma *imagem* do estado presente, de um *diagnóstico*, é o ponto de partida para o estudo prospectivo e deve conter:

- detalhamento e compreensão, tanto quantitativa como – principalmente - qualitativa;
- escopo amplo nas diversas áreas: econômica, tecnológica, política, social, etc.
- dinâmica e explanatória (mecanismos de mudança) e os atores envolvidos.

No trabalho desenvolvido por Herrera *et al* (1994), uma vez feita a proposição do trabalho, os autores prosseguiram com o diagnóstico da situação Latino Americana, incluindo uma retrospectiva que abrange um período de trinta anos (1960-1990) dividido em duas etapas, décadas de sessenta e setenta e oitenta e noventa.

A elaboração do diagnóstico fornecerá importantes questões que deverão ser discutidas com diferentes atores envolvidos, autoridades, especialistas e profissionais da área. Conforme o mesmo autor, a análise destes dados contribuirá para definir os **germens do futuro**, sendo que os resultados obtidos irão permear as bases para determinar as variáveis-chave **qualitativas**.

### 1.2.2. A análise qualitativa

A análise qualitativa explora as relações humanas e incorpora as motivações, valores e comportamentos do ser humano. Uma ferramenta frequentemente utilizada para a realização desta análise é o método *Delphi*, desenvolvido por uma empresa norte-americana na década de cinquenta, a RAND Corporation, com a finalidade de prever a evolução da tecnologia. Essa previsão apóia-se na opinião de especialistas (ZACKIEWICZ, 2000).

No método *Delphi*, o primeiro passo é a seleção dos participantes, que deve considerar as diferenças culturais, assegurando-se a diversidade na composição do grupo dos especialistas envolvidos. A base do método é a elaboração de um questionário, o qual é submetido aos participantes selecionados. Após a análise das respostas obtidas, estas podem ser reenviadas para o mesmo grupo de profissionais, na base do anonimato, para que em uma segunda rodada, de posse das respostas dos outros profissionais, o especialista possa analisar as suas respostas em função dos resultados obtidos.

Quando comparado a outro tipo de pesquisas, como comitês de discussão ou conferências, o *Delphi* apresenta as seguintes características: *i)* comunicação estruturada; *ii)* anonimato entre os atores selecionados; *iii)* dados estatísticos com base nas respostas obtidas.

Zackiewicz (2000) e o grupo CIEMAT (2001) apontam para o fato de não existir uma fórmula pronta ou “padrão” para a obtenção de resultados satisfatórios através deste método. Os pontos de destaque para o sucesso de um bom exercício *Delphi* são: uma amostra de especialistas elaborada com esmero, uma postura neutra do grupo ou pessoa que fará a leitura das respostas e qualidade do questionário, para não desviar os objetivos do estudo.

### **1.2.3. O modelo quantitativo**

A retrospectiva e o diagnóstico, juntamente com o banco de dados, formam também a base para determinar as variáveis-chave do modelo quantitativo; para tal deverá ser utilizado um software estatístico visando determinar a correlação e variância das variáveis-chave, determinando os aspectos mais relevantes do ponto de vista quantitativo, os quais serão analisados juntamente com os dados qualitativos obtidos. Com esta informação, o próprio trabalho irá desenvolver as possíveis oportunidades a partir de uma análise prospectiva, a criação de um futuro. Essas oportunidades serão traduzidas em *hipóteses*, que irão colaborar para desenvolver os principais *cenários*.

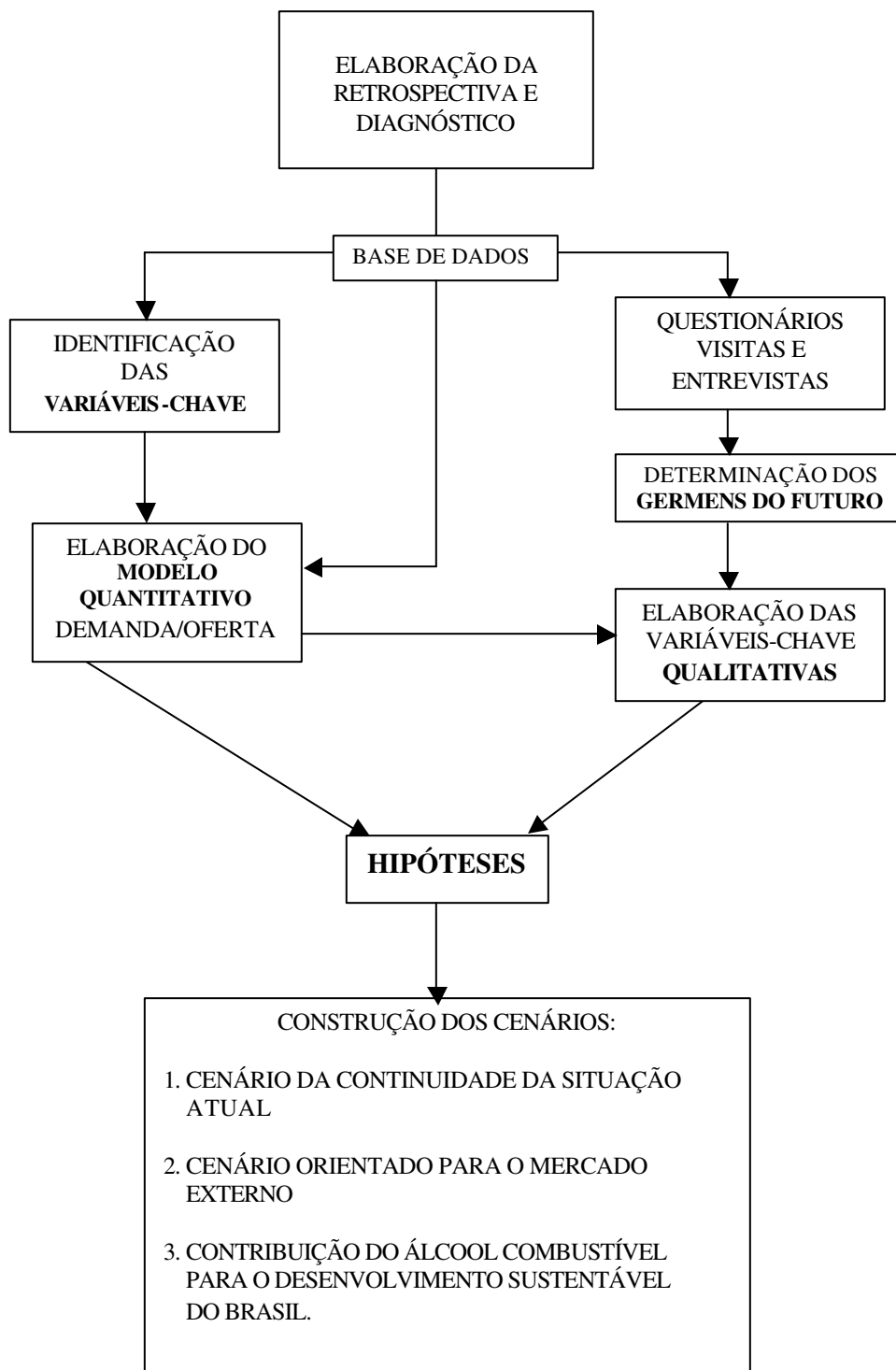
#### **1.2.4. A elaboração de cenários**

No mínimo, dois cenários contrastantes deverão ser elaborados; o primeiro será um cenário base, que consiste na extrapolação das tendências da situação atual e considera que as condicionantes políticas, sociais não sofrem grandes mudanças. É tendencial ou “*business as usual*”. O segundo cenário visa contrapor-se à tendência, é o oposto do primeiro. Assume mudanças em uma ou mais das condicionantes e considera que situação futura não será igual à situação atual. É uma abordagem normativa. Pode-se ainda criar outros cenários, intermediários, conforme a visão do autor.

### **1.3. METODOLOGIA DA ANÁLISE PROSPECTIVA PARA O ÁLCOOL ETÍLICO COMBUSTÍVEL NO BRASIL**

A metodologia utilizada neste trabalho sobre o futuro álcool etílico hidratado combustível (AEHC) tem como base os textos de Godet (1979) e Herrera *et al.* (1994); o desenvolvimento da metodologia para esta análise prospectiva encontra-se descrita no fluxograma apresentado na Figura 3.

O espaço temporal definido para este estudo é de vinte anos – a partir de 2004. A definição deste período obedece ao desejo de se formular questionamentos sobre a atuação dos diversos atores envolvidos e as conseqüências destas ações, visando fornecer ferramentas que possam contribuir com os tomadores de decisão.



**FIGURA 3 - Fluxograma da metodologia para elaboração da análise prospectiva do álcool combustível no Brasil – cenários 2004 – 2024.**



A partir da constatação da trajetória de declínio da participação da frota de carros dedicados - a qual após ter alcançado 37,8% em 1989 passou a significar 10,4% em 2002 - na composição da frota nacional de veículos leves, a autora reflete sobre as condicionantes que levaram à criação, ao auge e ao fim do programa nacional de álcool combustível, Proálcool, único programa desenvolvido em larga escala e que apresentou ao mundo uma alternativa energética para a substituição do uso de combustíveis fósseis. Com a queda da demanda de álcool hidratado, pensou-se, também, na ameaça de sucateamento da infra-estrutura ora desenvolvida para o abastecimento do combustível.

Desse modo, buscou-se delinear possíveis futuros cenários para o álcool combustível no Brasil, abrangendo um período de vinte anos; espera-se que estes cenários prospectivos possam vir a ser uma ferramenta útil para os tomadores de decisão na esfera política, econômica e social do país.

Conforme a metodologia de Godet (1979) e Herrera *et al* (1994), o primeiro passo para a análise prospectiva foi a elaboração da retrospectiva do álcool combustível no Brasil, a qual diz respeito à trajetória do combustível renovável no país sob diversos aspectos, técnicos (produção e uso do etanol) e sócio-político-econômicos (o papel do Estado e atores públicos e privados).

A retrospectiva foi dividida em três etapas; a primeira, de 1975 a 1979, com a criação do Programa Nacional do Álcool, Proálcool, que tinha como objetivo aumentar o percentual de mistura de álcool anidro (AEAC) na gasolina. A segunda etapa, de 1979 a 1989, com o lançamento do carro “100% a álcool” hidratado (AEHC); nesta etapa assiste-se ao auge do Programa. A terceira, de 1990 a 2003, é caracterizada pela mudança institucional e contínua tendência de queda nas vendas e produção de carros a álcool, até o ano de 2001.

A elaboração da retrospectiva e diagnóstico teve como objetivo, além do entendimento dos diversos atores envolvidos com o álcool combustível ao longo do período em estudo e da elaboração da base de dados, fornecer os subsídios necessários para os dois próximos passos: a análise qualitativa e o modelo quantitativo.

A elaboração das variáveis-chave qualitativas teve início com a formulação das perguntas que seriam enviadas aos principais atores através de um questionário desenvolvido para tal finalidade; para a definição dos atores contou-se com a colaboração de especialistas da área. Após contato telefônico com os diversos atores, os questionários foram enviados via correio eletrônico, sendo agendado posteriormente uma visita com entrevista para melhor entendimento dos questionamentos levantados.

Os questionários enviados e as entrevistas realizadas contribuíram para a identificação tanto dos germens de futuro como das variáveis-chave qualitativas. As respostas obtidas foram tabuladas de modo a obter-se uma visão mais clara quanto ao grau de importância dos diversos aspectos envolvidos no estudo do álcool combustível.

A outra vertente, o modelo quantitativo, foi elaborada a partir da base de dados utilizando-se ferramentas estatísticas para determinar a correlação entre as variáveis-chave; com isto, buscou-se definir um modelo da demanda e da oferta de álcool combustível.

De posse da análise qualitativa e dos dados quantitativos, as hipóteses levantadas foram tomando consistência. Prosseguiu-se com a elaboração de três cenários: o primeiro foi dividido em 1A e 1B, ambos tendenciais, de continuidade da atual situação. O 1A considera uma evolução econômica “moderada”; já o 1B, considera um crescimento econômico "otimista”.

O segundo cenário, também tendencial, explora as implicações das exportações de álcool anidro para ser misturado à gasolina, inserido em um ambiente de crescimento econômico moderado.

O terceiro, contrastante, ideal, tem como principal premissa o uso do álcool combustível como um fator que pode vir a contribuir para o crescimento sustentável do país, em um ambiente de evolução econômica otimista.

## Capítulo 2

### RETROSPECTIVA E DIAGNÓSTICO

Conforme o fluxograma da metodologia adotada neste trabalho e apresentado no capítulo 1, o *ponto de partida* para a elaboração de uma análise prospectiva é o entendimento do desenvolvimento dos acontecimentos passados e dos atores envolvidos na questão em estudo. Para Godet (1979) e Herrera *et al.* (1994) a retrospectiva é olhar para o passado com o objetivo de compreender o presente, mas não delinear o futuro, necessariamente; é comum encerrar a retrospectiva com um diagnóstico, uma síntese que tem por objetivo situar a problemática até os dias mais recentes e fornecer dados numéricos, os quais, por sua vez, irão alimentar a base de dados para os próximos capítulos.

O entendimento dos acontecimentos e o papel dos atores ou agentes envolvidos no Programa Nacional do Álcool, Proálcool – surgimento, auge, estagnação - é o ponto de partida desta retrospectiva, a qual foi dividida em três etapas; a primeira se inicia em 1975 e termina em 1979, caracterizada pelos dois choques do petróleo; a segunda etapa, de 1980 a 1990, registra o auge do Proálcool. A terceira, de 1991 a 2003, apresenta a estagnação do programa na década de noventa – embora a ameaça de nova crise no preço do petróleo devido à Guerra do Golfo (1990-1991) tenha reavivado as discussões sobre álcool combustível; uma outra tentativa de reativação do Proálcool é assistida em 1996; a desregulamentação do setor sucro-alcooleiro está incluída nesta terceira etapa.

Prévio à descrição das etapas, apresenta-se resumidamente a caracterização do processo produtivo do álcool combustível, incluindo a sua produção, tipos e usos.

## 2.1. ÁLCOOL COMBUSTÍVEL

O álcool combustível ou carburante é também conhecido como etanol, álcool etílico e álcool de biomassa. Pode ser obtido a partir de qualquer tipo de biomassa<sup>8</sup> que contenha açúcar, amido ou material com teor de celulose. Do processo industrial da cana-de-açúcar obtêm-se o açúcar e suas derivações, álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura e o bagaço. Dos materiais que contém amido, a exemplo da mandioca, babaçu, batata, e dos que contém celulose, como a madeira, deve-se primeiramente convertê-los em açúcar através de processo conhecido como *sacarificação*, seguido de *hidrólise*, para então obter-se o etanol.

No Brasil, o etanol é produzido da cana-de-açúcar e são diversos os sub-produtos que podem ser extraídos desta gramínea. O bagaço da cana pode ser hidrolisado para alimentação animal. O melação, além de produzir álcool combustível ou bebida, pode ser usado na indústria química, farmacêutica e de cosméticos, na produção de levedura, mel, ácido cítrico e ácido láctico.

A partir do etanol podem ser fabricados polietileno, estireno, poliestireno, ácido acético, éter, acetona e toda a gama de produtos que se extraem do petróleo. Seu variado uso inclui a fabricação de fibras sintéticas, pinturas, vernizes, vasilhames, tubos, solventes, plastificantes, etc. A vinhaça e o vinhoto, resíduos da cana, são utilizados como fertilizantes; outros derivados podem ser também extraídos, como o glicerol e antifúngicos.

### 2.1.1. Produção de álcool combustível

A produção do álcool inicia-se com a transformação da cana-de-açúcar em açúcar e álcool, o que é feito pelas usinas. É um trabalho conjunto entre as áreas agrícola e industrial que começa com a escolha das variedades de cana-de-açúcar plantada, na busca de maiores teores de sacarose. A cana-de-açúcar é pesada assim que chega na usina, o que permite o controle agrícola,

---

<sup>8</sup> “Qualquer matéria de origem vegetal, usada como fonte de energia – [Diversamente das fontes fósseis de energia (como, por exemplo, o petróleo, o carvão de pedra, etc.) as biomassas oferecem a vantagem de serem renováveis em intervalos relativamente curtos de tempo]” *Dicionário Aurélio Século XXI. Por ex: lenha, carvão vegetal, óleos vegetais, casca de arroz, cana-de-açúcar.*

o pagamento do transporte e, também, a medida de sacarose ou ATR (teor de sacarose, fibra e pureza da cana-de-açúcar). Depois, são retiradas as impurezas, terra e areia, e logo a cana-de-açúcar segue para os picadores e desfibradores, no caso da colheita ser manual, que preparam os caules para moagem. Se a cana-de-açúcar for colhida mecanicamente, a cana já vem picada.

O resultado da moagem é o *caldo* e o *bagaço*. Cada tonelada de cana-de-açúcar gera entre 240 e 280 quilos de bagaço, utilizado nas caldeiras para produzir o vapor que aciona as turbinas: é a auto-suficiência em energia elétrica da usina, podendo ainda gerar excedentes. O caldo extraído recebe tratamento químico e é purificado por meio de processos e técnicas de filtragem para formar o *mosto*, o qual fica em fermentação nas dornas de 4 a 12 horas. É nesta fase que os açúcares são transformados em álcool. Após a fermentação o produto recebe o nome de *vinho fermentado* e o álcool deste vinho é recuperado pela destilação. A operação é realizada em colunas, nas quais são feitas a destilação propriamente dita e a retificação, que dão origem ao álcool hidratado. Este álcool pode ser comercializado, ou, ainda, pode passar pela desidratação, para obter-se o álcool anidro. Estes produtos são armazenados em tanques de grande volume, nos quais aguardam a sua comercialização (UNICA, 2003).

### **2.1.2. Tipos e usos de etanol**

No Brasil, a mistura de etanol à gasolina data de 1919 (Pereira, 1986). Outros países como a Índia, Mauritânia, Austrália e vários países da Europa e da América Latina, iniciaram o seu uso como aditivo ao combustível na década de 1930.

Basicamente existem dois tipos de etanol carburante, o anidro e o hidratado; ambos são combustíveis usados em veículos de passeio e comerciais leves que diferem quanto ao seu uso. O álcool anidro, ou álcool etílico anidro carburante (AEAC), é praticamente puro, com um teor alcoólico entre 99,3% e 99,8%, a 20°C. É utilizado como um aditivo que aumenta o teor de oxigenados na gasolina. No Brasil a mistura é atualmente de 25%. Daí dizer-se que no país não existem veículos leves a gasolina (100%). Já o álcool hidratado, ou álcool etílico hidratado carburante (AEHC), contém um teor alcoólico entre 92,6% e 93,8%, a 20°C (Copersucar, 2003), sendo o restante água, por isso o seu nome de “hidratado” e é utilizado diretamente nos automóveis conhecidos como “carros 100% a álcool” ou “dedicados”.

O álcool combustível pode ser também utilizado misturando-se ao óleo diesel – biodiesel – e em outras tecnologias mais recentes, como na célula a combustível ou como combustível de aviação, embora seu uso para estas tecnologias não tenha sido implementado em larga escala, comercial. Por aumentar o teor de oxigenados na gasolina, o etanol permite a redução da emissão de CO sendo um substituto do chumbo tetraetílico (MTBE: methyl tertiary butyl ether), altamente poluente.

É importante citar que a logística de distribuição constitui um fator decisivo para a aceitação do álcool combustível no Brasil. O país conta hoje, aproximadamente, com 200 bases de distribuição englobando os vários modais de transporte - rodoviário, ferroviário, fluvial, marítimo e até modernos sistemas de dutos - para abastecer os cerca de 28 mil postos de distribuição.

## **2.2. A PRIMEIRA ETAPA: 1975 A 1979**

A primeira etapa do Programa Nacional do Álcool tem início com a sua criação no dia 14 de novembro de 1975, pelo Decreto Lei no. 76.593 do Governo Federal. O objetivo era centralizar esforços na produção de álcool etílico anidro combustível (AEAC), a partir da cana-de-açúcar, para ser usado na mistura à gasolina em motores do ciclo Otto, na proporção de 20%.

A Tabela 2, apresenta a evolução da produção de álcool anidro, a qual torna-se significativa a partir do surgimento do Proálcool.

**TABELA 2: Evolução da produção de AEAC e AEHC no Brasil (1970–1980) (mil m<sup>3</sup>)**

Ano	Álcool Anidro (AEAC)	% / total ÁLCOOL	Álcool Hidratado (AEHC)	% / total ÁLCOOL	TOTAL ÁLCOOL
1970	233,0	37,3	392,3	62,7	625,3
1971	394,5	63,2	230,2	36,8	624,7
1972	399,3	58,4	284,7	41,6	684,0
1973	319,7	48,9	333,1	51,1	652,8
1974	215,1	35,0	399,8	65,0	614,9
1975	220,3	38,0	359,8	62,0	580,1
1976	272,3	42,4	369,8	57,6	642,1
1977	1087,9	78,4	299,7	21,6	1387,6
1978	1.959,9	83,1	399,2	16,9	2.359,1
1979	2.830,0	82,1	618,2	17,9	3.448,2
1980	2.171,5	59,1	1.504,7	40,9	3.676,2

**Fonte: elaboração própria a partir de SANTOS (1993).**

O país passou de uma produção de 220,3 mil m<sup>3</sup> de álcool anidro (AEAC) no ano de 1975 para 2.830,0 mil m<sup>3</sup> em 1979 (Tabela 2), ou seja, multiplicou-se por 12,8 a produção nacional de AEAC em quatro anos. Com efeito, o Brasil não somente alcançou como superou em 15% a meta estabelecida de produzir 3.000,0 mil m<sup>3</sup> de álcool combustível, somados o AEAC e AEHC.

### 2.2.1. A primeira crise internacional do petróleo

A primeira crise internacional do petróleo, em 1973, praticamente quadruplicou o preço do barril de petróleo, de US\$ 2,70 para US\$ 11,50, fato que se traduziu em grande prejuízo para a Balança Comercial Brasileira<sup>9</sup>.

À época do primeiro choque, mais de 80% do consumo interno de petróleo era importado. O país tinha gastado US\$ 469 milhões com a importação de petróleo em 1972 e a despesa passou para US\$ 2.840 milhões em 1974, representando 32,2% do valor das importações do país, que em 1973, para o mesmo volume de petróleo, correspondia a 9,7%. Nesse período, o saldo da balança comercial passou de um saldo positivo de US\$ 7 milhões para US\$ 4,7 bilhões negativos (MELO e FONSECA, 1981; MAGALHÃES *et al.*, 1991).

<sup>9</sup> O preço do petróleo posto no Brasil foi de US\$ 2,84(1972), \$12,27(1975), \$18,36(1979), \$30,72(1980) e \$36,59 (1981). Fonte: Petrobrás *in* PAMPLONA, C. (1984).

Este primeiro aumento na cotação do petróleo, colaborou para encerrar um período conhecido como “milagre econômico brasileiro” (1968-73), no qual o país apresentou as mais altas taxas de crescimento do produto interno bruto de sua história, embora com um endividamento externo crescente (MELO e FONSECA, 1981).

### 2.2.1.1. O Proálcool e a Política Energética Nacional

A crise energética nacional deflagrada pelo aumento do preço do petróleo levou o governo militar, instaurado desde 1964, a repensar a política energética nacional, tomando para si a responsabilidade de reverter o estilo de desenvolvimento com base na dependência externa. Ele determinou três vertentes principais (FURTADO, 1983):

- i) *prospecção e exploração nacional de petróleo;*
- ii) *expansão (ambiciosa) da geração de energia primária hidráulica;*
- iii) *alternativas para substituir três importantes derivados do petróleo: PROÓLEO (óleo Diesel); PROCARVÃO (óleo combustível) e o PROÁLCOOL (gasolina)<sup>10</sup>.*

Apesar das previsões do governo, a **primeira vertente** não apresentou os resultados esperados. A produção nacional de petróleo manteve-se “estável” durante a década de setenta, embora o consumo interno continuasse a crescer a um ritmo de 6% ao ano. Esse aumento foi refletido nas importações de combustível fóssil, que cresceram 45,4% de 1974 a 1979, passando de  $35,1 \times 10^3$  tep para  $51,0 \times 10^3$  tep. Em 1979 as importações representaram 89,6% da oferta total de petróleo no país, conforme indicado na tabela 3.

De acordo com Furtado (1983), somente seis anos após 1973, a produção interna de petróleo apresentou crescimento. Isso deveu-se, em grande parte, ao abandono das prospecções no final da década de 60 e, principalmente, à lentidão da Petrobrás em responder às necessidades internas de produção de petróleo, frustrando as previsões do Estado (*op. cit*, p.71).

---

<sup>10</sup> Conforme MAGALHÃES *et al.*, 1991: “Na prática, o PROÓLEO (produção de óleos vegetais a serem utilizados em motores Diesel) mal chegou a ser lançado, o PROCARVÃO tropeçou desde o início com sérios obstáculos, jamais adquirindo a amplitude necessária. Restou, assim, o PROÁLCOOL, que registrou espetacular sucesso” p.17.



**TABELA 3 - Produção e importação de petróleo (10<sup>3</sup>tep) – Década de Setenta**

	1972	%/OT	1974	%/OT	1976	%/OT	1978	%/OT	1979	%/OT	1980	%/OT
Produção	8.313	24,7	8.970	21,2	8.473	16,7	8.154	14,8	8.419	14,7	9.256	16,6
Importação	25.706	76,6	35.077	83,2	41.767	82,4	45.811	83,3	51.000	89,6	44.311	79,5
Oferta Total*	33.525		42.153		50.668		54.938		56.916		55.689	

**Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN), 2004; (\*): inclui as variações de estoque.**

A **segunda vertente** da política energética, segundo Furtado (1983), teve como base a expansão da oferta de energia primária, cuja fonte principal era a energia hidráulica. O segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PNB) previa um crescimento da ordem de 60% no parque gerador nacional. Com efeito, a capacidade instalada de geração elétrica no país passou de 18.133MW em 1974 para 31.219MW em 1979 (BEN, 2003), sendo que a participação da hidroeletricidade foi de 80%. Para atingir tal feito, o programa estimou um investimento de 200 bilhões de cruzeiros, ou 24.600 milhões de dólares, em 1975, montante que representava quatro quintos do total de investimentos previstos para o setor energético. Conforme Furtado (1983), embora houvesse a diminuição da taxa de crescimento, refletido no PIB do país, que passou de 12% (1970-74) para 6,5% (1974-80), o efeito foi contra-balanceado pela elasticidade da energia/PIB, viabilizando os grandes investimentos governamentais.

A **terceira vertente** da política energética nacional concedeu ao país um *status* singular ao criar um programa pioneiro de produção de álcool etílico hidratado combustível a partir de uma fonte renovável, a biomassa, cuja matéria-prima é a cana-de-açúcar – apresentando ao mundo uma alternativa viável para a substituição da gasolina em automóveis com motor ciclo Otto, fato que para o país representou diminuir as importações de petróleo. Conforme mencionado, a primeira meta estipulada para aumentar a produção de álcool combustível foi rapidamente alcançada e ainda superada.

Mas o surgimento do Proálcool não se deveu exclusivamente à primeira crise do petróleo de 1973. As exportações de açúcar nacional sofreram uma queda<sup>11</sup> no final de 1974. Assim, as dificuldades financeiras devido à importação de petróleo e a instabilidade do preço do açúcar no mercado internacional, alicerçadas à determinação governamental de buscar a autonomia

<sup>11</sup> Figura 5, p. 42 deste trabalho.

energética, impulsionaram o lançamento do Programa Nacional de Álcool. Para o setor sucroalcooleiro o Proálcool representou uma válvula de escape para superar seus prejuízos com a exportação do açúcar; conseqüentemente, o setor apoiou as determinações governamentais na formulação do Proálcool.

### 2.2.1.2. Os atores

A intervenção do Estado foi fundamental para o cumprimento dos objetivos do Programa. O Governo Federal encarregou-se de formular, financiar e executar as decisões. A administração do Proálcool ficou a cargo do Ministério da Indústria e Comércio através da CNA, Comissão Nacional do Álcool (PAMPLONA, 1984), cujo objetivo era expandir a área plantada e a produção de cana-de-açúcar, assim como aumentar a capacidade industrial de transformação da cana-de-açúcar, para ampliar a oferta de álcool combustível para substituição da gasolina, além de incrementar o uso do álcool etílico no setor químico (MELO e FONSECA, 1981).

A realização do Proálcool requereu grandes esforços tanto na sua formulação como na implementação do programa, tentando equalizar os interesses e motivações dos diferentes atores. Santos (1993) cita, entre os principais atores *públicos*, o Presidente da República, Ernesto Geisel, Ministério da Indústria e do Comércio-MIC, Ministério das Minas e Energia-MME, Secretaria de Planejamento-SEPLAN, Ministério da Agricultura. Destaque-se ainda, o Instituto do Açúcar e do Álcool –IAA<sup>12</sup>, Petrobrás, Conselho Nacional do Petróleo-CNP, o Centro Técnico da Aeronáutica-CTA e a Secretaria de Tecnologia Industrial-STI/MIC.

Como atores *privados*, a autora aponta a Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – COPERSUCAR, o Sindicato da Indústria de Fabricação do Álcool no Estado de São Paulo, a Cooperativa Fluminense dos Produtores de Açúcar e Álcool-COPERFLU, o Sindicato da Refinação de Açúcar dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo,

---

<sup>12</sup> Melo e Fonseca (1981) fazem menção à citação de Szmrecsányi (1979) sobre a importância da criação, junto ao IAA, do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, PLANALSUCAR, em 1971, o qual desenvolveu “*as condições técnicas e administrativas destinadas à implantação e execução de projetos de pesquisa nos campos da genética, fitossanidade e agronomia, com o objetivo de obter novas variedades de cana-de-açúcar, ecologicamente especializadas e de elevado índice de produtividade agrícola e industrial*” p. 294.

associações de produtores e de fornecedores de cana-de-açúcar de outras regiões e a Associação Brasileira das Indústrias Químicas-ABRIQUIM.

Embora as atribuições do IAA estivessem em sintonia com os objetivos do Estado para atender às necessidades do novo programa existia uma controvérsia quanto aos interesses dos dois maiores estados produtores, Pernambuco e São Paulo, mesmo havendo um íntimo relacionamento entre o governo e o complexo canavieiro, cuja existência pode ser percebida desde o período colonial, passando pelo pós-guerra até o final da década de sessenta. A este período Ramos (1999) denomina “*expansão diferenciada e contradições do “desenvolvimento equilibrado (1946-1968)”*”. Conforme o autor explica, até o final da década de cinquenta, um terço da produção total de açúcar originava-se das usinas pernambucanas; estas, por sua vez, dependiam do mercado externo.

A CNA foi então encarregada de elaborar e concretizar a política de implantação do Programa. Além de analisar e avaliar todos os projetos para as novas usinas, a CNA recebera aval financeiro das instituições públicas que lhe permitiria financiar os projetos agro-industriais com taxas de juros negativas<sup>13</sup>. As taxas de inflação durante 1975-79 foram, respectivamente, 28%, 41%, 43%, 39% e 54% (MELO e FONSECA,1981). De acordo com Furtado (1983), o Ministério da Indústria e Comércio ficou encarregado de controlar a execução do Programa.

### **2.2.1.3. Expansão da Produção de Álcool Etílico: IAA e Copersucar**

Era unânime a necessidade de expandir-se a área plantada de cana-de-açúcar para atender ao Programa. Havia divergência, no entanto, quanto à maneira de produzir o álcool. O Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), criado em 1933, através do Decreto 22.789, sob o regime do Presidente Vargas, tinha forte atuação de controle sobre a produção e destino do açúcar<sup>14</sup> e defendia que o álcool deveria ser fabricado em *destilarias autônomas*, localizadas em regiões

---

<sup>13</sup> O custo de produção de álcool era substancialmente maior que o custo de importação do petróleo mais refino, ou seja, que o custo da gasolina: US\$40-50 do álcool contra US\$16-18 da gasolina. As condições básicas de financiamento do Proálcool, crédito subsidiado, durante 1975/79 eram: a) para fins agrícolas: 100% de financiamento a taxas de juros de 13-15% e reembolso de um capital circulante a doze anos; b) para fins industriais (destilarias): 80-90% de financiamento, 15-17% de juros e de 3 a 12 anos para pagamento (MELO e FONSECA,1981).

<sup>14</sup> O IAA foi criado com o intuito de resolver os problemas de super produção da década de 30. O IAA determinava o limite de produção de açúcar e álcool de cada usina em cada Estado (MORAES, 2000; SZMRECSÁNYI, 1979).

não-açucareiras, pois temia (o IAA) que um desvio na matéria-prima prejudicasse a fabricação de açúcar, perdendo-se assim, espaço no mercado internacional (SZMRECSÁNYI, 1979). Segundo Santos (1993), o IAA contava com o apoio do Ministério de Minas e Energia, devido às receitas advindas da exportação de açúcar e de seus subprodutos. Para os produtores do norte-nordeste, o álcool ocupava uma posição secundária e o IAA atuava zelando pelos interesses da região e pelos ganhos advindos da exportação da *commodity*.

Já a Copersucar<sup>15</sup>, organização privada fundada em 1959, defendia a produção de álcool em *destilarias anexas*. Seu argumento era que a expansão da produção de álcool combustível deveria ser vista em termos de segurança energética, e não considerar o álcool somente como um subproduto do açúcar. A intenção era firmar o álcool combustível como alternativa energética suprindo, principalmente, o setor de transportes (SANTOS, 1993; MORAES, 2000).

O estado de São Paulo tornou-se um dos principais produtores de açúcar (50%) e de álcool (60-70%) nos anos de 1950, passou a produzir álcool industrial na década de 1970, na busca de alternativas de uso para o álcool e demais subprodutos do açúcar. No entanto, segundo Santos (1993), os baixos preços para a fabricação de álcool sintético a partir do petróleo fechariam o mercado internacional para o Brasil, fazendo com que o país abandonasse essa atividade, ficando com um *super* excesso do produto. São Paulo, então, voltou a produzir álcool anidro, e torna-se responsável por 97,5% da produção do AEAC na safra de 1974/75 – fato que levou a Copersucar a se posicionar a favor das *destilarias anexas*, visando ocupar assim a capacidade ociosa das usinas da região.

#### **2.2.1.4. Destilarias *anexas* (economia de escopo) versus *autônomas***

As implicações destes dois tipos de destilarias são relevantes. De acordo com Pereira (1987), nos países com tradição na indústria do açúcar, ou mandioca, a produção de etanol, anidro ou hidratado, pode ser feita em destilarias *anexas*, as quais são construídas próximas ao complexo industrial existente. Neste caso, o investimento está relacionado com o equipamento

---

<sup>15</sup> Fundada como cooperativa central pela fusão de duas cooperativas regionais surgidas do cultivo de cana-de-açúcar e da produção de açúcar. Essas cooperativas das regiões produtoras de Ribeirão Preto e de Piracicaba, no Estado de São Paulo, reuniram-se sob o nome Copersucar para reestruturarem a comercialização de açúcar e álcool de suas unidades filiadas.

para a destilaria, evitando-se o gasto com infra-estrutura, como as vias de acesso à usina, construção de locais para o recebimento e preparação da cana-de-açúcar. É um típico exemplo de uma *economia de escopo*, na qual a diversificação da produção, neste caso o AEAC, causa redução do custo de cada unidade produzida (PINTO Jr. e SILVEIRA, 1999).

As destilarias *anexas* apresentam algumas vantagens em relação às *autônomas*. Estas últimas são investimentos isolados e requerem uma quantia maior de capital, uma vez que deverão incluir gastos com a mão-de-obra, infra-estrutura para moradia, arrendamento ou aquisição da terra. De acordo com Pinto Jr. e Silveira (1999), a justificativa econômica do monopólio natural é atestada quando os custos unitários associados à instalação e operação de uma única unidade permitem significativas economias de escala (ampliação) e/ou de escopo (diversificação), reduzindo os custos médios de atendimento da demanda.

Nesse contexto, quanto à diversificação e ampliação da oferta de álcool combustível, a CENAL aprovou 383 projetos industriais entre 1975 e 1982, sendo 175 destilarias anexas e 208 autônomas nas macro-regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul (tabela 4), destacando-se a região Centro-Sul por receber 42% do total para destilarias autônomas. Somente o estado de São Paulo, recebeu aprovação para 132 projetos para este tipo de destilarias, correspondentes a 82% do total de projetos aprovados para destilarias autônomas na região Centro-Sul do país.

**TABELA 4 - Destilarias implantadas nas duas macro-regiões nacionais (1975-1982)**

Ano	TOTAL	Anexas			Autônomas		
		N-NE (PE)	C-Sul (SP)	TOTAL	N-NE (PE)	C-Sul(SP)	TOTAL
1975/76	69	16 (8)	30 (28)	46	8 (0)	15(5)	23
1977	40	7 (3)	18(14)	25	7 (0)	8 (3)	15
1978	61	13(3)	28 (22)	41	3 (3)	17 (9)	20
1979	39	14(5)	10 (4)	24	8 (0)	7 (6)	15
1980	95	4 (2)	23 (14)	27	14 (5)	54 (26)	68
1981	56	3 (2)	6 (5)	9	4 (0)	43 (18)	47
1982	23	0	3 (3)	3	2 (2)	18 (5)	20
<b>TOTAL</b>	<b>383</b>	<b>57 (23)</b>	<b>118 (90)</b>	<b>175</b>	<b>46 (10)</b>	<b>162 (132)</b>	<b>208</b>

**Fonte: Elaboração própria a partir de SANTOS (1993)**

Para se ter uma idéia do impacto desta ampliação, o setor sucro-alcooleiro produziu um total de 3.676,1 milhões de litros de álcool combustível em 1980. Com a aprovação dos projetos

pela CENAL, a capacidade de produção seria acrescida em mais 3.662,7 milhões de litros no mesmo ano, o que praticamente dobrou a capacidade de oferta do combustível renovável.

### 2.2.2. A segunda crise internacional do petróleo

O setor sucro-alcooleiro respondeu satisfatoriamente à política governamental, ampliando – na primeira etapa do Proálcool – a produção de álcool anidro, conforme citado anteriormente. Com o segundo choque do petróleo, em 1979, a cotação novamente subiu abruptamente, chegando, em 1981 a US\$ 40,00/barril<sup>16</sup>.

Estes acontecimentos, somados às medidas de intervenção estatal estabelecidas quando da primeira crise do petróleo, impulsionaram o desenvolvimento de uma nova tecnologia, o automóvel movido 100% a álcool.

Para viabilizar um programa do porte do PROÁLCOOL era necessário também um vultuoso volume de investimentos, dos quais três quartos foram provenientes dos recursos públicos e um quarto dos recursos de caráter privado (SHIKIDA, 1998). O Orçamento Monetário Nacional - administrado pelo Banco Central – financiava a maior parcela do Programa, através da sub-conta PROÁLCOOL do Fundo Geral para Agricultura e Indústria – FUNAGRI. Ainda sobre os investimentos, Moreira<sup>17</sup> (1989, p.56) enuncia:

*“Para os investimentos industriais foram instituídas as taxas de “(juros de)” 15% ao ano para os produtores do Norte/Nordeste e 17% ao ano para os do Centro-Sul, sem correção monetária. O prazo de amortização era de 12 anos, sendo 3 anos de carência, e o financiamento envolvia 100% do investimento (a partir de 1977 a parcela financiada foi reduzida para 90% para o Norte/Nordeste e 80% para o Centro-Sul). Os investimentos agrícolas pagavam uma taxa de 7% ao ano (metade da taxa de crédito rural), tendo os mesmos prazos que o crédito industrial para investimentos fixos e de 1 a 3 anos para o custeio agrícola.”*

Na primeira etapa do programa, a ênfase esteve nos atores ligados ao setor sucro-alcooleiro, devido à expansão da produção de álcool etílico (SANTOS, 1993). Existiam, no entanto, sérios

---

<sup>16</sup> Em dezembro de 1979 os países da OPEP elevaram o preço do barril de petróleo para US\$ 24-26; em novembro de 1980 estava em US\$ 30-32 e em janeiro de 1981 o menor preço era US\$ 32 para o petróleo da Arábia Saudita e o maior preço chegou aos US\$ 40/barril (MELO e FONSECA, 1981).

<sup>17</sup> Citado em Shikida (1998).

problemas com relação ao álcool combustível, entre os quais os de maior destaque eram: *i)* o preço pago aos produtores e *ii)* a questão da estocagem do combustível.

*i)* a atratividade do preço pago aos produtores era essencial para que estes aderissem ao Programa. Este aspecto levou a diversas reivindicações, uma vez que Copersucar defendia a relação de 37,5 litros por saca de 60 kg de açúcar – com base nos custos de produção. No entanto, o Decreto 75.966 fixou a relação de 44 litros por saca. Após várias alterações, a relação ficou em 38 litros de álcool combustível por saca de 60 kg de açúcar, o que foi, conforme Santos (1993), bastante satisfatório, principalmente para os produtores da região centro-sul.

*ii)* a estocagem do álcool combustível era um outro problema sério do Proálcool: nem os usineiros, nem o IAA, nem o CNP, assumiram a responsabilidade de distribuir e comercializar<sup>18</sup> o álcool combustível, até que foi atribuído às distribuidoras a responsabilidade de adquirir o álcool diretamente das usinas, conforme as cotas fixadas pelo Conselho Nacional do Petróleo e transportá-lo para os centros de mistura.

Mas, ainda, outros problemas foram enfrentados na primeira etapa do Programa Nacional do Álcool e que foram “herdados” pela próxima etapa, entre os quais estão, o (longo) tempo para aprovação dos projetos das destilarias, a distribuição e estocagem de álcool, o preço pago aos produtores, e os recursos para expansão da lavoura e da capacidade industrial (MORAES, 2000; SANTOS, 1993).

## **2.2. A SEGUNDA ETAPA: DE 1980 A 1990**

O Decreto 83.700 do Governo Federal viabilizou a segunda etapa do Proálcool, em 5 de julho de 1979, com a produção de álcool etílico hidratado combustível (AEHC) para ser utilizado no recém lançado “carro a álcool”; tratava-se de automóveis com motores ciclo Otto que foram modificados para receber 100% de álcool hidratado. A transição da primeira para a segunda etapa do Proálcool coincidiu com o início da administração do General Figueiredo, que enfrentaria novos desafios perante o mais recente aumento do preço de petróleo, em 1979, momento no qual

---

<sup>18</sup> Sessenta e cinco por cento do AEAC produzido em Pernambuco e Alagoas na safra 1977/78 estavam sem escoamento e sem local para estocagem (MORAES, 2000).

a dependência deste combustível fóssil estava acima dos 85% (conforme a Tabela 3), representando aproximadamente 32% do total gasto pelo país com importações (MELO e FONSECA, 1981).

A partir de 1979, o governo decidiu delegar a condução geral do Proálcool ao Conselho Nacional do Álcool (CNAL), sendo que a sua execução foi administrada pela Comissão Executiva Nacional de Álcool, CENAL. Este novo órgão tinha um escopo de atuação mais amplo do que o IAA. Foi extinta, nesta época, a Comissão Nacional do Álcool (CNA), que administrou o programa até 1979.

### **2.3.1. Os atores**

O Conselho Nacional do Álcool (CNAL) foi presidido pelo Ministro da Indústria e Comércio. Eram membros os secretários gerais dos ministros da Fazenda, Agricultura, Minas e Energia, Secretaria de Planejamento, Interior, Transportes, Trabalho e subchefe de Assuntos Tecnológicos do Estado-Maior das Forças Armadas e representantes do setor privado. A primeira atribuição do CNAL foi a formulação da política e fixação das diretrizes da segunda etapa do Proálcool (PAMPLONA, 1984).

Ainda quanto à Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), o mesmo autor explica que a autoridade máxima era exercida pelo Secretário Geral do Ministério da Indústria e do Comércio, tendo como membros os presidentes do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) e do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), o Secretário de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio (STI/MIC) e o Secretário Executivo do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI/MIC). Entre as suas principais atribuições estavam: analisar os projetos de implantação e/ou ampliação de destilarias, tomar as decisões quanto ao enquadramento do Proálcool, acompanhar as atividades dos órgãos e entidades públicas ligadas ao Programa e promover e coordenar a realização de estudos e pesquisas de interesse do Programa. Deveria, também, propiciar apoio técnico e administrativo ao CNAL e executar as suas decisões.

O Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) passou a fazer parte deste conjunto de atores a partir de um acordo firmado pelo então ministro do Planejamento. Os recursos



financiados pelo BIRD foram de US\$ 250 milhões, o que representava somente 4% do total dos recursos necessários ao Programa, o que, segundo Moraes (2000), refletiu uma necessidade de se melhorar o balanço de pagamentos e não, necessariamente, uma ajuda para a execução do Proálcool.

Esta segunda etapa do Proálcool foi bem mais ambiciosa do que a primeira. Em 1975 o objetivo era a produção de 2,5 bilhões de litros de álcool em quatro anos. Já nesta segunda etapa, iniciada em 1979, a meta estipulada foi de produzir 10,7 bilhões de litros de álcool em 1985, ou seja, o país deveria aumentar a sua oferta de álcool combustível em 7,7 bilhões de litros em cinco anos (MELO e FONSECA, 1981).

### **2.3.2. O Proálcool na década de oitenta: expansão**

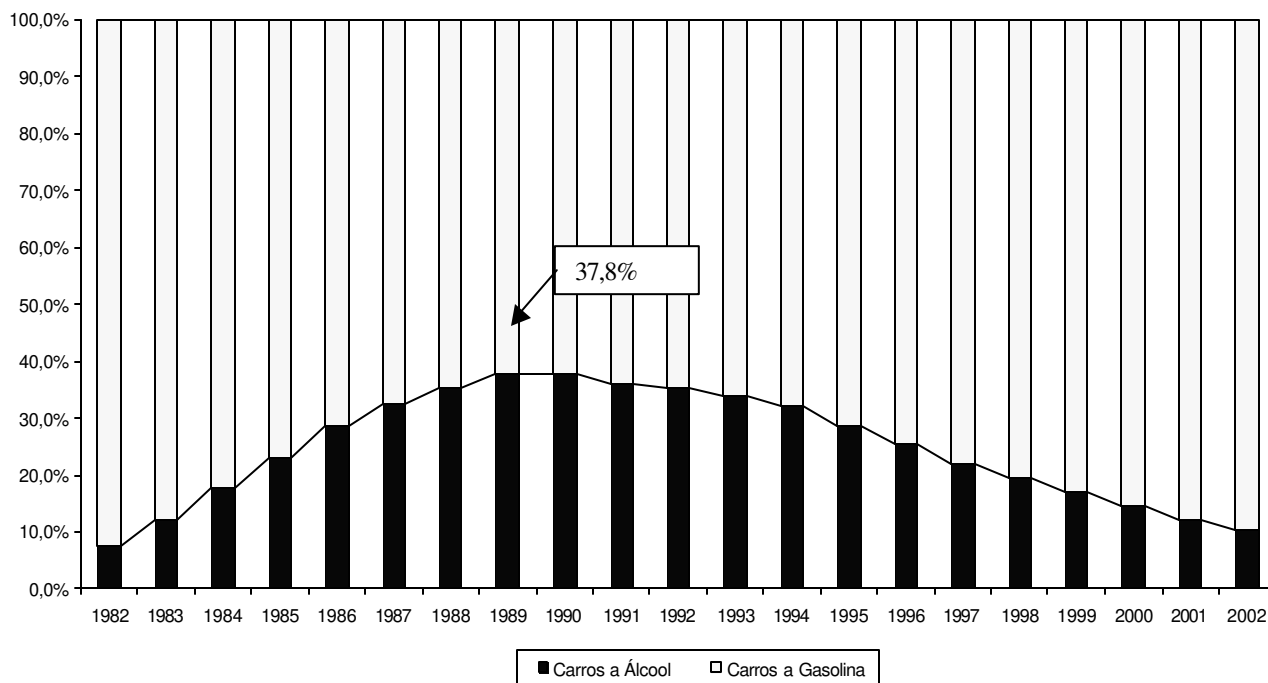
Em que pese a demora da indústria automobilística em aderir à segunda etapa do Programa Nacional do Álcool, a guerra Irã *versus* Iraque, em setembro de 1980, cortou 50% das importações diárias de petróleo do Brasil e impulsionou a venda de carros a álcool, que passou de 0,4% em 1979 para 25% sobre o total das vendas em 1980. A essa fase Santos (1993) denominou de “euforia” e, desse momento em diante, mesmo passando por algum “descrédito” no primeiro semestre de 1981, as vendas de carros a álcool seguiu uma trajetória ascendente até 1986.

Conforme Moraes (2000), coube ao governo estimular a demanda dos carros a álcool, pois as montadoras aguardavam o aval dos consumidores para iniciar sua fabricação em série. Fixou-se, inicialmente, o preço do álcool a uma relação de 65% do valor da gasolina, valor mais baixo da Taxa Rodoviária Única (TRU), prazos mais longos de financiamento para a compra de carros a álcool, e abertura dos postos de abastecimentos para carros a álcool durante todo o final de semana, o que não acontecia para a gasolina. Quanto ao preço do carro a álcool, a ANFAVEA concordou em fixá-lo no mesmo patamar do carro a gasolina, embora seu custo de produção fosse mais alto.

Em 1982 o governo deu um novo estímulo para as vendas de carros a álcool, as quais decresceram em 1981 devido, entre outros, ao fato da guerra Ira x Iraque não ter apresentado escassez na oferta de petróleo, além da alta nos preços dos carros a álcool e os problemas tecnológicos que começaram a surgir na primeira geração de motores a álcool (MORAES, 2000).

Entre os incentivos, a autora cita o decréscimo na relação do preço álcool/gasolina, de 65% para 59%, aumento no IPI dos carros a gasolina, isenção de IPI pelo prazo de um ano nos carros de passageiros movidos a álcool de até 100hp, que seriam utilizados como táxis. Com estas medidas, segundo a autora, além da revitalização nas vendas, a indústria automobilística nacional finalmente manifestou credibilidade no produto, passando para a produção em série do carro a álcool.

O carro dedicado conquistou rapidamente o consumidor nacional, ator importante para a expansão do Programa. O sucesso do Proálcool foi refletido no aumento da produção, das vendas e, conseqüentemente, no crescimento da frota de veículos leves<sup>19</sup> movidos a álcool. O auge do Proálcool deu-se uma década após o início da segunda etapa, quando representou 37,8% da frota brasileira de automóveis e comerciais leves, em 1989, conforme apresentado na Figura 4. Nesse ano, o consumo de álcool hidratado foi de 10,8 bilhões de litros (DAA/MAPA<sup>20</sup>, 2003).



**FIGURA 4 - Participação percentual dos carros a álcool (AEHC) e gasolina na frota nacional de veículos leves (1982-2002)**

Fonte: Frota nacional (IPT, 2003). Frota carros a álcool (DATAGRO, 2003)

<sup>19</sup> Inclui os automóveis e os comerciais leves (ANFAVEA, 2004).

<sup>20</sup> MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, DAA: Departamento do Açúcar e Álcool.

A **produção** de carros a álcool, que teve seu início com 4.614 unidades em 1979, saltou para 254.001 em 1980. Três anos mais tarde alcançaria o meio milhão de unidades, sendo o ano de 1986 o mais expressivo para a produção de carros a álcool da indústria nacional com 697.731 unidades; nesse mesmo ano, do total de automóveis (de passeio) fabricados, 76% foram a álcool (Tabela 5). Os carros com motores a álcool chegaram a representarem 66,4% da produção total de veículos nacionais em 1985. A participação média da produção de carros dedicados de 1983 a 1986, foi de 65% (ANFAVEA, 2003) sobre o total da produção nacional de autoveículos.

As **vendas** acompanharam o ritmo da produção nacional. Os carros a álcool chegaram a ter uma participação de 84,8% sobre o total das vendas de autoveículos do país em 1985. Esse percentual pode passar para 96% se forem consideradas as vendas de automóveis a álcool sobre o total das vendas de automóveis de passeio<sup>21</sup> (álcool + gasolina), ou seja, em 1985 foram vendidos 578.177 automóveis a álcool e somente 23.892 unidades a gasolina (ANFAVEA, 2003). Esta trajetória ascendente apresentaria, a partir desse momento, uma inversão. Após o período de expansão, viria uma queda tão expressiva quanto a ascensão. A década de oitenta encerrou as vendas com apenas 11,4% de carros movidos a álcool (Tabela 5).

**TABELA 5 - Participação dos carros a álcool sobre o total nacional (%) 1980-1990**

Ano	Produção <sup>(1)</sup> de carros a álcool (%)		Vendas <sup>(1)</sup> de carros a álcool (%)		Frota <sup>(2)</sup> de carros a álcool (10 <sup>3</sup> )
	Automóveis (passeio)	Automóveis+ Comer. leves	Automóveis	Automóveis+ Comer. leves	Unidades
1980	25,6	21,8	23,0	24,5	165,0
<b>1985</b>	75,5	<b>66,4</b>	75,7	<b>84,8</b>	2.083,6
<b>1986</b>	<b>76,0</b>	66,1	71,5	80,4	2.759,5
1989	47,3	39,1	45,4	52,4	4.110,7
<b>1990</b>	10,8	9,1	15,2	<b>11,4</b>	4.220,4

**Fonte: Elaboração própria a partir de: (1) ANFAVEA (2003), (2)DATAGRO (2003)**

A **frota** de carros a álcool passou de 165 mil unidades em 1980 para 2.083.600 de veículos em 1985. Após mais cinco anos, a frota seria mais do que duplicada, somando 4.220,4 unidades (Tabela 5).

<sup>21</sup> Não inclui os comerciais leves, caminhões e ônibus. Em 1986, o total das vendas de autoveículos foi de 763.178 unidades .

A partir desse momento, o programa pioneiro na substituição do uso de combustíveis fósseis em automóveis ciclo Otto<sup>22</sup>, iniciou o seu declínio, fato evidenciado na queda da participação dos carros a álcool na frota de veículos leves do país, conforme apresentado na Figura 4.

### 2.3.3. Produção de AEHC e AEAC

Por conta do arcabouço institucional aparelhado com os interesses do setor sucroalcooleiro, expandiu-se tanto a oferta de álcool etílico hidratado combustível (AEHC) como a de álcool etílico anidro combustível (AEAC) no país, apresentando sucessivos aumentos. Note-se que, na safra 1979/80, o álcool anidro representava 79,9% do total da produção de álcool combustível (Tabela 6). A partir desse momento, houve uma inversão no *mix* de produção; na safra 1984/85 a participação do álcool hidratado foi de 77,3%. Desse modo, o consumidor contava com um produto, o automóvel a álcool, que apresentava vantagens tanto na aquisição do veículo, IPVA reduzido, como no abastecimento, quando comparado com a gasolina: o preço do litro de álcool foi fixado em, no máximo a 65% do preço do litro da gasolina.

**TABELA 6 - Produção nacional de álcool combustível (mil m<sup>3</sup>) 1979/80 a 1989/90**

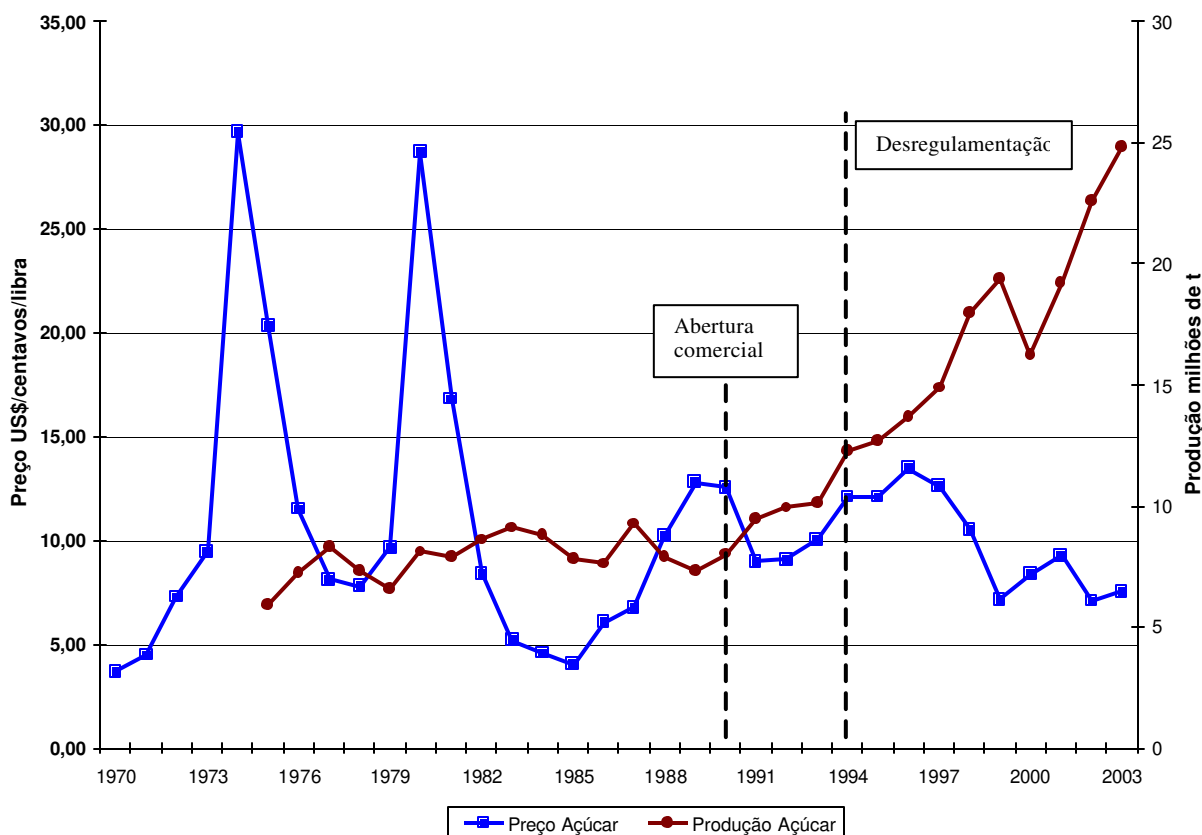
ANO/SAFRA	AEHC	%/Total	AEAC	%/Total	TOTAL
1979/80	683,1	20,1	2.713,3	79,9	3.396,4
1980/81	1.602,3	43,2	2.104,0	56,8	3.706,4
1981/82	2.787,0	65,7	1.453,1	34,3	4.240,1
1983/84	5.394,7	68,6	2.469,4	31,4	7.864,2
1984/85	7.148,9	77,3	2.102,6	22,7	9.251,6
1985/86	8.621,1	72,9	3.199,6	27,1	11.820,7
1988/89	9.991,2	85,3	1.726,3	14,7	11.717,5
1989/90	10.579,4	88,7	1.350,5	11,3	11.929,9

**Fonte: Elaboração própria. Dados de 1979/80 a 1981/82: IAA *in* Santos (1993)  
Demais anos/safra: DAA/MAPA (2003); UNICA (2003)**

<sup>22</sup> Dados elaborados a partir das informações extraídas do Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira, ANFAVEA (2003). Os autoveículos são divididos em quatro categorias: automóveis (de passeio), comerciais leves, caminhões e ônibus.

Mas o aumento de produção de álcool hidratado (AEHC) obedeceu também a outras condicionante. As exportações de açúcar sofreram uma dura queda na primeira metade da década de oitenta, quando a cotação no mercado internacional caiu de US\$28,69 centavos por libra em 1980 para US\$ 4,06 centavos por libra em 1985, conforme a Figura 5. A partir de 1986, no entanto, houve aumentos sucessivos no preço internacional da *commodity*, embora não mais atingisse nem a metade dos valores da década de 1970.

Conforme pode ser evidenciado na Figura 5, a produção de açúcar no país manteve-se estável durante a década de oitenta – tanto no período de expansão como de declínio do Proálcool – apresentando uma média de 8,2 milhões de toneladas. Foi somente a partir da década de noventa, coincidindo com a abertura comercial, que a produção de açúcar iniciou uma trajetória ascendente significativa, chegando, na safra 2003/2004, a triplicar o montante produzido comparado à década de oitenta, embora o preço da *commodity* não acompanhasse a mesma trajetória.



**FIGURA 5 - Evolução do preço do açúcar no mercado internacional em UScents/libra e da produção brasileira, em milhões de toneladas**

Fonte: Elaboração própria a partir de Sugar Year Book (1994) e UNICA (2004)

### 2.3.4. O Proálcool na década de oitenta: de clínio

Para Santos (1993) o ano de 1985, dez anos após a criação do Programa Nacional de Álcool, pode ser considerado como o marco de encerramento da fase de expansão do Proálcool. O declínio do Programa foi provocado, na realidade, pela deficiência no planejamento, o que levou a um desajuste entre a oferta do combustível renovável e a produção de carros a álcool. A demanda de álcool hidratado crescia regularmente, mas a produção (oferta) de álcool parou de crescer a partir de 1985. Isso se deveu ao fato dos preços internos começar a cair.

Mas houve, também, questões pontuais que levaram ao declínio do Programa. Na segunda metade da década de oitenta houve uma inversão dos alicerces sobre os quais fora concebido o Proálcool, conforme Santos (1993) e Moraes (2000):

- i)* a queda de 50% no preço do petróleo de 1985 a 1986, inverteu a trajetória de ascensão do fóssil desde o primeiro choque do petróleo (Tabela 7).
- ii)* a dependência externa de petróleo diminuiu em decorrência do aumento da produção nacional; após a importação representar 89,6% do consumo do país em 1979 (Tabela 3), em 1986 esse percentual passou a ser de 51,7%, encerrando a década com uma participação de produção nacional de 53,8% (Tabela 8).
- iii)* os planos econômicos do governo estavam centrados no controle da inflação e do *déficit* público. A suspensão dos financiamentos governamentais para ampliação da capacidade das usinas deixou claro que o setor sucro-alcooleiro deveria expandir o Programa através de aumento de produtividade das atividades agrícolas e industriais;
- iv)* Conflitos entre produtores e governo: o papel da Petrobrás.

**TABELA 7 - Preço do barril de petróleo importado (1980 – 1990)**

Ano	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
US\$/barril	36,00	35,45	35,17	31,34	30,85	29,51	14,95	19,51	15,75	18,56	23,19

**Fonte: Petrobrás e DNC; preços médios anuais; importação CIF-Brasil**

**TABELA 8. Produção nacional e importação de petróleo (10<sup>3</sup>tep); década de oitenta**

	1982	%	1984	%	1985	%	1986	%	1988	%	1990	%
Produção	13.338	<b>24,4</b>	23.172	41,7	28.080	50,1	29.433	49,3	28.448	46,5	32.550	<b>53,8</b>
Importação	40.944	<b>74,8</b>	33.387	60,0	28.008	49,9	30.915	51,7	32.796	53,6	29.464	<b>48,7</b>
Oferta Total*	54.671		55.555		56.023		59.687		61.175		60.459	

**Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN, 2004); (\*) inclui as variações de estoque.**

Ainda segundo Santos (1993), em 1987 havia consenso de que a continuidade e expansão do Programa teriam que se dar via aumentos da competitividade do setor e ganhos de produtividade agrícola e industrial.

A queda do preço do petróleo – a partir de 1986 – foi refletida diretamente no preço da gasolina, o qual servia de referência para o preço do álcool hidratado, diminuindo conseqüentemente a competitividade do combustível renovável. A necessidade de oferta do álcool hidratado no mercado, mantendo-se a relação de 65% em relação ao preço da gasolina, exigia subsídios cada vez mais elevados (MANCINI, 1998).

Enquanto as discussões giravam em torno da continuidade ou não do Programa, a Petrobrás contabilizava um elevado *déficit* na conta álcool. Santos (1993) relata que, embora o controle da estatal via distribuição do álcool combustível tivesse servido aos interesses da Petrobrás, a partir de 1986 este controle passou a ter custos excessivamente altos. Entre os fatores que contribuíram para este fato, a autora cita:

*“o congelamento de cinco meses, em 1985, do preço de venda ao consumidor [...] em decorrência de medidas anti-inflacionárias, enquanto o preço de aquisição ao produtor era determinado independentemente pelo IAA de acordo com os custos de produção [...]. Por outro lado, os excedentes crescentes da gasolina (cerca de 40% do total da produção de 1987) colocados no mercado internacional tenderão a encontrar o seu limite. A gasolina, além do mais, constituía-se na maior fonte de receita líquida na comercialização interna de derivados de petróleo. Utilizada pela Petrobrás para financiar suas atividades de exploração de petróleo e subsidiar o consumo de derivados de relevância social, como a nafta e o GLP...”*(cf. Castro Santos, 1987, p. 147-148).

A Petrobrás passou, então, a retardar a compra de álcool e o pagamento aos produtores, tendo, como conseqüência, a diminuição de seus estoques. Os produtores de açúcar e álcool reclamavam essa atuação da Petrobrás e a significativa defasagem dos preços dos produtos da

agroindústria canavieira que, conforme explica Santos (1993), eram calculados pela Fundação Getúlio Vargas, por convênio com o IAA, mas determinados pelo Conselho Nacional de Petróleo e órgãos responsáveis pela política econômica do país, “*comprometidos com a política anti-inflacionária do governo*” (p. 237).

Como consequência, cerca de 28 destilarias autônomas, financiadas pelo Proálcool, teriam quebrado na safra 1989/90. Assistiu-se, em 1989, a greves e boicotes dos canavieiros e fornecedores independentes de cana-de-açúcar, à ameaça dos próprios produtores de parar a produção de álcool, além de denúncias de comercialização clandestina de álcool. A Petrobrás<sup>23</sup>, alegando grande defasagem nos preços dos derivados, “*anuncia a drástica redução dos estoques de segurança de álcool e dramático corte em seus investimentos*” (SANTOS, 1993, p.238). O anúncio da estatal sobre a possível falta de álcool concretiza-se pouco depois, dando início ao desabastecimento, às longas filas nos postos e ao descrédito ao Programa perante o consumidor.

Na tentativa de minimizar o impasse, o governo reduz a proporção de álcool anidro na mistura com a gasolina, passando de 22% para 18% e logo para 13% em 1990. Este fato pode ser evidenciado na diminuição de 42% no total de AEAC produzido (Tabela 6) da safra 1985/86 para 1989/90. Outras medidas, como a importação de metanol, pela Petrobrás e etanol de uva e milho pela Copersucar, são discutidos. No entanto, a falta de credibilidade por parte do usuário no Proálcool tornava-se latente e teria seu reflexo nas  **vendas**  dos automóveis a álcool, os quais, após representarem cerca de 84,8% do total de automóveis comercializados em 1985, encerraram a década, em 1990, com uma participação de apenas 11,4% (Tabela 5).

Ainda na mesma Tabela 5 pode-se observar que a  **produção**  dos automóveis a álcool sofreu uma forte queda; a década de oitenta encerrou com uma produção de 83.259 unidades, ou 9,1% do total de autoveículos produzidos no país.

A participação dos veículos a álcool na  **frota**  nacional, que chegou a representar 37,8% em 1989, apresentou, a partir de 1986, uma queda vertiginosa, conforme a Figura 4, e encerrou a década de 1990 com uma participação de 10,8%, concorde a Tabela 5.

---

<sup>23</sup> Segundo SANTOS (1993), Serôa da Motta (1989, nota 4, p.2) calcula em US\$ 1,8 bilhão/ano a perda de receita líquida pela Petrobrás, representando mais de 1/3 dos recursos para investimentos exigidos pela empresa.



## 2.4. A TERCEIRA ETAPA: DÉCADA DE NOVENTA A 2003

Nos primeiros anos da década de noventa - a partir do governo Collor<sup>24</sup> – o Brasil aderiu aos postulados neoliberais consolidados no Consenso de Washington – cujas 10 diretrizes convergem para dois objetivos básicos: drástica redução do papel do Estado na economia, e abertura às importações de bens e serviços e à entrada de capital de risco no país. Essas mudanças se traduziram em uma maior internacionalização da produção e das finanças da economia brasileira.

### 2.4.1. Mudança institucional: a desregulamentação do setor

Com a reforma administrativa do governo Collor, estabeleceu-se uma nova estrutura para a política decisória do álcool e do açúcar, embora também segmentada (SANTOS, 1993), dentro do contexto de liberalização econômica ao que o país aderiu, apoiado na Constituição Federal de 1988, a qual, ao contrário da Constituição Federal de 1946 que consagrou o princípio intervencionista do Estado na economia, e que foi mantido na Constituição de 1967, dispõe que o papel do Estado na economia através do planejamento estatal deve ser de caráter indicativo (MORAES, 2000).

### 2.4.2. Atores públicos

Uma das primeiras medidas do “novo modelo” foi a **extinção do Instituto do Alcool e do Açúcar, IAA**<sup>25</sup>, juntamente com várias entidades da Administração Pública Federal, conforme Medida Provisória No.151, de 15 de março de 1990, ficando as prerrogativas do IAA vinculadas momentaneamente ao Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento. Em junho do mesmo ano, as atribuições do IAA foram transferidas para a Secretaria do Desenvolvimento Regional da Presidência da República até que, de acordo com Moraes (2000), em 1991, foi criada a Comissão Consultiva Nacional de Açúcar e Alcool, com a participação do Ministério da Economia, da Agricultura e da Infra-Estrutura, das Secretarias de Ciência e Tecnologia e de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, além do Diretor do Departamento de Assuntos Sucro-

---

<sup>24</sup> Fernando Collor de Mello, político carioca que fez sua carreira política no estado de Alagoas, foi o primeiro presidente brasileiro eleito pelo povo a assumir o mandato depois do governo militar (1964-1985). Governou de 1989 a 1992 e foi o primeiro presidente do país a deixar o cargo por processo de *impeachment*.

<sup>25</sup> Outros atores públicos como o Cenal e Cnal já haviam sido desfeitos.

alcooleiros da SDR/PR; representantes da indústria privada de açúcar e álcool, fornecedores de cana-de-açúcar e trabalhadores do setor faziam parte desta Comissão.

Destarte, o setor sucroalcooleiro viu-se repentinamente perante a eliminação do monopólio público na comercialização do açúcar, uma vez que a atuação do Governo, durante sessenta anos através do IAA, acontecia tanto do lado da oferta (fixação de cotas e preços) como da demanda, controlando a comercialização (exportação, mercado interno, estoques, etc.).

Em 1993 foi estabelecida uma nova Comissão Interministerial, sob coordenação do Ministério de Minas e Energia. Segundo Moraes (2000), o Departamento Sucro-Alcooleiro fazia parte do Ministério de Integração Regional e funcionava como um canal de ligação entre os produtores e o Palácio do Planalto.

Visando mudar o sistema fragmentado das decisões relativas ao setor sucro-alcooleiro, foi criado, em agosto de 1997 o **Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA)**, presidido pelo Ministério da Indústria e Comércio até 1999, composto por 10 ministros e respectivos secretários-executivos de cada ministério: Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Fazenda, Agricultura, Minas e Energia, Meio Ambiente, Relações Exteriores, Ciência e Tecnologia, Casa Civil, Orçamento e Gestão e Extraordinário de Projetos Especiais. Ainda, o Comitê Executivo do CIMA foi formado pelos secretários executivos e um representante da Casa Civil da Presidência da República (MORAES, 2000). No mesmo ano foi criado o Comitê Consultivo para a Política Sucro-alcooleira do CIMA, formado por representantes dos produtores de açúcar e álcool, fornecedores de cana-de-açúcar e, posteriormente, por parlamentares da Câmara dos Deputados e Senadores.

O CIMA, presidido pelo Ministério da Agricultura a partir de 2000, passou a ser o órgão responsável pela determinação do percentual de mistura de álcool anidro na gasolina. O Departamento de Açúcar e Álcool (DAA), também sob tutela do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ficou responsável pelo controle das safras e da produção de açúcar e álcool, mas não apresentou uma atuação expressiva na organização e coordenação do setor sucro-alcooleiro, nem houve a construção de mecanismos de gestão que substituíssem o planejamento estatal, conforme Moraes (2000), fato que se refletiu nas profundas oscilações do preço do álcool hidratado no final dos anos noventa.

Um outro fato importante neste cenário de descentralização é a criação da **Agência Nacional do Petróleo (ANP)** e a **abertura do mercado de combustíveis** em agosto de 1997, sob a égide da Lei No 9.748, a qual dispõe sobre a política energética nacional e institui o Conselho Nacional de Política Energética, cria a Agência Nacional do Petróleo e tem por objetivo implantar o regime de livre mercado para os combustíveis derivados de petróleo a partir de 2000 (MORAES, 2000).

A ANP, entre outros atributos, assumiu as atividades de regulação do então extinto Departamento Nacional de Combustíveis (DNC) referentes à distribuição e revenda de derivados de petróleo e álcool combustível. Um dos maiores desafios da ANP ainda é lidar com a sonegação fiscal (recolhimento de ICMS, PIS/Cofins e PPE<sup>26</sup>) e a adulteração na qualidade da gasolina. Desde 19 de dezembro de 2001, a Lei nº 10.366 instituiu a Cide – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – substituindo a PPE. A Cide<sup>27</sup> incide sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados e álcool etílico combustível (MORAES e SHIKIDA, 2002).

A criação da **Associação dos Municípios Canavieiros do Estado de São Paulo (Amcesp)**, em novembro de 1997, teve o apoio dos fornecedores e produtores de açúcar e álcool. A associação representa 220 municípios paulistas, 11.000 plantadores de cana-de-açúcar cadastrados e mais de 500 mil trabalhadores e 132 destilarias e usinas. Conforme Moraes (2000), as primeiras ações pretendidas pela Amcesp incluíam: *i*) pressionar a aprovação de um projeto de lei, sobre a adição de álcool no diesel e *ii*) lutar pelo apoio à Frota Verde na Assembléia Legislativa de São Paulo. Segundo a mesma autora, foi criado, em dezembro de 1995, a **Câmara Paulista do Setor Sucro-alcooleiro**, como parte do Programa de Desenvolvimento e Competitividade do Estado de São Paulo, cujo foco estava centrado nas questões econômicas, ambientais e sociais do setor.

---

<sup>26</sup> PPE: Parcela de Preço Específica, antiga Conta Álcool, que seria denominada mais tarde de Fundo de Uniformização de Preços (FUP). Os recursos da conta FUP eram repassados ao Fundo de Unificação dos Preços do Álcool (FUPA); o objetivo era tornar viável o consumo do álcool em relação à gasolina (MORAES, 2000).

<sup>27</sup> A Lei 10.336 permite que o valor da Cide seja deduzido – de acordo com limites específicos para cada produto - dos valores da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, seja na importação ou na comercialização no mercado interno. Não se trata, portanto, da criação de mais um imposto, e sim de substituição da carga tributária anteriormente existente (MORAES e SHIKIDA, 2002).

### 2.4.3. Atores privados

Entre as diversas alterações decorrentes da desregulamentação do setor sucro-alcooleiro, pode-se evidenciar o surgimento de novos atores, que irão incorporar ou substituir as atribuições de antigos agentes e, ainda, assiste-se à criação de novas entidades para suprir as lacunas ora existentes ou formadas a partir do novo arranjo institucional.

Visando fortalecer a representação dos produtores do setor sucro-alcooleiro, surgiu, em abril de 1997, a **União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA)**, substituindo a Associação das Indústrias de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (AIAA) e a Sociedade de Produtores de Açúcar e Álcool (Sopral); a UNICA agrega diversas entidades (Moraes, 2000):

- i)* Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar);
- ii)* Associação da Indústria Sucro-alcooleira do Estado de São Paulo (Sucresp);
- iii)* Sociedade dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Sopral);
- iv)* Associação das Destilarias Antônomas (ADA);
- v)* Sindicato da Indústria de Fabricação do Álcool do Estado de São Paulo (Sifaesp);
- vi)* Sindicato da Indústria do Açúcar do Estado de São Paulo (Siaesp);
- vii)* Cooperativa dos Produtores de Álcool e de Aguardente do Estado de São Paulo (Copacesp);
- viii)* União das Destilarias do Oeste Paulista (UDOP).

A UNICA contava, em 2004, com 95 unidades produtoras associadas, responsáveis por 57% da produção nacional de cana-de-açúcar. Dirigidos pelo mesmo Conselho Diretor, os sindicatos Siaesp e Sifaesp reúnem 134 unidades industriais do estado, responsáveis pelo processamento de 70% da cana, pela produção de 67% do açúcar e por 65% do álcool no Brasil (UNICA, 2004).

Com o objetivo de agregar maior competitividade para a região Centro-Sul, foi criada a **Coligação das Entidades Produtoras de Açúcar e Álcool (Cepaal)**, agregando diversas Associações, Cooperativas e Sindicatos de Indústrias de Açúcar e Álcool do Estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

A Cepaal, responsável por 58% da produção da região, acredita que o álcool hidratado deveria ser considerado o principal produto a ser incentivado, deixando ao álcool anidro a função de “regulador”, dada sua característica de poder ser misturado à gasolina até a proporção de 26%. (MORAES, 2000).

Com o objetivo de promover a integração dos agentes produtores e o desenvolvimento da agroindústria canavieira do Estado de São Paulo, em setembro de 1999, foi criada a **Associação Paulista da Agroindústria Sucroalcooleira (Sucroalco)**; contando com 35 associados, incluindo diversas associações de produtores regionais paulistas, tais como a ADA, Copacesp, responsáveis por 30% da produção de cana-de-açúcar do estado.

Uma mudança importante para o ambiente do setor sucroalcooleiro da região Centro-Sul foi a criação da **Brasil Álcool S/A**, em janeiro de 1999, cuja principal função é a exportação de álcool combustível e a retirada de 1,2 bilhão de litros de álcool excedentes. A nova empresa conta com 200 dos 250 produtores da região. Segundo Moraes (2000), os grupos pertencentes à Brasil Álcool respondem por 85% da produção da região Centro-Sul. Entre eles encontram-se a Copersucar, Cosan, Crystalsev, além de produtores da região de Assis, Araçatuba e dos Estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

A necessidade de administrar a oferta do produto ao longo do ano, o que antes era feito pelo governo, levou os produtores a tomarem a responsabilidade pela criação de um sistema de comercialização conjunta da produção de álcool. Surgiu, assim, a **Bolsa Brasileira de Álcool (BBA)**, em 22 de maio de 1999. De acordo com Moraes (2000), cerca de 170 produtores da região Centro-Sul, responsáveis por 78% da produção de álcool, faziam parte da BBA.

Ainda segundo a autora, a BBA não tinha finalidade de lucro. A intenção era funcionar como uma corretora de propriedade dos produtores e os sócios assinavam um contrato de adesão para a venda total de sua produção, havendo punição no caso de não cumprimento do acordo. Segundo Ferraz<sup>28</sup>, a Brasil Álcool e a BBA passaram a ser instrumentos privados importantes para assegurar a sustentação e tranquilidade de abastecimento do álcool combustível.

---

<sup>28</sup> Citado em MORAES (2000) p.102.

#### 2.4.4. Desregulamentação e o preço da cana-de-açúcar

A partir da safra 1998-99, o governo federal deixou de fixar os preços do álcool hidratado e da cana-de-açúcar. De acordo com a UNICA (2004), nasceu um novo modelo de relacionamento entre os produtores de cana-de-açúcar e os usineiros do setor sucroalcooleiro, no qual prevaleceram as regras do livre mercado. O preço para a cana-de-açúcar passou a ser fixado a partir de duas variáveis: quantidade de açúcar total recuperável (ATR) e os preços dos derivados da condição P.V.U. (Posto Veículo Usina) no Estado de São Paulo, para o mercado interno e externo. Assim, as usinas compram ATR e vendem ATR modificado, em forma de açúcar e álcool.

O novo modelo é gerido pelo **Conselho dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Consecana)**, constituído em 1997, formado por membros da União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, UNICA, representando o setor empresarial, e a **Organização dos Plantadores de Cana-de-açúcar do Estado de São Paulo (Orplana)**, representando os produtores.

#### 2.4.5. Impactos da desregulamentação

Com a abertura comercial, em 1990, as exportações de açúcar foram privatizadas. Cinco anos mais tarde, a desregulamentação do açúcar deu-se com o fim das cotas de produção. Com respeito ao álcool, a liberação do preço do álcool anidro aconteceu somente em maio de 1997 e, dois anos mais tarde, em 1999, foram liberados os preços da cana-de-açúcar e do álcool hidratado combustível. Como medida compensatória, o setor teve a rolagem de suas dívidas em condições favoráveis, além de algumas vantagens tributárias na venda de carros a álcool, como o IPI diferenciado. Para agravar ainda mais a situação do setor sucro-alcooleiro, o preço do petróleo manteve-se “estável” durante a década de noventa, a exceção do ano 2000, conforme indicado na Tabela 9.

**TABELA 9 - Preço do barril de petróleo – tipo Brent (1991 – 2000)**

Ano	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
US\$/barril	19,63	19,33	17,19	16,09	17,03	20,13	19,17	13,43	18,45	28,15

**Fonte: International Petroleum Exchange, 2003**

#### **2.4.6. Desregulamentação e o preço do álcool**

Até outubro de 1999 existia um mecanismo de complementação de preços ao produtor, com recursos advindos da cobrança de um sobre-preço nos combustíveis derivados de petróleo, devido à produção de álcool ter um custo mais elevado do que o da gasolina (MORAES, 2000). Até janeiro de 1999 este suporte ao álcool hidratado era de R\$0,127 por litro e foi reduzido para R\$0,045 para, em outubro do mesmo ano, ser extinto. Isto porque, conforme a autora, o cálculo era feito de modo a que, se o preço da gasolina subisse o suficiente, o subsídio passaria a ser desnecessário, o que ocorreu no final de 1999, quando a gasolina subiu 10%.

#### **2.4.7. A indústria automobilística**

No Brasil, o desenvolvimento da indústria automobilística deu-se assentado no uso extensivo dos derivados de petróleo, posição acentuada na década de cinquenta, no governo Juscelino Kubistchek, com a introdução das montadoras no país, privilegiando o modelo de transporte rodoviário e, conseqüentemente, o uso do petróleo (gasolina e diesel) nos autoveículos leves e pesados. Como mencionado anteriormente, os aumentos abruptos na cotação do petróleo da década de setenta foram refletidos no preço dos combustíveis e o setor automotivo nacional aderiu ao Proálcool (Santos, 1993). No início da década de noventa, no entanto, as montadoras praticamente abandonaram a produção de carros a álcool (Tabela 10).

A abertura comercial, juntamente com a implantação do Plano Real (1994), significou a introdução de diversas montadoras no país e a indústria automobilística optou pelo desenvolvimento de uma nova geração de automóveis, os “populares”, de 1.000 cilindradas somente na versão a gasolina, estimulados pela diminuição dos impostos, que tinha como objetivo elevar a produção da indústria automobilística. De fato, a produção de automóveis passou de 914.466 unidades em 1990 para 1.581.389 em 1994, dos quais, 80% eram a gasolina e destes, a maioria com motor 1.0. A trajetória continuou praticamente sem grandes modificações; em 2003: do total de automóveis vendidos, 64,7% correspondem aos de 1.000 cilindradas nacionais, percentual que chegou a 74,6% em 2001 (ANFAVEA, 2004).

**TABELA 10 – Participação (%) dos carros a álcool no Brasil (1991-2003)**

Ano	Produção <sup>(1)</sup> de carros a álcool (%)		Vendas <sup>(1)</sup> de carros a álcool (%)		Frota <sup>(2)</sup> de carros a álcool
	Automóveis (passeio)/total veículos leves	Automóveis+ Comer. Leves/ total veículos	Automóveis	Automóveis+ Comer. leves	Unidades
1991	18,3	15,7	22,1	19,6	4.190.122
1993	20,7	19,0	26,7	24,4	4.314.339
1994	9,6	9,0	12,2	11,8	4.363.773
1995	2,5	2,5	3,0	3,0	4.236.118
<b>1997</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	3.780.176
2000	0,7	0,6	0,9	0,8	2.895.114
2001	1,0	1,0	1,3	1,3	2.511.239
2002	3,2	3,2	4,1	4,0	2.245.529
2003	4,1*	4,6	6,6**	6,2	2.132.129***

(\* ) inclui a produção de automóveis, *flex* (2,3%) + dedicados (1,8%);

(\*\* ) inclui a venda de automóveis, *flex* (3,8%) + dedicados (2,8%).

**Fonte: (1) ANFAVEA, 2004. (2) DATAGRO, 2003 (\*\*\*) estimativa.**

Note-se, no entanto, que, no ano de 1993, a produção dos carros a álcool representou 20,7% dos automóveis de passeio produzidos no país e 19% sobre o total da produção nacional de autoveículos. A partir desse momento, o declínio foi constante e a frota de carros a álcool que chegou a ser de aproximadamente 4,4 milhões de unidades em 1994 encerrou a década de 1990 com 2,9 milhões de veículos movidos a AEHC, conforme apresentado na Tabela 10. As vendas de carros a álcool representaram 0,1% em 1997 e menos de um por cento das vendas nacionais (0,79%) no ano 2000 (ANFAVEA, 2004, p. 62).

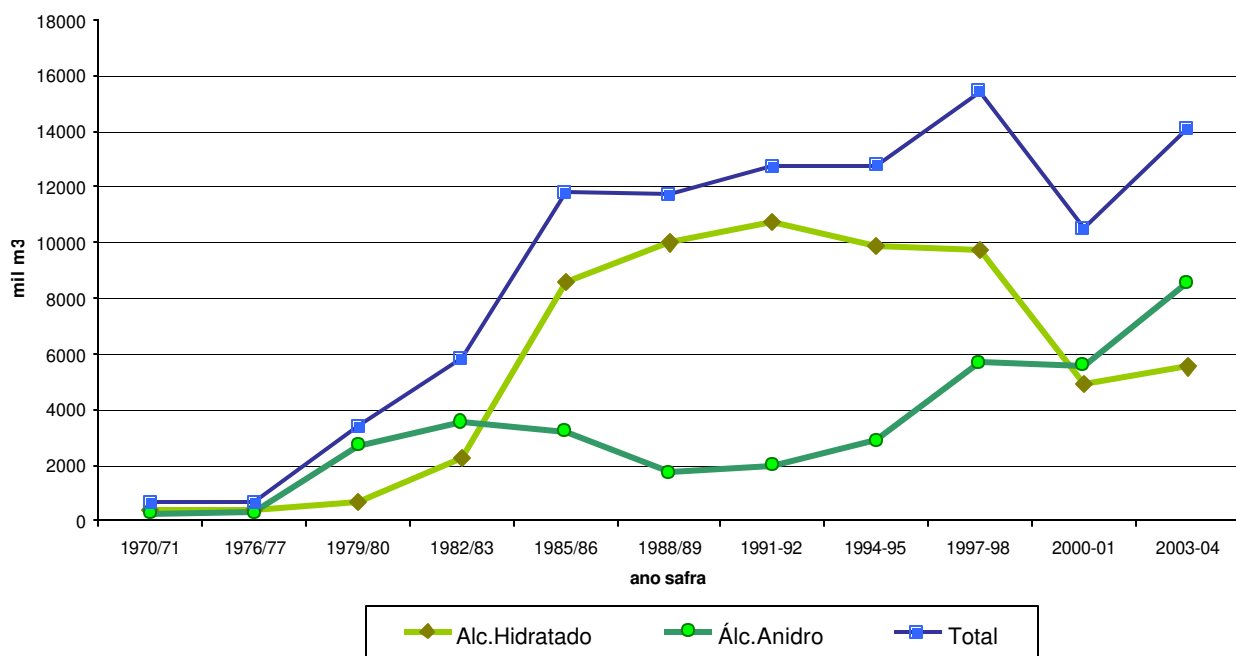
A constatação da queda na produção de álcool hidratado, das vendas de carros a álcool e a diminuição da frota, levaram a algumas tentativas de reativar o setor, em 1996, sob o governo Fernando Henrique Cardoso. No entanto, a crise não foi superada e a década de noventa se encerrou com uma participação pífia da produção e vendas de carros dedicados (1% e 1,3%, respectivamente), conforme a Tabela 10. Os dois primeiros anos da década de 2000 sinalizaram uma pequena inversão da trajetória anterior, mas é somente a partir de março de 2003 que o setor sucro-alcooleiro avistou uma mudança com a introdução de uma nova tecnologia para motores ciclo Otto, o motor *flexível*, o qual, a partir de um único alimentador, aceita tanto o álcool hidratado como a gasolina (BOSCH, 2004). A produção e as vendas de carros a álcool em 2003 passaram a apresentar um pequeno crescimento, embora significativo quando comparado a 2001.



Embora a partir de 2001, a produção e as vendas de carros dedicados apresentem uma tentativa de mudar a trajetória decrescente verificada na década anterior (Figura 4), pode-se inferir que a frota de carros a álcool caminha rumo à extinção: no ano de 2001, o sucateamento desses veículos foi de 350 mil unidades, contra uma produção que não chegou a 19.000 veículos, ou 1% do total de carros produzidos no país (Tabela 10). No ano seguinte, as vendas de carros a álcool alcançaram 56 mil unidades, mas em 2003 foram somente 36 mil unidades vendidas.

#### 2.4.8. Álcool Hidratado versus Álcool Anidro

Embora o álcool combustível produzido permanecesse no patamar próximo dos 12 bilhões de litros por safra no período 1985-1995, houve uma inversão na proporção do etanol produzido entre o AEHC e AEAC, conforme mostrado na Figura 6.



**FIGURA 6 - Inversão na produção de AEHC e AEAC (safra 1973/74 a 2003/04)**

Fonte: UNICA (2004)

No final da década de noventa, a produção de álcool hidratado, utilizado nos carros dedicados representou 46% da produção total, após ter alcançado 85% na safra 91/92, quando se produziu 10,7 milhões de m<sup>3</sup> de AEHC. Na safra 98/99 apresentou uma queda de 23% em relação à safra de 91/92, continuando a cair até 2002/2003, refletindo a indiferença ao declínio do

Proálcool. A partir dessa safra, houve uma pequena recuperação<sup>29</sup>; mesmo assim, na safra 2003/04 o álcool hidratado representou 39%, ou 5,5 milhões m<sup>3</sup> do total de álcool combustível produzido. A outra porção é devida ao álcool anidro (8,6 milhões m<sup>3</sup>) para mistura à gasolina (Figura 6), para uso não-energético e para exportação.

## 2.5. ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O AÇÚCAR

Enquanto a década de noventa representou um achatamento na produção de álcool hidratado (AEHC), a produção de açúcar apresentou uma taxa de crescimento de 165,7% (Tabela 11). A cotação da *commodity* no mercado internacional apresentou recuperação, segundo Carvalho (2002) e Macedo (2001), a qual passou de US\$0,04/lb em 1985 para US\$0,12/lb em 1995 (Figura 5).

**Tabela 11 - Evolução da produção de açúcar e álcool no Brasil (90/91 - 99/00)**

ANO/SAFRA	PRODUÇÃO AÇÚCAR		PRODUÇÃO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL		VENDAS DE CARROS A ÁLCOOL
	MT <sup>(1)</sup>	TC <sup>(2)</sup> (%)	BL <sup>(3)</sup>	TC <sup>(2)</sup> (%)	(%) / TOTAL
1990/91	7,4	1,4	11,8	-0,8	19,2
1991/92	8,7	17,6	12,8	8,5	25,6
1992/93	9,2	5,7	11,7	-8,6	23,2
1993/94	9,3	1,1	11,3	-3,4	11,0
1994/95	11,7	25,8	12,7	12,4	2,4
1995/96	13,2	12,8	12,7	0,0	0,5
1996/97	13,5	2,3	14,2	11,8	0,1
1997/98	14,8	9,6	15,3	7,7	0,1
1998/99	17,7	19,6	13,8	-9,8	1,1
1999/00	19,4	9,6	13,1	-5,1	0,8
<b>1990/00</b>		<b>165,7</b>		<b>10,1</b>	

**Fonte: DATAGRO, no. 8;99; AGRIANUAL, 2002 (DAA/MAPA, 2003)**

(1)milhões de toneladas; (2)taxa de crescimento em relação ao ano anterior;

(3)bilhões de litros.

Conforme citado na primeira parte deste capítulo, o açúcar brasileiro ocupa uma parcela significativa da oferta internacional devido, principalmente, ao tamanho da produção interna, ao volume exportado e por se ter na região centro-sul do país os menores custos mundiais de

<sup>29</sup> De acordo com pesquisa realizada pela autora junto a postos de gasolina, registrou-se, neste período, aumento do uso indevido, por parte do consumidor, do álcool hidratado combustível, sendo misturado à gasolina, ação conhecida como “rabo-de-galo”. Aumentou, também, a conversão informal de carros a gasolina para álcool.

produção por tonelada de cana-de-açúcar, mesmo quando comparado a concorrentes como a Austrália e a Tailândia. Esse fato, adicionado à flexibilidade em produzir açúcar ou álcool, propicia, ao país, uma condição única em relação ao parque produtivo mundial (CARVALHO, 2002).

Segundo a LMC Internacional<sup>30</sup>, em 2001/2002 o custo médio de produção mundial do açúcar demerara foi de US\$ 234,4/tonelada. A região centro-sul do país produziu, no mesmo período o mesmo tipo de açúcar ao custo médio de US\$ 126,3/t. Levantamento realizado pela UNICA<sup>31</sup> atesta que o custo médio de produção na África do Sul é de US\$ 250 por tonelada; no México, US\$ 308/t; nos EUA, US\$525/t; na Itália, US\$ 770/t, evidenciando o diferencial competitivo do Brasil no quesito custo da produção da *commodity* comparado com o custo de produção mundial.

Embora a demanda internacional do açúcar seja promissora, se for considerada a média mundial do consumo *per capita* anual em torno de 20 kg, comparada ao consumo apresentado por países asiáticos, a exemplo da China, que gira em torno de 7 kg hab/ano (GRAZIANO DA SILVA, 1999), seria difícil imaginar, até o final de 2003, aumentos significativos na participação do açúcar nacional no mercado externo.

Isto deve-se, principalmente, ao fato de grandes países produtores e consumidores de açúcar imporem barreiras para a ampliação das exportações brasileiras ao garantirem preços mínimos altos a seus produtores, ou seja, dificultam as importações e ainda subsidiam as exportações (UNICA, 2003). Mesmo assim, o Brasil deve manter uma forte presença no mercado internacional, com cerca de 30% da *commodity*, o maior exportador mundial de açúcar.

## 2.6. O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O EMPREGO

Belodi (1998) estima que a agroindústria canavieira é responsável por cerca de um milhão de empregos diretos e, considerando os indiretos, pode-se atingir uma cifra de 5 milhões de pessoas. Segundo a UNICA (2004), a agroindústria sucro-alcooleira, além de abrigar 60 mil

---

<sup>30</sup> LMC International Ltd in UNICA (2004)

<sup>31</sup> In DIAS *et al.* (2002)

produtores rurais que fornecem cana-de-açúcar, mantém diretamente mais de 600 escolas, mais de 200 creches e mais de 300 ambulatórios médicos em todo o Brasil.

De acordo com a entidade, no estado de São Paulo “quase todos” os trabalhadores do setor usufruem dos direitos da legislação trabalhista brasileira. A remuneração e os benefícios recebidos pela categoria atingem, em média, 3,5 vezes mais do que o salário mínimo nacional (R\$ 270,00 equivalente a cerca de U\$90,00 em maio de 2004). Isto vale para os trabalhadores da lavoura, os quais detêm um baixo nível de escolaridade. Para as ocupações industriais, a média é 5,3 vezes superior. Os benefícios apontados pela UNICA (2004) incluem assistência médica, odontológica, oftalmológica e farmacêutica, além de seguro de vida, cesta básica, vale transporte e refeição.

Ainda segundo Belodi (1998) e a UNICA (2002), o setor sucro-alcooleiro oferece trabalho no período sazonal das culturas temporárias - milho, soja, algodão - aliviando a pressão do desemprego temporário.

Mas existem ambigüidades sobre a geração de emprego na indústria canavieira. Guedes *et al.* (2002<sup>32</sup>) relatam as dificuldades de trabalhadores migrantes de outras regiões para a região sudeste. Para estes, estabelecer-se nas cidades representa um árduo desafio, devido ao alto preço dos aluguéis, situação que leva os migrantes a ocuparem bairros periféricos e, inclusive, áreas de risco, a exemplo das margens dos rios.

Guedes *et al.* (2003) citam também o estudo realizado por Perez (1991), o qual diz respeito às dificuldades encontradas pelos trabalhadores temporários com relação à contratação dos serviços, o que é feito freqüentemente por intermediários, empreiteiros de mão de obra, conhecidos como “gatos”. Estes empregadores raramente registravam devidamente os trabalhadores contratados, deixando de pagar os direitos trabalhistas devidos. Ainda segundo o autor, a ocorrência de acidentes durante o transporte para as usinas era um fato comum, devido principalmente ao estado caótico dos veículos. Embora o estudo refira-se à década de noventa, esta situação é por vezes veiculada na mídia.

---

<sup>32</sup> “Passado, Presente e Futuro da Agroindústria Canavieira do Brasil: Uma Reflexão a partir da Perspectiva de Desenvolvimento Sustentável” em Mores e Shikida (2002) cap.14.

Um outro trabalho citado por Guedes *et al.* (2002) aponta para um maior nível de desemprego dos trabalhadores temporários no setor sucro-alcooleiro. Embora os números para o país sejam polêmicos, no Estado de São Paulo, em algumas usinas, têm havido redução no emprego de volantes de até 40% na época da safra em 1999, fato que pode ser explicado pelo aumento da mecanização do processo produtivo, que acontece com maior ênfase no corte da cana, deslocando os trabalhadores absorvidos para tal finalidade.

Na realidade, o novo ambiente competitivo tem levado empresas do setor canavieiro a adotarem diferentes estratégias frente à desregulamentação. Com isso, diversas atividades foram terceirizadas, as quais se traduziram, para os trabalhadores do setor sucro-alcooleiro, em redução dos direitos trabalhistas (GRAZIANO DA SILVA *et al.*, 1999).

Dado o potencial de empregabilidade apresentado pela indústria canavieira, essa dinâmica social deve ser tratada e inserida dentro de um contexto de sustentabilidade.

## **2.7. O ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E O PROTOCOLO DE *KYOTO***

As questões ambientais têm ganhado espaço nos últimos anos. Especialistas do mundo inteiro têm se manifestado quanto às emissões antropogênicas e seu efeito nocivo para a camada de ozônio, principalmente no que diz respeito à emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gás causador do efeito estufa (GEE), conforme Hinostraza (2000).

O Brasil responde por 3% do total das emissões mundiais de dióxido de carbono e as fontes básicas de maior contribuição destas emissões são provenientes principalmente do desmatamento e queima de combustível fósseis: tráfego de veículos e combustão industrial (FBMC, 2002). Neste aspecto, o uso de álcool combustível é de especial importância no que diz respeito ao setor de transportes, uma vez que, a cada quinze bilhões de litros de etanol consumidos, elimina-se aproximadamente 26 milhões de toneladas métricas de emissões de dióxido de carbono (IEA, 2000). Esta constatação, por sua vez, tem levado os diferentes países a aumentarem seus esforços para consolidar o processo e o fornecimento do bio-etanol.

Em 2000, a produção mundial de álcool, anidro, hidratado e afins, foi de 31,5 bilhões de litros, sendo que o Brasil detém a maior parcela, 44%, seguido pelos Estados Unidos, com uma produção anual de 7 bilhões de litros. Juntos, estes dois países são responsáveis por 64% do total da produção mundial do combustível renovável. O continente Asiático responde por 19%, com 6 bilhões de litros/ano, sendo que China lidera o continente com 2,5 bi//ano. Os países da União Européia produzem 13% do total mundial de etanol, restando a África com 1,6% e a Oceania com 0,7% (UNICA, 2002).

O uso do etanol - produzido a partir da biomassa - como aditivo à gasolina foi bem sucedido não somente nos Estados Unidos, Canadá, França, Suécia, Holanda, Itália, Austrália, como no seu uso em grande escala no Brasil, fortalecendo seu uso adequado ao não expor a população e o meio ambiente aos riscos como o observado com o MTBE.

### **2.7.1. O Protocolo de *Kyoto***

Na Segunda Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, foram assinados uma série de compromissos internacionais visando minimizar os impactos ambientais. Com o objetivo de traduzir esses compromissos em ações concretas de redução de CO<sub>2</sub>, a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas estabeleceu o Protocolo de *Kyoto*, assinado em dezembro de 1997, no Japão, contando com três mecanismos para a redução dos gases de efeito estufa (GEE): *i) Joint implementation (JI)*: Implementação Conjunta; *ii) Emission Trading (ET)*: Comércio de Emissões; *iii) Clean Development Mechanism (CDM)* ou Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)<sup>33</sup>. Destes, os dois primeiros deverão ser realizados entre os países listados no Anexo I do Protocolo de *Kyoto*; o *CDM* ou MDL permite negociações dos países incluídos no Anexo I com os países em desenvolvimento, fato que o torna atrativo para o Brasil (MCT, 2002; 2001).

O Protocolo de *Kyoto* é a proposta concreta realizada no âmbito da COP-3<sup>34</sup>, em 1997, para iniciar o processo de estabilização das emissões de gases de efeito estufa. Já o acordo de

---

<sup>33</sup> vide o Anexo I deste estudo.

<sup>34</sup> COP: Conferência das Partes. É o processo permanente de revisão, discussão e troca de informações das Partes. Através das COPs, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) possibilita a

Marraqueche estabelecido na COP-7, em 2001, estabelece as regras de negociação no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Para entrar em vigor, o Protocolo estabelece a sua ratificação por pelo menos 55 Partes da Convenção, incluindo os países desenvolvidos que contabilizaram pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 desse grupo de países industrializados. A Federação Russa ratificou o Protocolo de *Kyoto* em novembro de 2004. Portanto, o Protocolo de *Kyoto* deverá entrar em vigor 90 dias após a data da assinatura, isto é, em 16 de fevereiro de 2005.

O nível de comprometimento dos diversos países para a redução de CO<sub>2</sub>, em relação aos níveis de 1990, é variado. Os países-membros da União Européia comprometeram-se em reduzir 8% das suas emissões de CO<sub>2</sub> entre 2008 e 2012<sup>35</sup>. O percentual de redução para o Japão é de 6% e para os Estados Unidos, 7%, conforme apresentado no Anexo 1.

O Protocolo impõe a redução de emissões de gases de efeito estufa a 38 países no primeiro período e prevê negociações a partir de 2005 para definir novas metas para depois de 2012.

### **2.7.2. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo -MDL**

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) consiste na possibilidade de um país, incluído no Anexo I, que tenha compromisso de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE), poder viabilizar a redução certificada de emissões de carbono (RCEs) em projetos implementados em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de seus compromissos de mitigação dos GEE. A participação dos países no mecanismo é voluntária e os projetos devem implicar reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência de tais projetos, de modo a garantir benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima (MIGUEZ, 2002).

A proposta brasileira para a viabilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foi apresentada ao Grupo *Ad-hoc* para o Mandato de Berlim, em maio de 1997, no processo

---

adoção de compromissos adicionais em resposta a mudanças no conhecimento científico e nas disposições políticas. A primeira sessão ocorreu em Berlim, em 1995 (COP-1).

<sup>35</sup> Em 2012 as metas deverão ser revistas. É provável que os países em desenvolvimento sejam incluídos nas metas de redução de emissão de gases efeito estufa (GEE).

negociador que levaria à adoção do Protocolo de *Kyoto*. Inicialmente, a proposta estabelecia critério para a divisão do ônus da mitigação do clima com base na responsabilidade dos diferentes países em causarem o aquecimento global e propunha uma multa proporcional ao aumento de temperatura causado pelo não cumprimento das metas. Na Quarta Conferência das Partes (COP) realizada em Buenos Aires, em 1998, iniciou-se o processo de regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo com a definição e aprovação do Plano de Buenos Aires.

Conforme mencionado anteriormente, em novembro de 2001, a Sétima Conferência das Partes (COP 7) realizada no Marrocos, encerrou com o Acordo de Marraqueche no qual finalizou-se a regulamentação do MDL e as questões inerentes à contabilização dos créditos e a regulamentação das regras de conformidade.

Visando tornar operacional o MDL no país, o Decreto de 7 julho de 1999 criou a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com um representante de cada um dos 12 ministérios e das 12 entidades<sup>36</sup>. Este decreto designa a esta Comissão a autoridade de aprovar os projetos considerados elegíveis ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Cabe também a esta Comissão definir critérios adicionais de elegibilidade àqueles considerados na regulamentação do Protocolo (MCT, 2001).

### **2.7.2.1. O MDL e o álcool combustível no Brasil**

Devido, entre outros, a uma série de fatores favoráveis que conjugam o solo, clima e tamanho do território do Brasil, o país é hoje o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e derivados, principalmente açúcar e álcool combustível. Além de deter o menor custo de produção, conta ainda com o bagaço que pode ser usado na geração de eletricidade.

---

<sup>36</sup> **Ministérios:** 1. do Meio Ambiente, 2. Ciência e Tecnologia, 3. Planejamento, Orçamento e Gestão, 4. Desenvolvimento Agrário, 5. Agricultura e Abastecimento, 6. Fazenda, 7. Minas e Energia, 8. Transportes, 9. Defesa, 10. Integração Nacional, 11. Saúde, 12. Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, **Entidades:** 1. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA, 2. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 3. Programa Comunidade Solidária, 4. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência/SBPC, 5. Academia Brasileira de Ciências, 6. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 7. Fórum Brasileiro de Organizações Não-Governamentais e Movimentos Sociais para Meio Ambiente e Desenvolvimento, 8. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 9. Confederação Nacional da Indústria, 10. Confederação Nacional da Agricultura, 11. Comitê Brasileiro da Câmara de Comércio Internacional, 12. Centrais sindicais.



Segundo a UNICA (2004), aproximadamente 55% da produção de cana-de-açúcar é destinada para produzir álcool combustível hidratado e anidro, para uso em carros dedicados e mistura à gasolina, respectivamente. Estudo realizado por Macedo *et al.* (2004) aponta para os benefícios ambientais do uso de álcool combustível: computadas todas as emissões resultantes da queima final do álcool como combustível, a “absorção” realizada pela cana-de-açúcar em sua fase de crescimento resulta em um saldo positivo, eliminando CO<sub>2</sub> da atmosfera.

Conforme os autores, considerando-se o consumo anual de álcool combustível, em 2002, de aproximadamente 12 bilhões de litros, distribuídos entre anidro e hidratado, o Brasil consegue absorver as emissões dos gases de efeito estufa (GEE) em cerca de 25,8 milhões de tCO<sub>2</sub>eq. ao ano.

Uma outra premissa importante inserida no contexto do MDL do Protocolo de *Kyoto*, é o conceito de adicionalidade, no qual a redução de emissões devem ser adicionais às práticas atuais. As emissões precisam também ser quantificáveis, tendo que passar por uma auditoria e ser credenciadas por entidades independentes internacionais. Embora o país seja conhecido mundialmente pelo uso de fontes renováveis, torna-se indispensável, segundo Tetti (*in* Moraes e Shikida, 2002), uma profunda análise sobre a contribuição que o uso adicional dos recursos energéticos da biomassa da cana-de-açúcar pode oferecer.

### **2.7.3. Etanol: protecionismo e barreiras institucionais ao comércio internacional**

O entendimento dos diferentes atores nas instancias federal e estadual, empresários (milho-etanol nos Estados Unidos), indústria automobilística e petrolífera torna-se imprescindível para uma análise não simplista que tenha por objetivo a elaboração de uma proposta que minimize as atuais barreiras existentes para tornar possível as negociações para a comercialização internacional de etanol (CORTEZ *et al.* 2002). A importância dos Estados Unidos e dos países integrantes da União Européia no cenário internacional conduz ao estudo mais detalhado das ações determinadas por estas nações.

## 2.8. O ETANOL NO MUNDO

São diversos os países que aderiram à mistura de etanol na gasolina. De acordo com Fonseca (2004), os países em que o uso de álcool anidro combustível está avançado, embora em percentuais diferentes são: Brasil, Estados Unidos, China, Austrália, Tailândia, África do Sul, Índia e Suécia. Outros países que se encontram em fase próxima ao uso de álcool combustível, são: Japão, México, Guatemala, Alemanha, Colômbia, Coreia do Sul, Canadá e Inglaterra. Somente o Brasil utiliza o álcool hidratado em carros dedicados ou, recentemente, nos *flex*.

### 2.8.1. Etanol nos Estados Unidos

O interesse pelo uso de álcool combustível nos Estados Unidos foi reavivado na década de setenta após a crise de fornecimento de petróleo no Oriente Médio, sendo visto por alguns especialistas como uma opção para a almejada independência energética (DiPARDO, 2000). A mistura de gasolina (90%) e etanol (10%) é conhecida no mercado norte-americano como *gasohol*, ou ainda, E-10.

A produção de *gasohol* é feita a partir milho, através de um dos dois processos: moagem a seco, que responde por aproximadamente 40% da produção de etanol-combustível, e moagem a úmido, a qual corresponde aos 60% restantes. O de moagem a úmido pode ainda ser convertido para a produção de frutose de milho durante os meses de verão, quando a demanda por adoçantes aumenta para o mercado de refrigerantes.

A oferta de etanol tem crescido de forma significativa nos Estados Unidos, para o qual foram utilizados diferentes tipos de subsídios, desde programas de pesquisa e desenvolvimento – mudando o processo de balanço energético negativo (perdas de 23,017 Btu/galão) para um processo com balanço energético positivo (ganho de energia de 25,139 Btu/galão), de acordo com Alston e Beach (1995).

Segundo DiPardo (2000), em um ano, a produção de etanol passou de, aproximadamente 10 milhões de galões em 1979, para 175 milhões de galões em 1980 (ou 662 milhões de litros).

Conforme o mesmo autor, a produção e uso do etanol tem sido um sucesso desde então, cresceu em torno de 12% ao ano, chegando a produzir 1,4 bilhão de galões em 1998.

Na esfera política, a intervenção do Congresso resultou na aprovação do *Gasohol Competition Act* de 1980, permitindo que o *gasohol* competisse em condições de igualdade em um mercado dominado pelo petróleo. O *Energy Tax Act* de 1978 criou o subsídio ao etanol, levando a um aumento no uso de gasolina misturada com etanol.

Em 1990 o presidente dos Estados Unidos assinou o *Clean Air Act Amendments (CAAA)*, exigindo o uso de gasolina reformulada, oxigenada, principalmente em regiões altamente poluídas, durante pelo menos quatro meses da estação de inverno. Exigiu-se, ainda, que um percentual dos oxigenados derivasse de fontes renováveis, tornando o etanol a melhor escolha. Devido às 39 áreas metropolitanas representarem aproximadamente um terço do uso doméstico de gasolina esta legislação criou um demanda anual de aditivos oxigenados equivalente a 1.3 bilhão de galões de etanol (ALSTON e BEACH, 1995).

A intervenção governamental não se limitou à esfera política. Na área econômica, promoveu incentivos para os produtores agrícolas através da concessão de isenção de impostos tanto no âmbito federal quanto estadual, além de programas especiais de crédito. A isenção de impostos, desde janeiro de 1991, foi fixada em U\$ 5,4 centavos por galão<sup>37</sup> para um percentual mínimo de 10% de mistura de etanol, o que traduzido significa 54 centavos a menos nos impostos de cada galão de etanol. Em 1998 o governo aprovou a lei para dar continuidade a este subsídio até 2007 o qual deverá diminuir gradativamente chegando a U\$0,51 em 2005. Estas ações têm estimulado diversos novos projetos para a produção do etanol; a capacidade produtiva norte-americana, em 2003, ficou perto do 10 bilhões de litros de álcool combustível e o país tem planos para chegar aos 14 bilhões de litros anuais nos próximos quatro anos.

No que diz respeito à substituição do MTBE por etanol, o *Department of Agriculture* norte-americano afirma não haver inconveniente no transporte de etanol, o qual poderia ser feito através de hidrovias ou via férrea “não havendo nenhum impedimento para a substituição do MTBE pelo etanol a nível nacional”. Para o estado da Califórnia estuda-se o transporte de etanol

---

<sup>37</sup> galão americano = 3,785 litros

através de dutos (RFA, 2002). Ainda na questão do transporte, o uso de etanol no programa *gasohol*, o E-10, é bastante promissor quanto ao seu crescimento e expansão. Já para a utilização de 85% de etanol misturado com 15% de gasolina, o E85, seu desenvolvimento e infraestrutura apresenta um situação mais complexa, devido à necessidade de mudanças no padrão de produção dos autoveículos.

A substituição do MTBE por oxigenado de origem renovável, poderia representar um aumento na demanda norte-americana de etanol de 3.2 bilhões de galões anuais em 2004, sendo que de acordo com o relatório elaborado para a *Governor's Ethanol Coalition* o país teria capacidade de fornecer 3.5 bilhões de galões em 2004, mais do que o necessário à substituição do MTBE e ainda satisfazer às necessidades de etanol da nação (RFA, 2001). De acordo com este documento, senadores e congressistas apóiam o uso de etanol, e um dos itens importantes é o aumento do subsídio para os agricultores. Conforme a lei vigente em 2000, os pequenos produtores de etanol têm subsídio de 10 centavos de dólar por galão para uma produção anual de até 15 milhões de galões, o que significa um subsídio-teto de U\$1,5 milhão por ano, por produtor.

De acordo com a *Renewable Fuel Association* (RFA), a criação de uma padronização através do *Renewable Fuel Standard* (RFS), na qual uma parcela do combustível utilizado no país seria proveniente de fontes renováveis, o bio-combustível, etanol ou biodiesel, seria um bom caminho para reduzir a dependência energética do país, aumentar a segurança energética além de estimular a economia rural (RFA, *The Voice of the Ethanol Industry*, 2002).

Quanto à presença de um mercado de ethanol, somente seis dos cinquenta estados norte-americanos representam 53% do total das vendas de etanol: Illinois, Ohio, Indiana, Michigan, Kentucky e Iowa. O corredor que vai de Delaware rumo ao nordeste do país, praticamente não utiliza etanol. Isto porque o custo do transporte aliado à não produção local torna o preço proibitivo, mesmo com os subsídios oferecidos; é o exemplo de *New Jersey*, situada ao leste do país (RASK, 1998). Ainda, segundo o mesmo autor, o uso de etanol nos Estados Unidos é visto como uma alternativa para a melhoria ambiental que, no entanto, é obstruída pela localização e alto custo de produção. O etanol requer generosos subsídios para competir como substituto da gasolina, e mesmo assim não tem competitividade nos estados da costa leste dos Estados Unidos.

Resumindo, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Álcool (1997), em MORAES (2002), os combustíveis nos Estados Unidos sofrem três tipos de taxa: *i*) taxa federal (*excise tax*) de 18,4 centavos de dólar por galão; *ii*) taxa estadual de aproximadamente US\$ 0,90 por galão; *iii*) tributos municipais. O etanol, no entanto, passou a receber incentivos a partir de 1990, com a promulgação do *Clear Air Act*: se houver mistura de 10% de etanol na gasolina, o imposto federal passa para US\$0,13 por galão e os misturadores ficam isentos do recolhimento de US\$0,54 por galão; em alguns estados norte-americanos aos produtores de milho são concedidos incentivos adicionais ao uso do etanol, no valor de US\$0,45 por galão.

No que diz respeito ao Protocolo de *Kyoto*, a ratificação do documento obrigaria os Estados Unidos a reduzir em 7% suas emissões de gás carbônico e outras substâncias que aquecem a atmosfera no período 2008-2012, em relação a 1990. A meta é considerada impensável pelas autoridades americanas, levando-se em conta o crescimento da economia, motivo pelo qual o governo Bush afirmou, em 2001, que não iria ratificar o Protocolo (vide o Anexo I, desta tese).

Quanto às perspectivas de exportação de álcool combustível para os Estados Unidos, o Brasil ainda depende das negociações comerciais de abertura de mercados. A proteção norte-americana, de 14,20 centavos de dólar por litro, para a entrada do álcool brasileiro torna o produto pouco atrativo. De acordo com informações fornecidas pela UNICA (2004), o acesso ao mercado norte-americano pelo Caribe é interessante, mas devido à instabilidade dos mercados, os empresários caribenhos relutam em construir instalações para garantir o fornecimentos aos Estados Unidos. Para Berg (2003), a expectativa é que exista um fluxo intenso de comércio entre a América Latina e os Estados Unidos, principalmente para a Califórnia.

### **2.8.2. O etanol na Europa**

A Europa tem agido de forma vigorosa na luta para diminuir as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e tem aumentado seus esforços na utilização de combustíveis renováveis. A França está produzindo etanol a partir de plantas que contém sacarose, como a beterraba, ou de plantas que contém amido, tais como cereais e batatas. Este etanol pode ser utilizado como aditivo nos combustíveis na sua forma pura, ou como ETBE, uma composição química obtida a partir da reação do etanol (45%) com isobutileno (55%).

O governo sueco investiu US\$ 4 milhões em três anos (1999-2002) na tentativa de demonstrar as vantagens no uso de combustíveis renováveis. Até 2010 a Suécia deverá contar com 15% de seu transporte leve utilizando combustível produzido a partir da biomassa. A Fundação Sueca para o Desenvolvimento do Etanol, fundada há 15 anos, está trabalhando em diferentes projetos para produção de etanol a partir de resíduos, florestas e também projetos de mistura de etanol/diesel, denominado ETAMIX.

A ampliação das exportações de álcool combustível para os países europeus depende, além da entrada em vigor do Protocolo de *Kyoto*, da obrigatoriedade da norma “directive” da União Européia, de uso de 2% de combustível renovável no setor de transportes em 2005, passando para 5,75% em 2010. A redução de tarifas de importação imposta para o álcool, de 10,1 centavos de euros por litro, seria outra medida importante para aumentar as vendas para, por exemplo, a Suécia, atual importadora de álcool combustível.

## **2.9 SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO**

O diagnóstico tem por finalidade situar as questões inerentes ao estudo, álcool combustível brasileiro. Apresenta-se a seguir os principais aspectos evidenciados até o período que encerra este trabalho, o ano de 2004. Este diagnóstico é a base para o levantamento das questões que foram formuladas nos questionários e entrevistas realizadas<sup>38</sup>.

A instabilidade no preço do álcool combustível é refletida no mercado consumidor. Em 12 meses, de janeiro de 2003 a janeiro de 2004, houve uma variação no preço por litro acima de 30%, de acordo com os dados apresentados no Relatório mensal de acompanhamento do mercado do Núcleo de Defesa da Concorrência do Abastecimento-NDC da Agência Nacional do Petróleo-ANP, conforme a Tabela 12.

---

<sup>38</sup> Trata-se da Análise Qualitativa, apresentada no Capítulo 3.

**TABELA 12 - Evolução do preço do álcool hidratado nas unidades produtoras de São Paulo**

<b>Mês/Ano</b>	<b>R\$/litro(1)</b>	<b>Variação %</b>
Janeiro/2003	0,80302	16,5%
Fevereiro/2003	0,87662	9,2%
Março/2003	0,85781	- 2,1%
Abril/2003	0,84026	- 2,0%
Mai/2003	0,74522	-11,3%
Junho/2003	0,57624	-22,7%
Julho/2003	0,47643	-17,3%
Agosto/2003	0,59960	25,9%
Setembro/2003	0,57670	- 3,8%
Outubro/2003	0,50529	-12,4%
Novembro/2003	0,52776	4,4%
Dezembro/2003	0,60818	15,2%
Janeiro/2004	0,56113	- 7,7%
Varição Acumulada (jan/2003 a jan/2004)	-0,24189	-30,1%

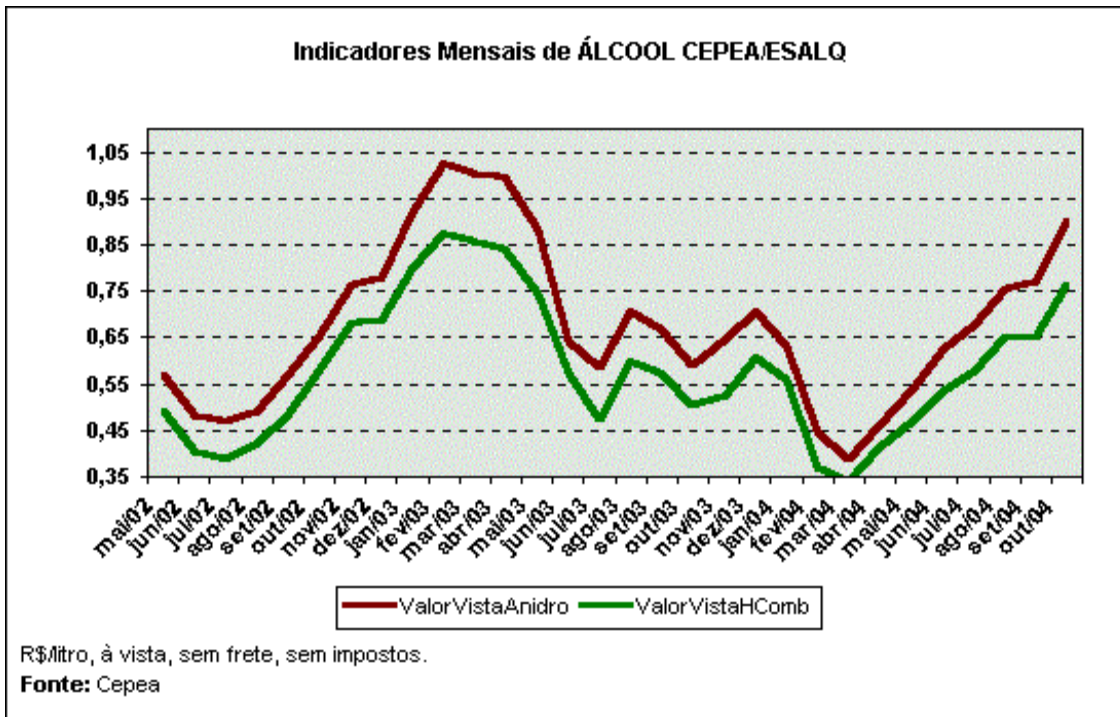
**(1) Não inclui fretes e impostos**

**Fonte: CEPEA/ESALQ/USP**

A Figura 7 apresenta as variações de preço para o álcool combustível, anidro e hidratado, entre maio de 2002 e outubro de 2004, evidenciando que a oscilação não diz respeito somente a questões sazonais, de entre-safra.

A mídia divulgou recentemente<sup>39</sup> a idéia sobre um projeto de se instalar um mercado de transações futuras para o álcool combustível associado à emissões de títulos que amorteceriam as grandes oscilações do preço verificados nos últimos anos.

<sup>39</sup> “Álcool Combustível’ Jornal Valor, 16 de fevereiro de 2004.



**FIGURA 7 – Preço mensal do álcool combustível em São Paulo (05/2002-10/2004)**

**Fonte:** CEPEA/ESALQ/USP

É importante notar que, internacionalmente, o etanol conta com o reconhecimento mundial como uma das possíveis soluções para a mitigação dos problemas ambientais, apresentando-se como um candidato a ser apoiado com políticas de financiamento, a exemplo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), em conformidade com o Protocolo de *Kyoto*.

A situação atual do álcool combustível, embora apresente uma certa melhoria nestes últimos três anos, pode ser traduzida como o reflexo de diversas condições enfrentadas pelo setor ao longo da década de noventa, período de inércia, caracterizado pela falta de ações, definição da importância do combustível renovável por parte dos diversos atores e tomadores de decisão que pudessem mudar o ritmo de declínio do uso de álcool combustível.

Deve-se considerar, também, que a produção de álcool está concentrada no Sudeste (65%) e no Nordeste (19% entre Alagoas e Pernambuco), existindo, portanto, a necessidade de abastecer as demais regiões do país, o que implica custos mais elevados devido ao transporte e distribuição (logística), e que oneram os preços ao consumidor final.



Outros aspectos relacionados com os produtos da cana-de-açúcar devem ser cuidadosamente avaliados, como por exemplo, a sazonalidade e complementariedade entre as regiões produtoras e a sua importância na participação para diversificar a matriz energética nacional, através da venda de excedentes de eletricidade, co-geração.

Não pode ser ignorado o fato de, desde início do Proálcool, o setor sucroalcooleiro ter reduzido seus custos de produção de álcool a uma taxa de 3,2% ao ano (MACEDO, 2001). Segundo o autor, os investimentos anuais do setor para pesquisa e desenvolvimento oscilam entre 20 e 40 milhões de dólares, refletindo o grande potencial para a sua competitividade.

O setor sucro-alcooleiro está integrado ao Programa Genoma da Cana-de-Açúcar, envolvendo mais de 150 cientistas de várias instituições, com a finalidade de mapear e caracterizar os genes da planta, criando as condições para o surgimento de espécies mais produtivas, adaptáveis a diversos tipos de solo e clima, resistentes a pragas e doenças (UNICA, 2004).

## Capítulo 3

### ANÁLISE QUALITATIVA

As informações adquiridas através da análise qualitativa foram utilizadas para delinear as premissas e hipóteses, juntamente com o modelo quantitativo, visando dar consistência à análise prospectiva, conforme apresentado no fluxograma da metodologia, no primeiro capítulo deste estudo.

#### 3.1. A ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa explora as relações e tendências incorporando as motivações humanas, valores e comportamentos, servindo, também, para a definição das variáveis-chave - entendidas como os fatores de maior significância do objeto em estudo - permitindo visualizar os distintos comportamentos do sistema, os atores envolvidos e as suas inter-relações. (UNEP/GEO-3, 2002; DAGNINO *et al*, 2001).

As entrevistas e questionários que são realizadas nesta etapa, têm como fruto a identificação dos *germens de futuro*, os quais, conforme Godet (1979), podem ser descritos como **fatores de mudança**.

Herrera *et al.*(1994) entendem os *germens de futuro* como elementos potenciais de transformação da sociedade. Denominados também de *rupturas*, podem ser de origem

tecnológica ou sócio-cultural. Entre os elementos de transformação citados pelos autores, encontram-se:

- a) *as tendências pesadas*: integração econômica mundial e a formação de blocos econômicos;
- b) *os germens do futuro*, subdivididos em:
  - *novas tecnologias*: têm uma forte influência/poder de transformação das relações sociais e do homem com o meio ambiente; potencialidades como:
    - i) *redução dos custos de capital*;
    - ii) *maior participação do trabalhador*;
    - iii) *diminuição dos impactos ambientais*;
  - *movimentos sociais emergentes*: o novo ator social, capaz de aproveitar as potencialidades apresentadas pelas novas tecnologias; este ensaio, heurístico e prospectivo, baseia-se em invariáveis, que são os valores fundamentais de uma sociedade, como os direitos igualitários quanto à participação, liberdade e conservação do meio ambiente.

No caso do álcool combustível, objeto deste estudo, pode-se mencionar, como exemplos de *germens de futuro*, algumas rupturas tecnológicas, econômicas e sócio-culturais:

- i) **rupturas tecnológicas e econômicas**: evolução tecnológica no refino de petróleo; motores que aceitam a mistura de dois ou mais combustíveis, gasolina ou álcool (bi-combustível ou também conhecido como *flexfuel*); o preço do petróleo a níveis extremamente altos;
- ii) **rupturas sócio-culturais**: acirramento do papel das organizações não governamentais - ONGs; estadistas dos países desenvolvidos/industrializados totalmente comprometidos com o desenvolvimento sustentável; crescente conscientização dos aspectos ambientais.

O Programa para o Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP, 2002), em seu estudo *Global Environment Outlook 3* (GEO-3), capítulo quatro, centraliza a análise no método qualitativo, embora utilize as ferramentas do método quantitativo como suporte para o estudo dos diferentes aspectos e conseqüente formulação dos cenários. O estudo determina, também, as forças que norteiam – *driving forces* - cada cenário, definidas como sendo: a demografia, o desenvolvimento econômico, desenvolvimento humano, ciência e tecnologia, governabilidade, cultura e ambiente. A partir da definição das *driving forces* – tendências pesadas de Godet

(1977), o GEO-3 desenvolveu quatro cenários, enfatizando o *mercado*, as *políticas públicas*; a *segurança social* e o *desenvolvimento sustentável*:

- i) *Mercado*: conforme este cenário, é o mercado que rege todo o desenvolvimento, convergindo com os valores e expectativas que prevalecem nos países industrializados;
- ii) *Políticas públicas*: neste cenário, as ações são tomadas pelos governos, visando a alcançar alvos específicos sociais e ambientais;
- iii) O cenário *Segurança Nacional* assume um mundo de grandes disparidades, no qual prevalece a desigualdade e os conflitos, fruto de agressões sócio-econômicas e ambientais;
- iv) O quarto cenário, que enfatiza o *Desenvolvimento Sustentável*, desenhando um mundo ancorado por instituições e valores novos, mais equitativos, no qual emergem novos paradigmas como resposta ao desafio da sustentabilidade.

Para cada um destes cenários é descrito o futuro para os próximos trinta anos, com predomínio da análise qualitativa, apresentando perspectivas tanto regionais como globais (UNEP, 2002).

À luz do exposto e seguindo o raciocínio, principalmente, de Godet (1979), Herrera *et al.* (1994) e do estudo da UNEP/GEO-3 (2002), este trabalho pretende utilizar os dados quantitativos e das tendências estatísticas evidenciadas, sem limitar-se, no entanto, a este modelo numérico e sim congregá-lo à análise qualitativa.

Para a análise prospectiva do álcool combustível nacional, as *variáveis-chave* preliminares identificadas para o consumo do combustível são:

- Preço do álcool combustível *versus* preço da gasolina
- Taxa de crescimento do PIB
- Elasticidade/Renda
- Teor de mistura de álcool anidro na gasolina
- Evolução da Frota de veículos à álcool
- Exportação de Álcool Anidro
- Exportação de Açúcar

Para a elaboração dos cenários – mais adiante - o destaque neste estudo será para as seguintes dimensões:

- i)* da política: o papel do Estado;
- ii)* do mercado: oferta e demanda;
- iii)* da evolução tecnológica;

### **3.1.1. A análise qualitativa do álcool combustível**

Para a realização desta análise, utilizou-se a primeira parte da metodologia Delphi, (CIEMAT, 2002). Enviou-se um questionário (Anexo II) a atores previamente selecionados<sup>40</sup>, os quais foram identificados como sendo de maior conhecimento e/ou tomadores de decisão sobre o tema em estudo. Em seguida, foram realizadas visitas e entrevistas para alguns esclarecimentos e aprofundamento das informações.

O questionário enviado seguiu um mesmo padrão para todos os atores, com algumas modificações de acordo ao grupo selecionado: *i)* esfera governamental; *ii)* usinas; *iii)* academia; *iv)* outros. O anonimato e o sigilo às respostas e às informações fornecidas, seja nos questionários ou durante as entrevistas, foram garantidos a todos os participantes. As perguntas foram preparadas a partir dos questionamentos que surgiram ao elaborar a retrospectiva, apresentada no Capítulo 2.

Foram setenta e um os questionários enviados eletronicamente, após o primeiro contato via telefone, identificando a autora, o objeto de estudo e a garantia de sigilo. Desse total, foram recebidas 39 respostas e marcadas as entrevistas, totalizando 35 visitas realizadas.

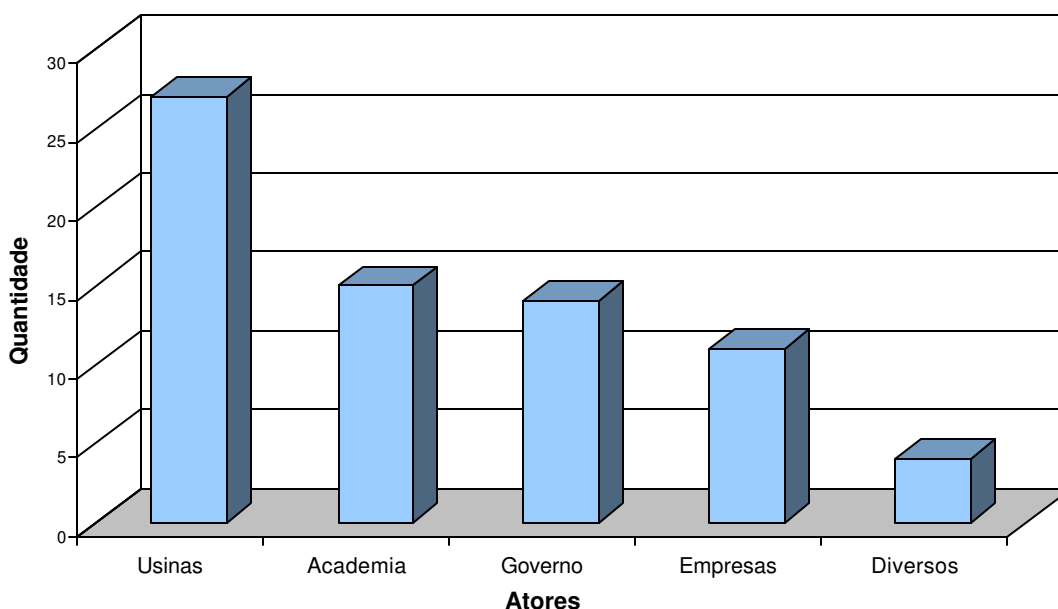
Oitenta por cento dos questionários foram enviados entre dezembro de 2002 e início de 2003. A pesquisa de campo, incluindo-se as visitas e entrevistas foram realizadas, em oitenta por cento dos casos, no primeiro semestre de 2003, sendo as demais realizadas no segundo semestre de 2003 e inclusive ao longo do ano de 2004.

---

<sup>40</sup>Com a colaboração de especialistas da área.

### 3.1.2. Questionários enviados e recebidos

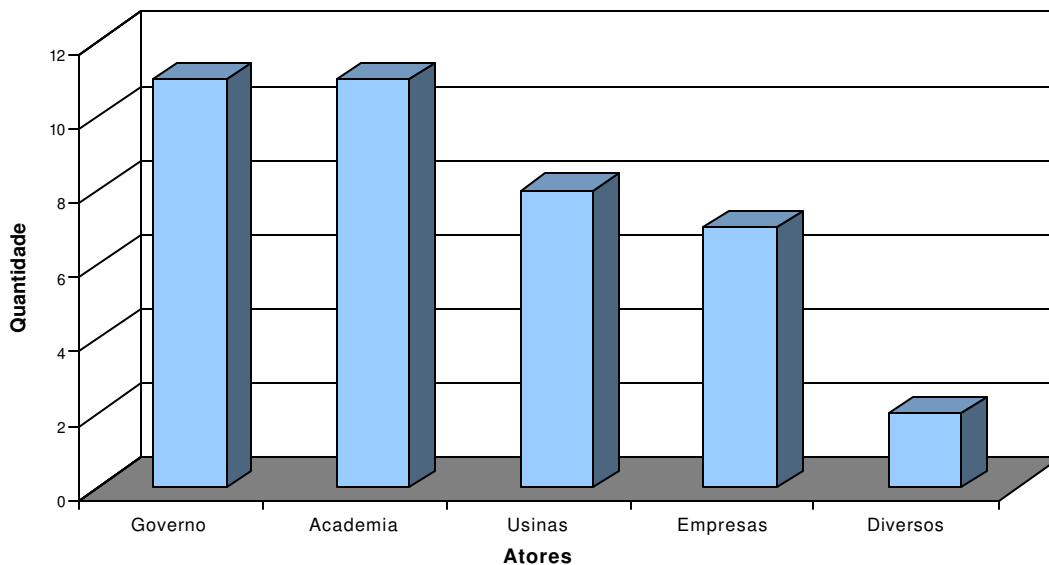
Do total de questionários enviados (71), vinte e sete foram destinados às usinas do estado de São Paulo<sup>41</sup> (Figura 8), catorze foram encaminhados para a esfera governamental, quinze para a academia e onze para empresas, incluindo associações e montadoras – fabricante de automóveis. Ainda se enviou quatro questionários a pessoas *diversas*, consumidores, cujo escopo de atuação profissional não está no álcool combustível nacional.



**FIGURA 8 – Questionários enviados aos diversos atores.**

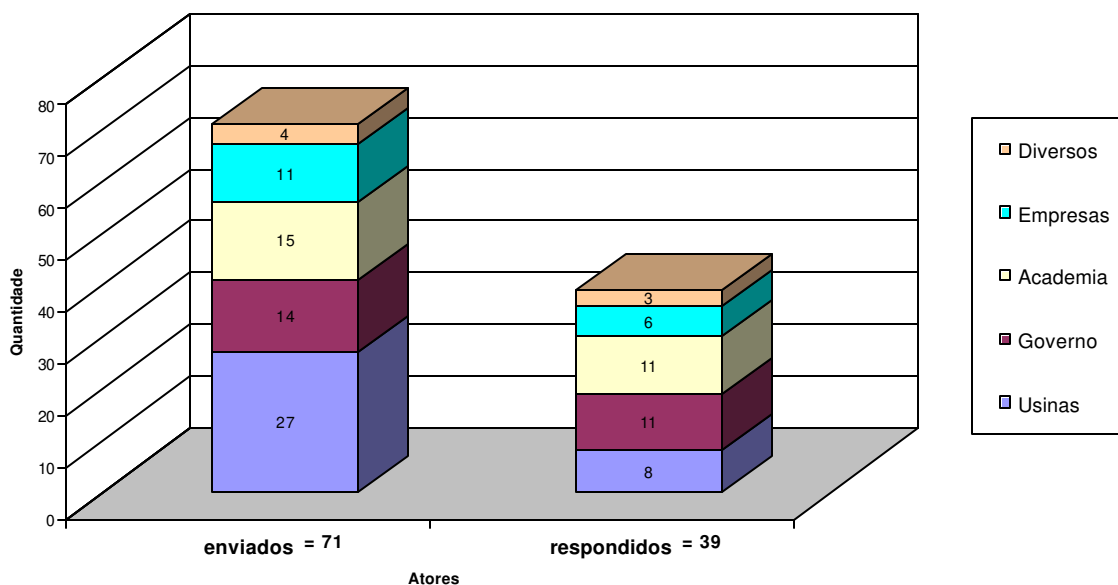
Cinquenta e cinco por cento do total dos atores contatados responderam conforme solicitado, totalizando 39 dos 71 questionários enviados. O menor nível de respostas recebidas foi das usinas: oito dos vinte e sete questionários enviados. A esfera governamental e a academia responderam a vinte e dois questionários, distribuídos eqüitativamente. As empresas responderam a 6 dos 11 questionários e, finalmente, *diversos* (consumidores) responderam a três dos quatro questionários enviados, conforme a Figura 9.

<sup>41</sup> O estudo concentrou-se no Estado de São Paulo por este representar 62% da produção nacional de álcool combustível hidratado e 60% do açúcar (dados relativos a 2003, UNICA, 2004).



**FIGURA 9 - Questionários respondidos pelos diversos atores**

A proporção entre as respostas recebidas pode ser observada na Figura 10, evidenciando a maior dificuldade de se obter o retorno esperado do setor sucro-alcooleiro, que respondeu a 30% dos questionários enviados. A esfera governamental respondeu 79% dos questionários; a academia a 74% e as empresas a 55%.



**FIGURA 10 - Proporção dos questionários enviados e respondidos.**

É importante salientar que, a partir das respostas dos questionários, foi possível enriquecer a análise com algumas modificações no enfoque do trabalho, a exemplo do cenário 1, que não

considerava, a princípio, a introdução de uma nova tecnologia no curto e médio prazo, como o caso dos veículos com motores flexíveis, ou *flex*.

### 3.1.3. Análise das respostas e entrevistas

O questionário incluiu perguntas alternativas e dissertativas. As primeiras foram agregadas, sendo apresentadas em forma de Figuras, de acordo com o grau de importância na qual os atores classificaram as variáveis de 1 a 10 (10 = mais importante). A exceção é o Figura 12, que obedeceu à quantidade de respostas, as quais apontaram para um mesmo aspecto. Sobre as questões dissertativas, procedeu-se a uma leitura englobando os aspectos mais importantes citados pelos diversos atores.

Questão 1: **Situação atual do álcool combustível - hidratado (AEHC) no país** - apresenta dois aspectos centrais que foram mencionados por 70% dos entrevistados:

- i) A tecnologia dos carros dedicados caminha em direção à extinção – juntamente com o consumo de álcool etílico hidratado carburante (AEHC) - a menos que políticas governamentais deliberadas sejam formuladas para a sua revitalização e que sejam introduzidas novas tecnologias que levem ao aumento do consumo de AEHC.
- ii) O momento apresenta-se favorável para a re-introdução do álcool etílico hidratado carburante (AEHC) por tratar-se de uma energia renovável, dadas as discussões sobre o meio ambiente, nacionalismo e novo governo, novas tecnologias, existência de potencial para vender energia elétrica excedente (co-geração). O maior entrave, no entanto, é a imagem do setor sucroalcooleiro, a qual está seriamente comprometida perante a opinião pública e o consumidor.

Questão 2: **Estratégia**: existe uma divergência quanto à atuação do governo *versus* o livre mercado; no entanto, para a maioria dos entrevistados, o mercado livre poderia ser interessante se o governo estabelecesse as regras de base. Assim, os atores julgam necessário:

- i) o estabelecimento de um Conselho ou Câmara que trate do álcool combustível ou a ampliação do atual CIMA, não mais restrito à esfera governamental, mas contando, também, com a participação dos diversos atores;



- ii)* definição, por parte do Governo, quanto à importância do álcool combustível na matriz energética, enquanto serviço público;
- iii)* que o governo tenha uma política agressiva de IPI's diferenciados para veículos movidos a álcool;
- iv)* precificação: definição governamental do preço máximo e mínimo – uma banda – para o álcool combustível;
- v)* definição de uma política de índices máximos de emissão de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado - média dos veículos vendidos por cada fabricante.

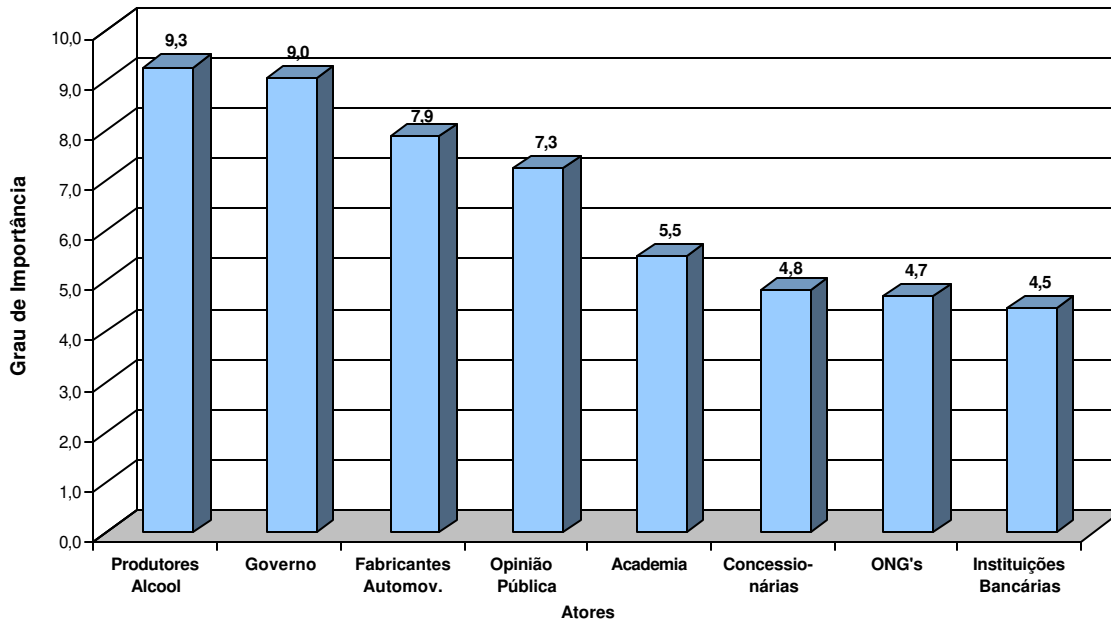
O re-estabelecimento da credibilidade do setor sucroalcooleiro e a garantia de suprimento do álcool combustível são de responsabilidade dos produtores; entre as ações neste sentido estão:

- i)* estabelecimento de um estoque de garantia de AEHC;
- ii)* usinas verticalizadas, mais eficientes;
- iii)* aprimoramento profissional, gerenciamento pró-ativo e marketing do setor;
- iv)* co-geração: geração de excedentes de energia elétrica.

A necessidade de um estoque regulador que garanta a oferta de AEHC é unânime entre os entrevistados. Quanto à definição de como esse estoque seria gerado e quem arcaria com as despesas, setenta por cento dos entrevistados concorda que a responsabilidade recai sobre o setor sucroalcooleiro, tendo o governo uma atribuição fiscalizadora. Entre as sugestões para a geração desse estoque regulador estão:

- i)* parcela a ser cobrada da gasolina, na bomba, até angariar os recursos para financiar o estoque regulador, de aproximadamente seis meses de consumo interno;
- ii)* imposto sobre as exportações de açúcar de modo a garantir a oferta interna de álcool combustível e cobrir as despesas do estoque regulador de AEHC.

Questão 3: **Atores:** Os principais atores responsáveis pela revitalização do uso de álcool combustível AEHC, foram identificados, conforme a Figura 11, apontando primeiramente para os produtores de álcool, juntamente com o governo, seguidos pelos fabricantes de automóveis e a opinião pública.

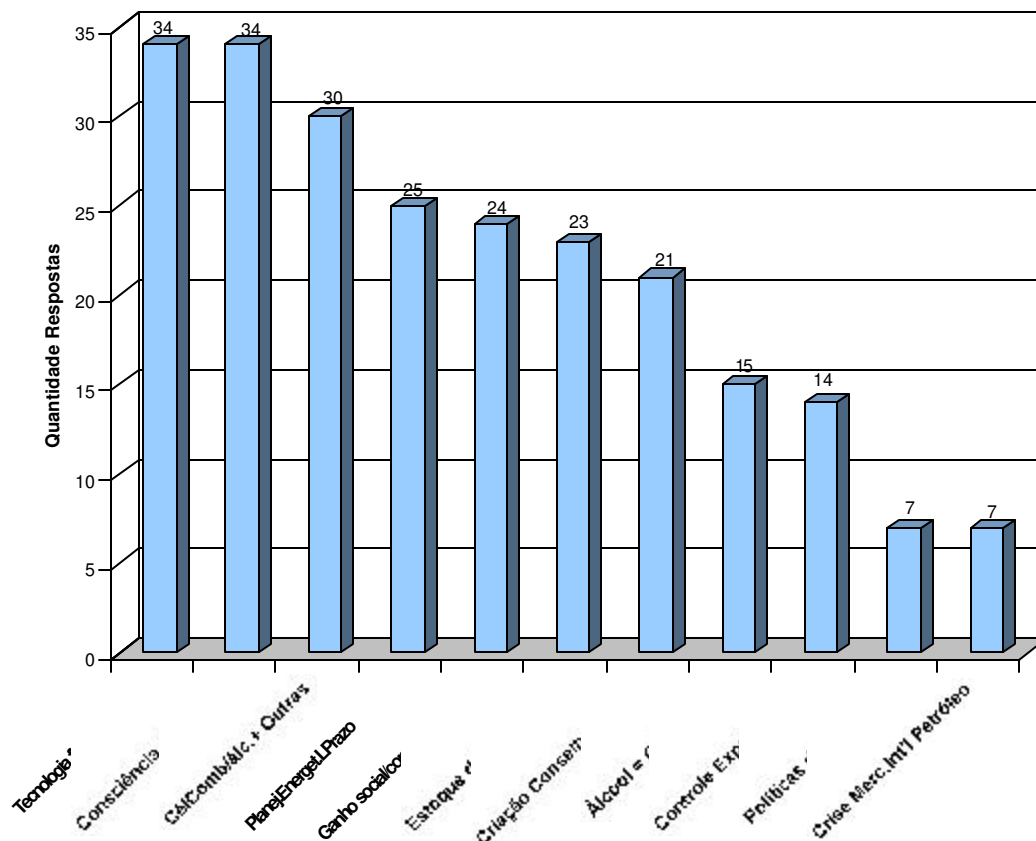


**FIGURA 11 - Importância dos atores para a revitalização do AEHC.**

Os **produtores**, juntamente com a esfera **governamental**, detêm a maior parcela de responsabilidade quanto às ações determinantes que irão influenciar os demais atores.

Questão 4: **Germens de Futuro:** entendidos como elementos de transformação que podem levar a uma considerável mudança no futuro. A Figura 12 apresenta os elementos identificados pelos atores de acordo com a quantidade das respostas obtidas. Por exemplo, dos 39 atores que responderam os questionários, 34 apontaram a tecnologia *flex fuel* e a educação sobre o meio ambiente como os *germens de futuro* de maior impacto no curto e médio prazo.

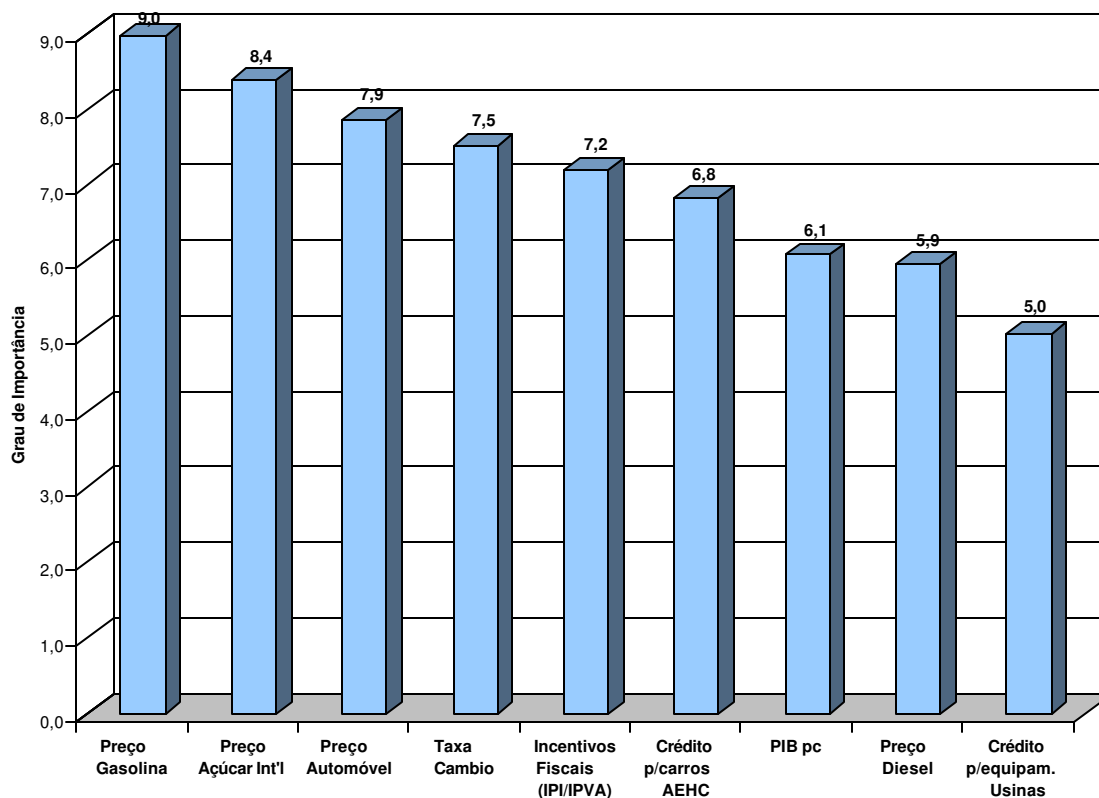
- i) *tecnologia:* a introdução dos motores flexíveis (*flex fuel*) deverá ter um impacto decisivo na sustentação do uso de álcool hidratado combustível no mercado interno. Também deverão ser intensificadas as pesquisas e aprimoramento de novas tecnologias, principalmente a célula combustível com a utilização do álcool etílico, a médio e longo prazo.



**FIGURA 12 - Identificação dos *Germens de Futuro*.**

- ii) *governo*: elaboração de um planejamento energético integrado de longo prazo, definição de diretrizes básicas de valorização da indústria nacional, estabelecimento de contratos e preços, na forma de bandas, para garantir o fornecimento de álcool hidratado e anidro para o mercado interno. Definição das diretrizes do Proinfa/biomassa e fortalecimento da liderança do país nas negociações sobre Mudanças Climáticas Globais.
- iii) *institucional*: regras claras para os preços dos combustíveis e para a energia elétrica excedente ofertada a partir da co-geração e ampliação da atuação do Conselho Interministerial do Açúcar e Alcool.
- iv) *outros*: um dos aspectos mais apontados como sendo um elemento potencial de transformação no futuro são as questões ambientais. Entre as sugestões encontram-se a criação de controle de índices máximos de emissão de CO<sub>2</sub> por veículo de passeio e a real mensuração dos ganhos ambientais e de saúde pública, com o uso do álcool combustível, além do fortalecimento do país na liderança do uso de energias renováveis.

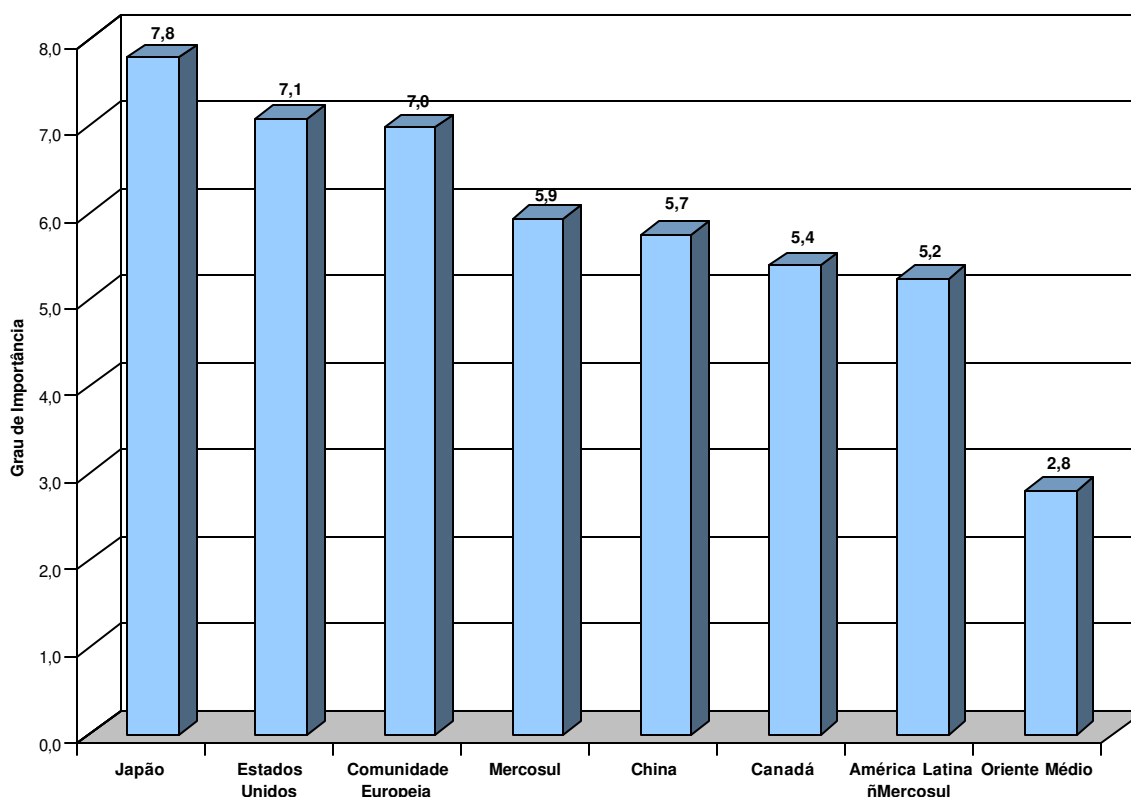
Questão 5: **Variáveis-chave:** setenta e cinco por cento dos atores apontaram para o “preço da gasolina” como a variável-chave de maior influência para a reativação do AEHC, seguida pelo “preço do açúcar no mercado internacional” com uma pequena diferença para o “preço do automóvel”; o PIB *per capita* foi considerado em 7º lugar no grau de importância dentre estas variáveis, ficando atrás da opção “linha de crédito para compra de carros a álcool” (Figura 13).



**FIGURA 13 - Identificação das Variáveis-chave**

Os atores apontaram, ainda, para outras variáveis-chave consideradas importantes para o presente estudo. Dentre essas, as mais citadas foram: a introdução de novas tecnologias, arranjo institucional visando à garantia da oferta, política ambiental, preço do álcool hidratado em relação à gasolina e o preço do petróleo.

Questão 6: **Exportação:** a Figura 14 evidencia que, para os especialistas, o Japão é o país com maior mercado potencial para a exportação de álcool etílico anidro combustível, seguido de perto pelos Estados Unidos e os países da Europa, com destaque para a Suécia. A Índia também foi citada como um outro país potencial para as exportações brasileiras de AEAC.



**FIGURA 14 - Mercados potenciais para exportação de AEAC.**

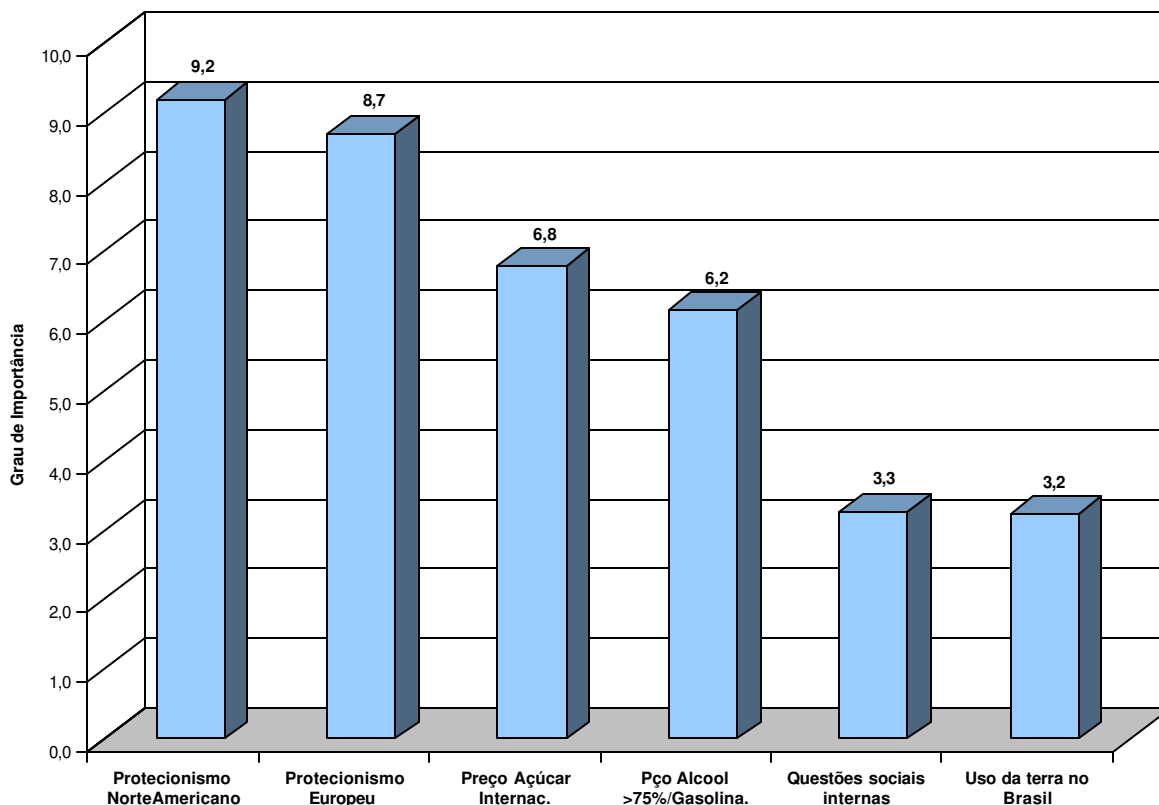
O uso de álcool hidratado ou etílico para outros fins (industrial, alcoquímica) não foi citado como potencial para a exportação. Um aspecto levantado por 30% dos entrevistados foi a carência (e portanto, necessidade) de infra-estrutura adequada, estradas, ferrovias e portos, para o escoamento e trânsito do álcool combustível.

**Questão 7. Barreiras para a exportação de álcool etílico combustível anidro (AEAC).** Barreiras e protecionismo são medidas que impedem o ingresso de um produto em outro(s) país(es), a exemplo de impostos e taxas sobre o produto importado. Tem-se ainda incentivos ou subsídios que o Governo estabelece para proteger a produção ou preço local. De acordo com alguns especialistas, as questões energéticas são tratadas de modo estratégico, visando à independência energética do país. Por esta razão, as nações tendem a subsidiar os custos de desenvolvimento, produção, tecnologia e outros envolvidos.

Considerando-se essa visão, as negociações bilaterais continuam sendo bem mais atrativas para o país; por exemplo, realizar importações e exportações entre o Brasil e a Argentina ou entre o Brasil e o Japão, em detrimento das negociações multilaterais ou por blocos regionais, uma vez que, de acordo com um dos especialistas entrevistados, a *“retórica do livre mercado ainda está longe de ser uma realidade”*.

Entre as principais barreiras citadas para a exportação de álcool combustível, os atores acreditam que a de maior peso é o protecionismo. Entre os países que exercem maior grau de protecionismo, os Estados Unidos ficam em primeiro lugar, seguido dos países da Europa, conforme apresentado na Figura 15. O uso da terra e as questões sociais não tiveram um peso de destaque.

Uma outra barreira, não constante desta questão, que, porém, foi apontada por 70% dos entrevistados, foi, novamente, a imagem do setor sucro-alcooleiro perante o consumidor, no que diz respeito à garantia de oferta de álcool combustível com uma relação de preço álcool/gasolina compatível com a diferença do poder calorífico dos combustíveis.



**FIGURA 15 - Barreiras para a exportação de AEAC.**

As respostas obtidas dos questionários contribuirão para o delineamento das hipóteses dos cenários, conforme detalhado a seguir.

### **3.2. DELINEAMENTO DA HIPÓTESES**

A análise dos dados qualitativos, obtida dos questionários, visitas e entrevistas realizadas, permitiu o levantamento das hipóteses e premissas a serem consideradas na elaboração dos cenários, desenvolvidos no Capítulo 5 deste estudo.

#### **3.2.1. Cenário 1: *Cenário da Continuidade da situação atual***

Este cenário, desdobrado em 1A e 1B, tem como principal foco extrapolar a tendência atual: papel não interventor do Estado, inexistência de planejamento e de políticas públicas, etc. Neste contexto, questiona-se o comportamento da demanda e da oferta do álcool combustível,

notadamente do álcool etílico hidratado carburante (AEHC), uma vez que o álcool anidro (AEAC) apresenta uma certa estabilidade na oferta devido à sua demanda acompanhar as estimativas de crescimento da frota nacional de veículos leves que utilizam gasolina<sup>42</sup>, além de existir a possibilidade de alteração na proporção da mistura de AEAC na gasolina, fato garantido por lei.

Desse modo, o Cenário 1 foi desenvolvido com base nas seguintes premissas, consideradas, pela autora, com sendo as mais relevantes:

- A produção de carros dedicados cessa no curto ou médio prazo. A introdução de uma nova tecnologia, o *flex fuel*, acentua o impacto no sucateamento dos carros dedicados, permanecendo a infra-estrutura dos postos de distribuição.
- A introdução dos carros *flex* reverte a trajetória no consumo de álcool etílico hidratado carburante (AEHC), o qual apresenta aumento na demanda para atender à nova tecnologia de carros bi-combustíveis.

Conforme evidenciado nas respostas à questão 5, o preço da gasolina é a variável-chave de maior peso, já que existe uma relação preço álcool hidratado/preço gasolina (PA/PG) que deve ser considerada. Assumindo-se que esta relação é um fator determinante para a preferência do consumidor por um ou outro combustível, pode-se inferir que a demanda do álcool etílico hidratado combustível terá o seguinte comportamento:

- i) se a relação PA/PG for mantida inferior ou igual a 65%, é provável que o carro a álcool continue a ser produzido pelas montadoras, ao menos pelos próximos cinco anos. O consumo de AEHC aumenta principalmente devido à introdução do carro *flex* assumindo-se que praticamente a totalidade dos proprietários destes veículos irá abastecer com álcool hidratado.
- ii) Mantendo-se a relação PA/PG próxima de 75%<sup>43</sup>, a tendência é o uso indevido do álcool hidratado: conversão dos carros a gasolina para AEHC sem a devida regularização da documentação, mistura de álcool ao abastecer gasolina direto na bomba .

---

<sup>42</sup> Esta condição - aparentemente positiva do AEAC - poderia explicar uma certa *inércia* do setor sucroalcooleiro apresentada pela maioria dos produtores de álcool combustível na década passada.

<sup>43</sup> Este percentual reflete a opinião da maioria dos atores entrevistados à época.



- iii) A introdução de uma nova tecnologia, o motor flexível *flex fuel* ou ainda bi-combustível, teria um impacto positivo para a manutenção da infra-estrutura de distribuição do álcool combustível e para reverter a trajetória de declínio no consumo de álcool hidratado verificada desde a metade da década de noventa.

### **3.2.2 Cenário 2: Orientado para o mercado externo**

A sustentabilidade na oferta e demanda do álcool combustível nacional acontece somente para o álcool etílico anidro combustível (AEAC), devido à necessidade dos países desenvolvidos de diminuir o nível de emissões de gases efeito estufa (GEE). É por esse motivo que os países incluídos no Anexo I do Protocolo de *Kyoto* apresentam notável interesse na aquisição de Reduções Certificadas de Emissões (RCE's) a partir de uma fonte de energia renovável, enquadrada no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Destarte, diversos países industrializados tornam-se potenciais importadores de álcool anidro nacional para mistura à gasolina. Para isso, esses países minimizam as barreiras impostas, permitindo a entrada do combustível renovável brasileiro.

### **3.2.3. Cenário 3: O álcool combustível como um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do país**

As entrevistas e respostas aos questionários contribuíram no sentido de tornar perceptível a importância do álcool combustível nos seus diversos aspectos, como também para notar quão complexas podem ser as relações entre os diferentes atores.

No entanto, para este cenário, a idéia central é desvincular-se os acontecimentos do passado na tentativa de se visualizar algo novo, criar um futuro para o álcool combustível no sentido deste vir a ser um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Deve-se considerar, ainda, que, embora a extensão territorial do país seja favorável e significativa, ampliar a oferta de álcool combustível pode não ser simples, principalmente no que diz respeito à manutenção da competitividade no preço de produção, uma vez que a atratividade

no preço do álcool combustível nacional obedece, em grande parte, a uma infra-estrutura formada nos dez primeiros anos do Proálcool (1975-1985), momento no qual contou-se com amplos subsídios governamentais/financeiros.

Neste cenário, as questões ambientais tendem a ser discutidas com mais profundidade, de modo que não somente o uso do álcool hidratado e/ou anidro em veículos leves, mas também a preocupação com questões mais amplas, como a melhoria com do transporte público urbano e o redesenho das cidades passam a ser inseridos nas premissas deste cenário. A concretização deste cenário no curto prazo é mínima, com alguma probabilidade no médio prazo, aumentando no longo prazo.

Este cenário foi que menos recebeu respostas ou propostas da parte dos entrevistados, mesmo porque setenta por cento destes acredita ser difícil projetar o comportamento do álcool combustível para vinte anos adiante. Esta constatação reflete a necessidade que o país tem de contar com estudos prospectivos de longo prazo - conforme sugestão de um dos especialistas entrevistados - na tentativa de minimizar as incertezas que o futuro apresenta.

O estudo segue para a próxima fase, com a tentativa de elaborar um modelo quantitativo – Capítulo 4 – que explique a demanda e a oferta de álcool combustível com base em modelagem econométrica-uso final (estatística), utilizando séries históricas.

## Capítulo 4

### O MODELO QUANTITATIVO

O modelo quantitativo está ancorado em dados numéricos e estatísticos, sendo considerado, por esta razão, mais preciso e consistente. Os resultados obtidos podem ser revisados e recalculados, se necessário. É também uma ferramenta útil para estimar as tendências do futuro, como por exemplo, o crescimento populacional, a evolução econômica, e outros, a partir da observação do passado e do presente (UNEP, 2002).

#### 4.1. O MODELO QUANTITATIVO

De acordo com Godet (1979), os elementos que embasam o estudo prospectivo são: *i*) o modelo quantitativo ou numérico e *ii*) a análise qualitativa - que considera as motivações e os valores humanos. Para esta pesquisa, assume-se que as informações da análise qualitativa têm um maior impacto no desenvolvimento dos cenários, sendo que a elaboração e dados do modelo quantitativo servirão para dar consistência – o que é essencial – ao estudo prospectivo, conforme ocorrido nos estudos da UNEP (2002), de Herrera *et al.* (1994) e de Godet (1979).

A análise qualitativa foi descrita no Capítulo 3. O objetivo deste capítulo consiste basicamente em elaborar um modelo quantitativo para a demanda e um outro para a oferta de

álcool etílico hidratado<sup>44</sup> carburante (AEHC), com a finalidade de analisar as variáveis que explicam, ou não, o consumo e a disponibilidade do combustível renovável. Para o ajuste das equações dos modelos, utilizou-se o software estatístico *SPSS versão 11.0*. Algumas definições e ferramentas estatísticas que estão presentes na modelagem quantitativa são apresentadas no Anexo III deste trabalho.

#### 4.1.1. O modelo da demanda

Conforme apontado por Buonfiglio (1992), os primeiros cálculos sobre a demanda de combustível tiveram como base a evolução do Produto Interno Bruto (PIB), considerado um parâmetro básico do crescimento de um país, o qual explicaria o comportamento na demanda dos diferentes insumos. Avançando nessa linha, um aprimoramento desse método seria considerar, também, o preço do combustível, partindo da premissa que um aumento no preço deste último inibe o seu consumo.

Assim, **regressões econométricas** foram utilizadas para ambas as abordagens, evoluindo na aplicação de outras variáveis, como renda disponível, estudo das elasticidades dos preços de curto e longo prazo e outras, as quais, no entanto não conseguiram explicar o consumo de combustíveis, principalmente o da gasolina, no transporte rodoviário. Para o autor, uma das principais razões para isto, no Brasil<sup>45</sup>, foi o maior uso de óleo diesel em veículos leves, camionetas, e em veículos pesados, caminhões e ônibus.

O próximo passo foi o estudo dos **modelos de simulação por usos finais**, os quais analisam os equipamentos responsáveis pelo consumo de combustíveis. No caso do transporte rodoviário, é a frota de veículos uma das principais variáveis para a projeção da demanda. Buonfiglio (1992) destaca uma aplicação de um modelo de simulação por usos finais realizada no Brasil por Lima (1986) no seu “Modelo de Análise e Previsão de Consumo de Combustíveis –MAPCC”, no qual o autor correlaciona os dados de venda de veículos com as informações referentes aos veículos em

---

<sup>44</sup> O álcool etílico anidro carburante (AEAC) não é contemplado nesta análise por ter o seu comportamento alinhado com a frota de veículos leves a gasolina, além de existir uma reserva de mercado garantida por lei: deve ser misturado à gasolina como oxigenante (Moraes e Shikida, 2002); essa proporção encontra-se atualmente em 25%.

<sup>45</sup> Buonfiglio (1992) cita os Estados Unidos e a Europa, que também apresentaram aumento dos automóveis a óleo Diesel (pág.129).

circulação. O modelo considerou, ainda, o consumo de combustível por veículo como dependente da sua idade, obtendo a quilometragem específica (quilometragem anual percorrida dividida pelo consumo de gasolina (ou outro combustível) em litros/ano).

#### **4.1.2. Os modelos mistos**

Ambos os modelos mencionados anteriormente, o econométrico e o de simulação por usos finais, apresentam limitações. O modelo econométrico, por exemplo, não consegue explicar as mudanças decorrentes da evolução tecnológica, muito rápida no setor de transportes, não só no que diz respeito à eficiência dos veículos, mas também no que diz respeito à introdução de novos combustíveis.

Os modelos de simulação por usos finais, por sua vez, conforme Buonfiglio (1992), encontram uma certa dificuldade para explicar, de forma objetiva, as mudanças político-econômicas, seja de uma nação ou região, a exemplo de uma política recessiva, ou uma política de redução de consumo através de mecanismos econômicos, como o aumento dos preços reais dos combustíveis. A partir desse “impasse”, surgiram os modelos mistos, que conjugam os modelos econométricos e os de simulação por usos finais, na tentativa de explicar o consumo de combustíveis através de uma análise técnico-econômica dos equipamentos da frota de veículos e dos fatores macroeconômicos (BUONFIGLIO, 1992).

Dadas as características dos tipos de modelos apresentados, na tentativa de se elaborar um modelo quantitativo que explicasse o consumo de álcool combustível no país, optou-se, neste capítulo, por desenvolver um modelo misto, isto é, econométrico-uso final, com base em dados numéricos históricos. Ainda, fazem-se necessárias algumas considerações sobre a elaboração da base de dados.

## 4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A OBTENÇÃO DOS DADOS NUMÉRICOS

Como principal fonte de dados, este estudo utilizou as estimativas do Anuário Estatístico da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores, ANFAVEA, a qual utiliza as informações do Registro Nacional de Veículos Automotores – RENAVAL. Até 1985, o Ministério dos Transportes, através da Empresa Brasileira de Planejamento e Transportes, GEIPOT, publicava regularmente dados referentes às frotas nacionais, estaduais e municipais, calculados a partir da Taxa Rodoviária Única, TRU. Com a extinção da TRU, em 1986, estes dados estatísticos deixaram de ser gerados. A partir de então, várias instituições vêm realizando estudos com o objetivo de estimar a frota nacional, cabendo destacar a própria indústria automobilística, de petróleo e instituições acadêmicas.

Para calcular a frota, um método<sup>46</sup> que merece apreço é a probabilidade de sucateamento, a qual estabelece o percentual dos veículos sucateados em função da idade<sup>47</sup> e limita a vida máxima do veículo. A partir da curva de sucateamento é definida a taxa anual de sucateamento. Desta forma, a frota de um determinado ano será o número de veículos do ano anterior deduzidos da aplicação da função do sucateamento, curva e taxa de sucateamento, acrescido das vendas do ano determinado.

No que se refere à frota de auto-veículos nacionais, são várias as estimativas encontradas para o cálculo de taxas de sucateamento, o que dificulta o estudo. Como exemplo, citam-se as curvas estimadas de sucateamento do IPT, da DATAGRO e o estudo realizado por Uria e Schaeffer (1997), ilustrado na Figura 16.

Segundo estudos do IPT (2003), a vida dos automóveis e veículos leves atinge um pouco mais de 30 anos; em estudo realizado pelo MCT (1997), a idade dos veículos pode atingir 40

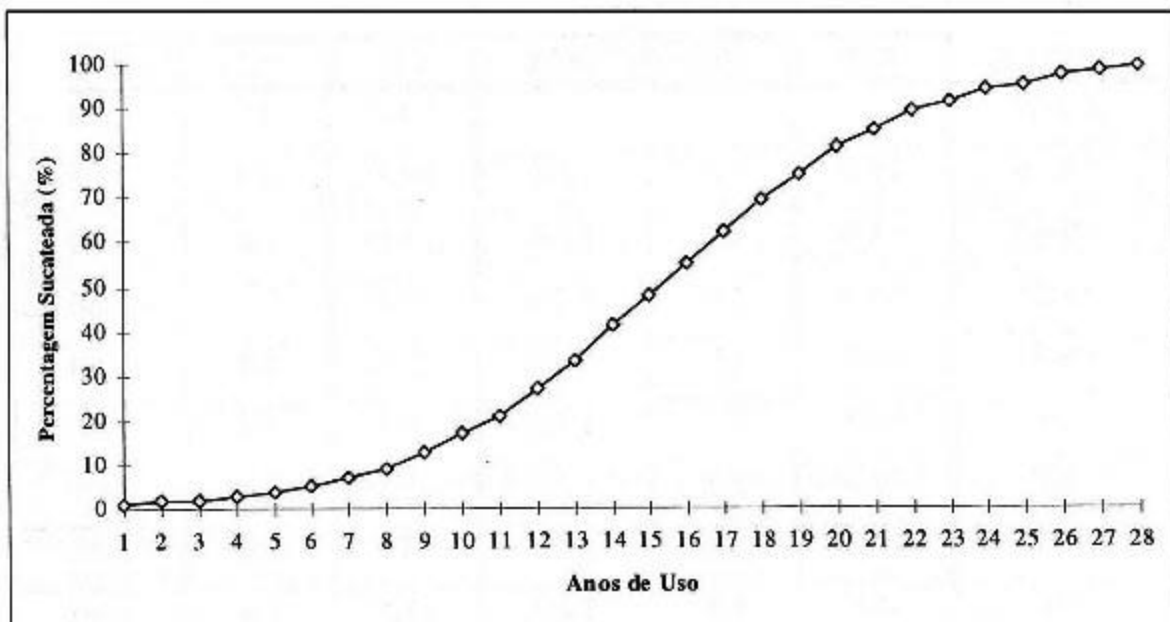
---

<sup>46</sup> O GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento e Transportes – estima a frota com base em cadastros dos veículos. O PNAD e IBGE calculam a frota nacional com base em pesquisas amostrais.

<sup>47</sup> Outras variáveis também interferem na probabilidade de sucateamento de um auto-veículo, ou seja, na determinação do seu período de sobrevivência. Fatores como o preço dos veículos no mercado secundário, custo de manutenção, a probabilidade de necessidade de reparos (probabilidade de acidentes), o valor da sucata ao final da sua vida útil e outros. A principal variável, no entanto, é a idade do veículo. Este método elabora uma curva típica de sobrevivência na qual o sucateamento aumenta com a idade do veículo, método que tem sido utilizado em estudos da indústria automobilística, indústria petrolífera e outros.

anos. Para a DATAGRO (2003), o limite de vida destes veículos é de 20 anos; já para Uria e Schaeffer (1997) o sucateamento dos veículos ocorre após 28 anos. Segundo estudos realizados pelos MCT/PNUD (E&E/MCT/PNUD, 1999), a idade média da frota nacional de veículos leves é de 9 anos.

Segundo Uria *et* Schaeffer (1997), os veículos leves são sucateados, praticamente em sua totalidade, após 28 anos, conforme apresentado na Figura 16.



**FIGURA 16 - Curva de Sucateamento - frota de veículos leves**  
Fonte: URIA & SCHAEFFER (1997)

### 4.3. ELABORAÇÃO DO MODELO DA DEMANDA

A elaboração de um modelo para a demanda de álcool etílico hidratado carburante (AEHC) tem como objetivo primordial entender o comportamento decrescente do consumo de álcool combustível hidratado no país a partir da segunda metade da década de oitenta para, em seguida, projetar a demanda futura desse combustível renovável.

Construiu-se uma base de dados com séries históricas abrangendo o período de 1982 a 2002, à luz da abordagem apresentada por Buonfiglio<sup>48</sup> (1992), juntamente com os resultados obtidos das correlações das principais variáveis-chave levantadas no decorrer da análise qualitativa. Desse modo, o consumo de álcool hidratado estaria diretamente relacionado com a frota, o preço do combustível, ou melhor, a relação do preço do álcool hidratado comparado com o preço da gasolina, e o PIB. Desse modo tem-se que:

$$\text{Consumo AEHC} = f(\text{frota carros a AEHC}; \text{Relação Preço AEHC/Gasolina}; \text{PIBpc})$$

A frota de veículos de um ano “(t)” é o resultado da soma da frota do ano anterior com as vendas do ano em questão (t), subtraindo-se o resultado da frota do ano anterior, aplicada a taxa de sucateamento:

$$\text{Frota VeicAEHC}_{(t)} = \text{Frota Veic AEHC}_{(t-1)} + \text{Vendas}_{(t)} - (\text{Frota VeicAEHC}_{(t-1)} * \text{txS})$$

Onde: t = ano desejado da frota;  
 (t-1) = frota do ano anterior;  
 Vendas(t) = vendas do ano desejado;  
 txS: taxa de sucateamento

Os dados utilizados para a frota de carros a álcool foram os extraídos do DAA/MAPA (2003). Para as vendas, utilizou-se os dados da ANFAVEA (2003) e a taxa de sucateamento conforme Uria *et* Schaeffer (1997).

Com a finalidade de entender o comportamento das vendas dos veículos a álcool (AEHC), foram elaborados três modelos, inserindo-se as variáveis que se apresentaram mais significativas quanto ao grau de correlação ( $R^2$  maior do que 0,5), sendo estas: PIB *per capita* (PIBpc), População (POP), preço do veículo leve mais barato em salários mínimos (PçVEIC<sup>49</sup>), relação do preço do álcool hidratado/ gasolina (\$alc/gaso) e a relação entre a produção e o consumo de AEHC.

<sup>48</sup> Capítulo 5: Modelos da Demanda; Modelo Sugerido para Projetar as Demandas de Álcool e Gasolina (item 5.2.)

<sup>49</sup> Buonfiglio (1992) utiliza o termo PAUT (Preço do automóvel mais barato em salários mínimos).



**Modelo 1:** variáveis-chave: PIBpc; População; Preço do Veículo:

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	1670124,53	561592,07	2,9739105	0,0085151
PIB pc US\$	589,410922	387,16805	1,5223646	0,1463017
População	-19027,376	3944,0078	-4,824376	0,0001585
Pço Veículo	792,595416	1414,3157	0,5604091	0,5825113

Modelo 1: Variável Dependente: Venda de Veículos AEHC

Vendas Veíc.AEHC = f (PIBpc; POP; Preço do carro a álcool (PçVEIC))

Vendas Veíc.AEHC = 1670124+589\*PIBpc-19027\*POP+792\*PçVEIC

$R^2 = 0,721$  F = 14,6

Embora a correlação tenha apresentado o  $R^2=0,721$ , um maior preço do automóvel não explica as vendas de veículos leves a AEHC. Quanto à população, esta precisaria diminuir para incrementar as vendas, o que não faz sentido. Retirando-se a variável “população” do modelo, a correlação apresenta-se demasiadamente baixa para ser considerada (modelo 1a.). A variável “preço veículo” mostra-se inconsistente para a análise devido ao “erro padrão” apresentado. O PIBpc é a variável importante.

**Modelo 1a.** Variáveis consideradas: PIBpc e Preço do Veículo.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	2561128	793315,2	3,228386	0,004662
PIB pc	-968,203	319,6243	-3,02919	0,007212
Pço Veículo	-110,337	2096,956	-0,05262	0,958616

Modelo 1a. Dependente Variável: Venda de Veículos AEHC

Vendas AEHC = f (PIBpc; PçVeíc.)

Vendas AEHC = 2561128 – 968\*PIBpc – 110\*PçVEIC

$R^2 = 0,339$  F = 4,6

Para o modelo 2, as variáveis explanatórias foram: o PIBpc, a população e a relação Preço AEHC/preço gasolina:

**Modelo 2:** PIBpc; POP; \$álc/gaso

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	2199582	566423,6	3,88328	0,001194
PIB pc	474,842	361,5427	1,313378	0,206507
População	-17911,7	3706,486	-4,83253	0,000156
\$álc/gaso	-5262,29	3245,375	-1,62147	0,123315

Modelo 2: Variável Dependente: Venda de Veículos a AEHC

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = f(\text{PIBpc}; \text{POP}; \text{Relação Preço Alcool/Gasolina})$$

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = 2199582 + 475 * \text{PIBpc} - 17912 * \text{POP} - 5262 * \$\text{Alc/Gaso}$$

$$R^2 = 0,754 \quad F = 17,8$$

A variável “relação do preço do álcool/gasolina” indica que quanto menor for esta relação, maior serão as vendas de carros a álcool. No entanto, devido à instabilidade do preço do AEHC e o coeficiente da variável “população” negativo, o modelo perde em grau de significância. Retirando-se a variável POP (modelo 2a.), a correlação ( $R^2$ ) não é significativa, e o coeficiente do PIBpc negativo, compromete ainda mais o modelo.

### Modelo 2a. PIBpc; \$alc/gasolina

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	3106455	800197,8	3,882109	0,001092
PIB pc	-981,891	298,8764	-3,28527	0,004113
\$alc/gaso	-7410,43	4813,444	-1,53953	0,141071

Modelo 2a. Variável Dependente: Venda de Veículos a AEHC

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = f(\text{PIBpc}; \text{Relação Preço Alcool/Gasolina})$$

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = 3106455 - 982 * \text{PIBpc} - 7410 * \$\text{alc/gaso}$$

$$R^2 = 0,416 \quad e \quad F = 6,4$$

Para o terceiro modelo, introduziu-se como variável, a relação da produção de AEHC sobre o consumo de AEHC (Prod/Cons), com a finalidade de verificar a disponibilidade de álcool hidratado no mercado interno, uma vez que a falta de oferta suficiente de AEHC acarreta problemas graves para os consumidores cativos, além do que a proporção de adição (% mistura) de álcool anidro na gasolina pode variar.

### Modelo 3: variáveis inseridas: Relação Produção/Consumo; PIBpc; População:

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	1435878	848145,7	1,692961	0,108707
Prod/Cons	92209,27	182191,1	0,506113	0,619277
PIB pc US\$	622,5874	406,4432	1,531794	0,14397
População	-18315,9	4002,4318	-4,57619	0,000268

Modelo 3. Variável Dependente: Venda de Veículo a AEHC

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = f(\text{Prod/Cons}; \text{PIBpc}; \text{POP})$$

$$\text{Vendas Veíc. AEHC} = 1435878 + 92298 * \text{Prof/Cons} + 623 * \text{PIBpc} - 17912 * \text{POP}$$

$$R^2 = 0,720 \quad ; \quad F = 14,5$$

O modelo 3 revela que o conjunto destas variáveis têm um baixo grau de poder explicativo (F), além da população ser negativa. Essa correlação ( $R^2$ ), no entanto, é significativa. Visando a ajustar o modelo, excluiu-se a variável FOP (negativa), conforme o **modelo 3<sup>a</sup>**. O resultado é um baixo grau de correlação  $R^2=0,375$  e baixo valor do estimador  $F=5,4$ . Ainda, neste modelo, o PIB também apresenta-se negativo:

**Modelo 3a.** Variáveis: Produção/Consumo AEHC; PIBpc

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	1541475,2	1230923	1,252293	0,226491
Prod/Cons	264663,03	258793,4	1,022681	0,320008
PIB pc	-667,98744	424,9255	-1,57201	0,13336

Modelo 3a. Variável dependente: Venda de Veículos a AEHC.

Vendas Veíc. AEHC =  $f$  (Prod/Cons; PIBpc)

Vendas Veíc. AEHC =  $1541475 + 264663 * \text{Prof/Cons} - 668 * \text{PIBpc}$

$R^2 = 0,720$  ;  $F = 14,5$

Partindo-se da premissa de que o consumo de álcool hidratado está diretamente relacionado com as vendas de veículos a álcool hidratado, e as vendas, por sua vez, estão inseridas na frota de AEHC, nenhum dos três modelos apresentados explica as vendas de forma satisfatória.

Considerando-se o consumo de álcool hidratado, conforme indicado no início desta parte do trabalho, como sendo função da frota, da relação preço álcool/gasolina e do PIBpc, têm-se um quarto modelo bastante ajustado. No entanto a variável preço álcool/gasolina não é significativa, pois o “erro padrão” é maior do que o valor do coeficiente.

**Modelo 4.** Variáveis insereidas: frota AEHC; relação preço álcool/gasolina; PIBpc

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	7211,031	3774,968	1,910223	0,073123
Frota AEHC	0,002397	0,000231	10,35775	9,23E-09
\$alc/gaso	-17,0995	26,98857	-0,63358	0,534786
PIB pc	-2,51382	1,307895	-1,92204	0,071525

Variável dependente: **Consumo de AEHC**

$R^2 = 0,932$  e  $F=78,34$

Ao excluir-se o PIBpc para explicar o consumo de álcool hidratado, o modelo (4a.) apresenta-se significativo em termos estatísticos:

**Modelo 4a.** Variáveis inseridas: frota AEHC; relação preço álcool/gasolina

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	463,7319	1488,363	0,311572	0,758946
Frota AEHC	0,002165	0,000212	10,23139	6,27E-09
\$alc/gaso(%)	4,127041	26,4043	0,156302	0,877535

Variável dependente: **Consumo de AEHC**

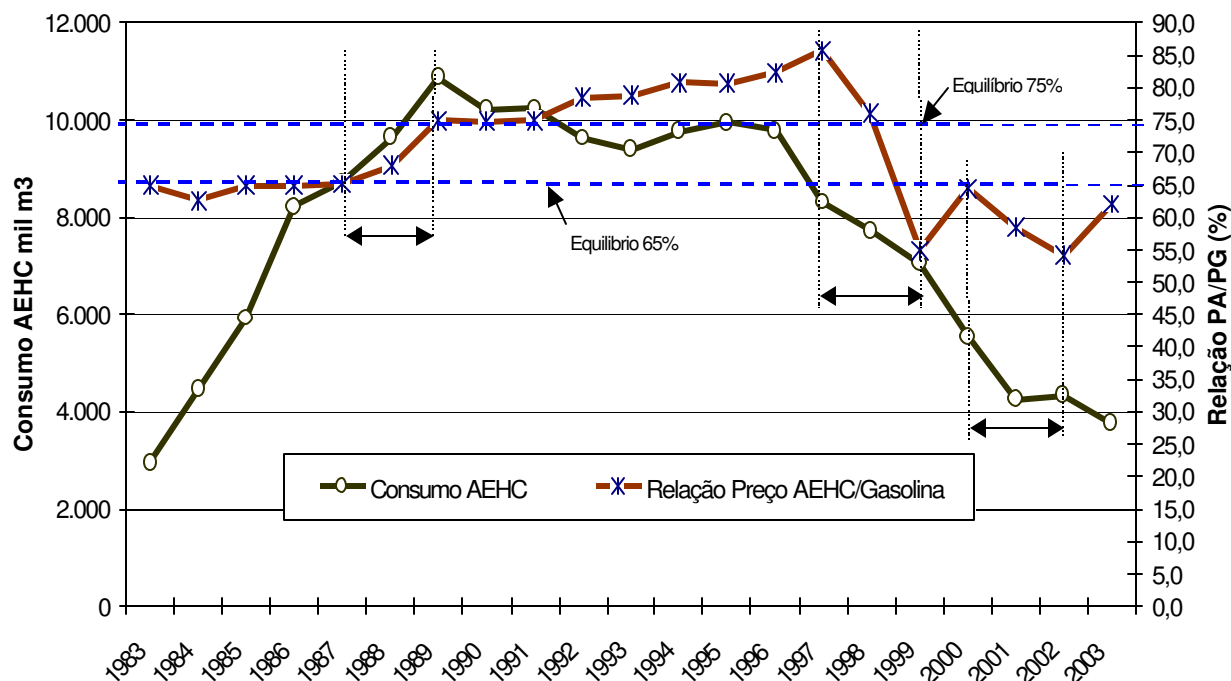
**Consumo AEHC = f (frota AEHC; relação preço AEHC/Gasolina)**

**Consumo AEHC = 464 + 2,2\*FrotaAEHC + 4,1\*Rel AEHC/Gasolina**

**R<sup>2</sup> = 0,918; F=100,6**

Com estes dados, pode-se inferir que o consumo de álcool combustível está apenas relacionado com o tamanho da frota.

Apesar do modelo (4a) ter-se apresentado ajustado, explicar o consumo do álcool hidratado não é simples. Nesse modelo, a correlação da variável preço do álcool/preço da gasolina (PA/PG) não é efetiva, e, embora o consumo varie mais que o preço, existe um certo paralelismo entre a evolução dessas duas realidades, conforme pode ser evidenciado na Figura 17.



**FIGURA 17: Consumo de AEHC e a relação preço AEHC/gasolina**

Fonte: Elaboração a partir dos dados da UNICA (2003); BEN( 2003)

A indicação com a seta ( $\longleftrightarrow$ ) diz respeito aos períodos em que o comportamento do consumidor não condiz com a lógica do modelo 4a., no qual o consumo de álcool combustível aumentaria se a relação PA/PG apresentasse queda, ou ainda, que o consumo diminuiria em função do aumento da relação PA/PG.

Pode-se evidenciar na Figura 17 que, mesmo quando a relação do preço (PA/PG) esteve acima de 75%, o consumo de álcool hidratado manteve-se “estável”, em torno dos 10 bilhões de litros, durante o período de 1990 a 1996, após o qual iniciou uma constante trajetória de queda, passando de um consumo de 8,3 bi/litros em 1997 para 4,3 bi/litros em 2002, mesmo com a relação preço PA/PG apresentando-se também em declínio (de 85,64% para 54,17%) no mesmo período.

O preço relativo é explicado fundamentalmente pelo consumo, o qual obedece ao tamanho da frota de carros dedicados, que cresceu até 1995. A partir de então, inicia-se uma queda constante do consumo de álcool combustível, acompanhando a abrupta redução da produção dos carros dedicados em detrimento da introdução dos carros populares, de 1.000 cilindradas, somente à gasolina.

Na criação do Proálcool, estabeleceu-se uma relação de equilíbrio entre os preços dos dois combustíveis, gasolina e álcool hidratado, de 65% com a finalidade de promover a venda de veículos dedicados e o consequente consumo de AEHC e, também, por ser conhecido o poder calorífico inferior do álcool etílico hidratado (6300 kcal/kg) comparado com a gasolina automotiva (10400 kcal/kg)<sup>50</sup>. Deve-se considerar que, à gasolina utilizada no país, acrescenta-se atualmente 25% de álcool etílico anidro, cujo poder calorífico inferior é de 6750 kcal/kg.

Por outro lado, a análise qualitativa e as pesquisas realizadas junto aos diversos atores, deixou claro que, para o consumidor, uma relação de até 75% no preço do álcool/gasolina viabiliza o consumo de álcool hidratado (AEHC). É interessante notar que, durante o período de 1997 a 2003, a relação PA/PG manteve-se abaixo dos 65%, mas o consumo não apresentou crescimento, pelo contrário, continuou em queda (Figura 17).

---

<sup>50</sup> Balanço Energético Nacional, 2004, Tabela E.9).

Quanto à frota de carros dedicados, outra variável que explica o modelo 4a , esta encontra-se condizente com o acima exposto: uma menor frota leva à diminuição do consumo de combustível, o álcool hidratado.

A partir dos modelos desenvolvidos, evidenciou-se que não foi possível explicar ou criar um modelo puramente estatístico para explicar as vendas de carros dedicados ou o consumo de álcool hidratado (AEHC). Outros elementos, dificilmente modeláveis, também interferem no comportamento do consumo de álcool hidratado, a exemplo de fatores qualitativos como vontade política e credibilidade no Programa. Evidencia-se, assim, a necessidade da análise qualitativa para, juntamente com o modelo quantitativo, desenvolver o estudo prospectivo.

As séries históricas das variáveis utilizadas neste modelo, encontram-se na Tabela 13.

**TABELA 13 - Séries históricas utilizadas no modelo da demanda de AEHC (1982-2002)**

Ano	Consumo AEHC (1) (m <sup>3</sup> )	Frota AEHC (1) (unidades)	Produção AEHC (m <sup>3</sup> )	Relação Preço(2) PA/PG (%)	PIBpc (3) (US\$) (US\$=2002)	População (3) (milhões/hab)	VendaVeic AEHC(4) (unidades)	PreçoVeí Rel.Sal. Min (US\$)(5)
1982	1.660.785	553.765	2.283.634	65,00	2.190	127,4	233.497	56,50
1983	2.950.166	966.415	5.394.768	65,00	2.081	130,1	581.373	54,40
1984	4.468.175	1.517.847	7.148.967	62,58	2.148	132,7	568.163	58,20
1985	5.932.014	2.083.617	8.621.102	64,92	2.271	135,3	647.445	48,50
1986	8.225.934	2.759.476	8.369.485	64,97	2.396	137,8	698.564	52,60
1987	8.712.897	3.250.977	9.475.709	65,16	2.437	140,2	459.238	80,40
1988	9.644.107	3.693.083	9.991.188	68,00	2.393	142,5	565.699	102,50
1989	10.880.059	4.110.735	10.579.404	74,90	2.427	144,7	405.302	108,90
1990	10.205.066	4.220.390	10.477.437	75,00	2.284	147,6	81.998	87,50
1991	10.251.086	4.190.122	10.735.439	74,92	2.272	149,9	150.547	114,00
1992	9.630.725	4.235.291	9.513.106	78,48	2.226	152,2	195.546	106,80
1993	9.404.376	4.314.339	8.769.596	78,84	2.300	154,5	262.644	74,50
1994	9.717.576	4.363.773	9.892.440	80,77	2.399	156,8	142.015	60,70
1995	9.721.992	4.236.118	9.659.202	80,69	2.466	159,0	40.685	48,40
1996	9.782.822	4.033.570	9.801.729	82,25	2.498	161,2	7.647	46,30
1997	8.305.703	3.780.176	9.726.026	85,64	2.543	163,5	1.136	46,40
1998	7.717.328	3.493.099	8.236.059	76,05	2.512	165,7	1.224	46,40
1999	7.050.751	3.189.023	6.936.996	54,86	2.499	167,9	10.942	67,80
2000	6.081.543	2.895.114	4.932.805	64,32	2.574	170,1	10.292	65,00
2001	5.141.504	2.511.239	4.988.608	58,43	2.576	172,4	18.335	65,60
2002	4.608.889	2.245.529	5.096.004	54,17	2.582	174,6	56.068	90,70

Fonte: Elaboração a partir de: (1) MAPA/DAA (2003);

(2) MAPA/DAA (2003); BEN 1998 e 2003; Tabela 7.9;

(3) Balanço Energético Nacional (BEN) 1998 e 2003; Tabela 7.1;

(4) Anfavea, Anuário Estatístico 2003; Carta Anfavea Janeiro 2004;

(5) Revista Quatro Rodas, maio 2003 e site IPEA, 2004.

#### 4.4. O MODELO DA OFERTA

O modelo da oferta tem como objetivo especificar quais variáveis-chave interferem na oferta de álcool hidratado combustível, partindo da premissa que a demanda e a oferta devem, em teoria, encontrar o ponto de equilíbrio, no qual consumidores obtêm o produto na quantidade e preço considerado justo e os produtores, por sua vez, obtêm o retorno esperado de seus investimentos ao ofertar tal produto.

Para os cálculos estatísticos do modelo da oferta de álcool etílico hidratado combustível (AEHC) utilizou-se o software *SPSS* versão *11.0*. A série temporal utilizada abrange os anos de 1982 a 2002 (Tabela 14).

Seguindo a mesma lógica do modelo para a demanda, considerou-se, a partir da análise qualitativa, as variáveis-chave que apresentaram um maior grau de correlação ( $R^2$ ):

- i) a produção de cana-de-açúcar;
- ii) a produção de álcool anidro (AEAC);
- iii) o preço do açúcar no mercado internacional.

Desse modo, a oferta de álcool hidratado é função da produção de cana-de-açúcar, da produção de álcool anidro e do preço do açúcar no mercado internacional:

$$\text{Oferta de AEHC} = f(\text{produção de cana-de-açúcar}; \text{produção de AEAC}; \$ \text{ açúcar})$$

**Coefficients(a)**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1667,819	1607,215		-1,038	,314
	producao cana mil ton	,060	,011	1,098	5,434	,000
	producao anidro milhões/litros	-1,835	,242	-1,417	-7,588	,000
	US\$/ton preço médio açúcar interl	7,723	3,984	,222	1,939	,069

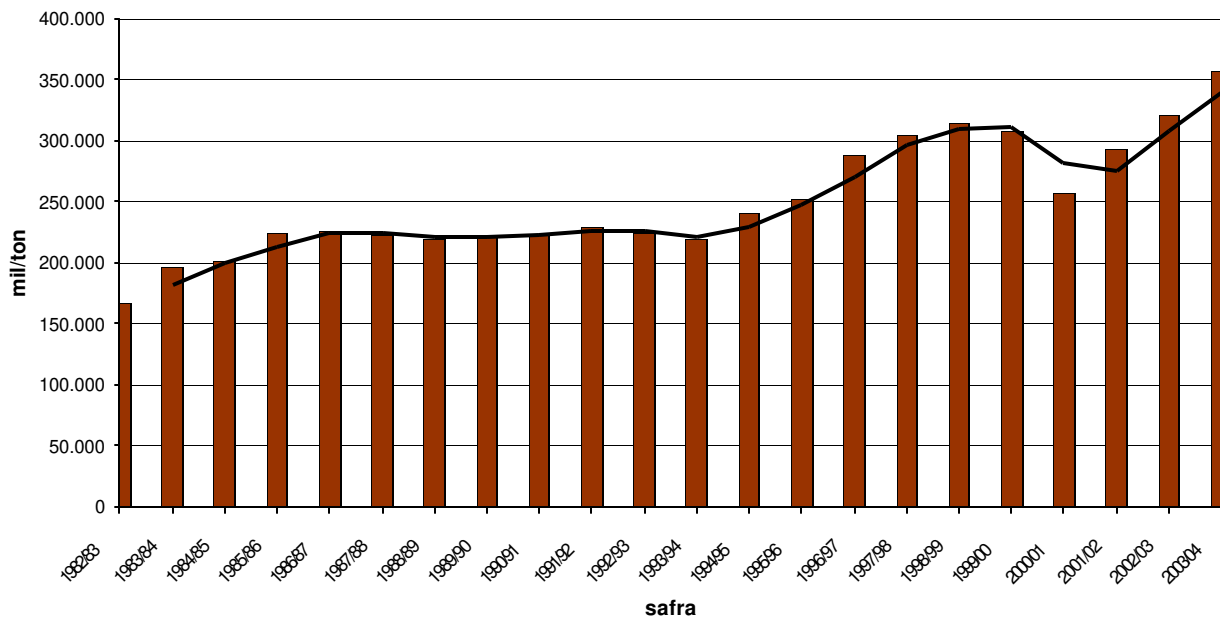
a Dependent Variable: produção hidratado milhões litros

$$\text{Oferta AEHC} = -1668 + 0,06*\text{Prod.Cana} - 1,835*\text{Prod.AEAC} + 7,7*\text{Preço Açúcar}$$

$$R^2 = 0,875 ; F = 39,7$$

A correlação ( $R^2$ ) pode ser considerada significativa. O modelo sugerido merece apreço na medida em que mostra uma relação negativa entre a produção de álcool anidro (AEAC) e hidratado (AEHC). O modelo, no entanto, apresenta um comportamento anômalo quanto à ao aumento da produção e da exportação de açúcar, apesar da queda do preço da *commodity* no mercado externo. Note-se também que a variável “preço do açúcar no mercado internacional” apresenta uma baixa significância de seu coeficiente (valor do teste “t”).

Quanto à produção da cana-de-açúcar, pode-se evidenciar, a partir da Figura 18, que, após o aumento devido ao Proálcool, o volume produzido de cana-de-açúcar nas safras 85/86 a 93/94 permaneceu praticamente estagnado em torno de 220 milhões/t. Somente a partir da safra de 94/95, iniciou-se uma outra fase em que a produção de cana estabeleceu-se em uma média próxima aos 300 milhões de toneladas/safra.



**FIGURA 18 - Evolução da produção da cana de açúcar no Brasil (Safra 85/86-03/04)**

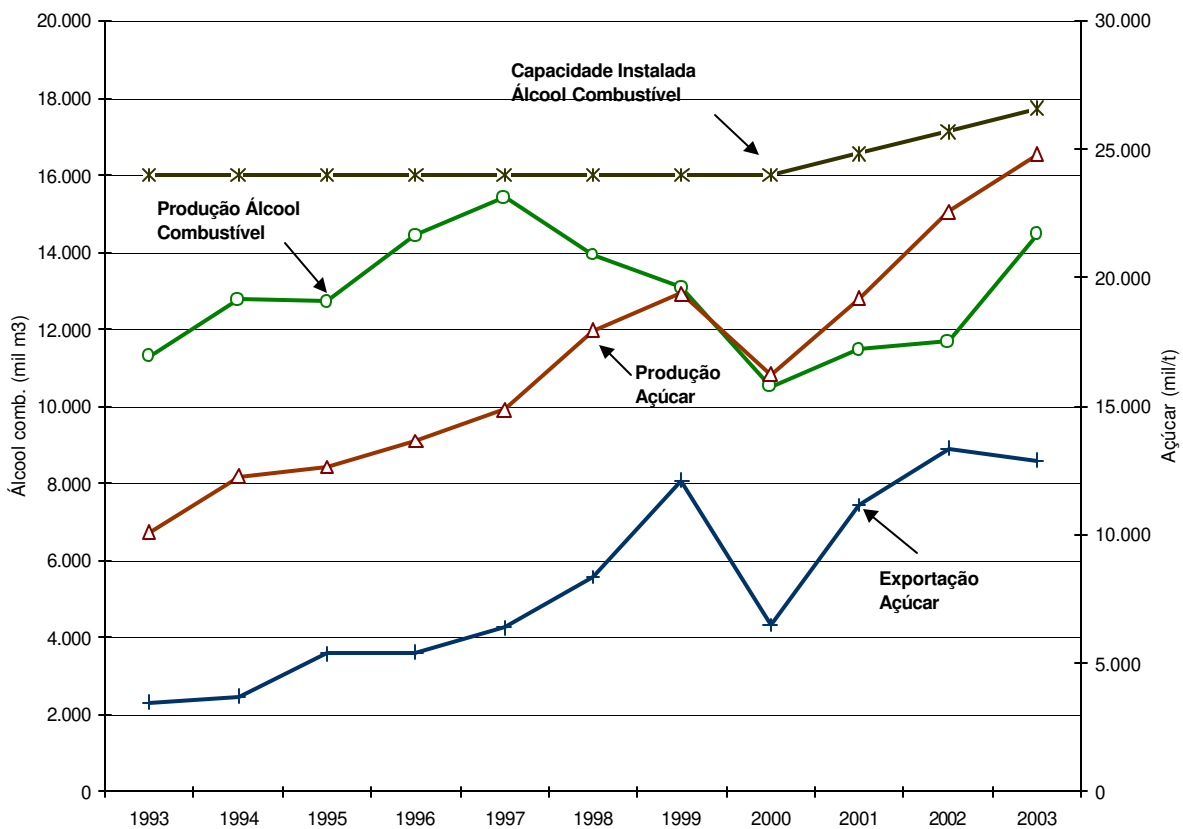
Fonte: Elaboração própria a partir de SANTOS (1993); UNICA (2003)

Nas últimas dez safras (94/95-03/04) a produção de cana evoluiu, em média, 4,8% ao ano, tendo passado por quedas de 16% na safra 00/01 seguido de um aumento de 13% na safra seguinte. Já a capacidade instalada do país para a produção de álcool combustível não apresentou



modificações significativas, ampliando-se a capacidade de oferta de 16 milhões m<sup>3</sup>/ano da década de oitenta (Proálcool) para cerca de 18 milhões de m<sup>3</sup>/ano em 2004, segundo SZWARC (2004).

Apesar do aumento expressivo da produção de cana-de-açúcar, a oferta de álcool combustível não acompanhou o mesmo ritmo, tendo crescido 1,3% ao ano no mesmo período, de 12,7 milhões de m<sup>3</sup> para 14,4 milhões de m<sup>3</sup>, em 1994 e 2003, respectivamente, conforme apresentado na Figura 19. Pode-se inferir, portanto, que a diferença no aumento da produção de cana-de-açúcar foi direcionada para produzir açúcar, a qual praticamente duplicou, passando de 12,7 milhões de toneladas para 24,8 milhões de toneladas, no mesmo período. Desse total de açúcar produzido pelo país, praticamente a metade foi direcionada para o mercado externo, 12,91 milhões de toneladas em 2003.



**FIGURA 19 - Evolução da capacidade instalada e produção de álcool combustível; produção e exportação de açúcar no Brasil (1993-2003)**

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da UNICA (2003; 2004)

A oferta, assim como a demanda, requer uma análise não somente quantitativa, mas também qualitativa para dar confiabilidade ao modelo, o que é apresentado no próximo capítulo.

Fica evidente, para a autora, que não é possível extrair, da experiência histórica, evidências de preços de equilíbrio que possam explicar a oferta e a demanda do álcool combustível no longo prazo. Devido à diversidade de fatores e atores intervenientes na questão deste estudo, existe a necessidade da criação de cenários desvinculados do passado, formulados a partir das variáveis-chave e hipóteses extraídas de uma análise qualitativa.

A Tabela 14 apresenta as séries históricas envolvendo o período 1982-2002, das variáveis utilizadas neste modelo.

**TABELA 14 – Séries históricas utilizadas no modelo da oferta (82/83 – 03/04)**

Ano Safra	(1) Produção Cana mil/t	(2) Produção AEAC 10 <sup>6</sup> litros	(2) Produção Álcool Comb. 10 <sup>6</sup> litros	(1) Produção Açúcar 10 <sup>6</sup> t	(1) Preço Açúcar Int'l US\$/t	(3) PIB US\$ US\$=2003	(4) Frota Nacional autoveículos (mil unidades)
1982/83	166.176	3.549,7	5.833,3	8,60	92.90	310,7	8.397
1983/84	196.743	2.468,5	7.863,3	9,10	114.30	301,7	8.998
1984/85	201.219	2.102,6	9.251,6	8,80	101.30	317,9	9.539
1985/86	223.636	3.199,6	11.820,7	7,80	89.51	343,1	10.157
1986/87	225.539	2.168,3	10.573,8	7,60	133.16	368,8	10.868
1987/88	222.434	1.983,2	11.458,9	9,26	148.81	382,1	11.261
1988/89	220.104	1.726,3	11.717,5	7,87	224.87	381,9	11.791
1989/90	222.902	1.350,5	11.929,9	7,33	282.63	394,2	12.298
<b>1990/91</b>	<b>222.429</b>	1.317,5	11.794,9	8,01	<b>276.68</b>	<b>374,3</b>	<b>12.916</b>
1991/92	229.222	1.986,8	12.722,2	9,45	197.75	379,0	13.145
1992/93	223.460	2.216,4	11.729,5	9,93	199.74	377,8	13.337
1993/94	218.510	2.522,6	11.292,2	10,97	220.90	394,6	13.888
1994/95	240.944	2.873,5	12.765,9	12,27	266.98	416,7	14.681
1995/96	251.357	3.057,6	12.716,8	12,65	266.98	434,3	15.770
1996/97	287.810	4.629,3	14.430,3	13,66	297.29	445,9	16.815
1997/98	303.974	5.697,1	15.423,1	14,80	277.75	460,5	17.635
1998/99	314.969	5.691,9	13.928,0	17,94	231.81	461,1	18.302
1999/00	306.975	6.140,8	13.077,8	19,39	157.51	464,8	18.685
2000/01	257.625	5.584,7	10.517,5	16,25	184.30	485,1	19.310
2001/02	293.055	6.479,2	11.467,8	19,22	203.90	491,9	20.093
2002/03	320.655	6.574,2	12.587,1	22,57	156.62	499,4	20.769
2003/04	<b>357.505</b>	8.577,4	14.470,0	24,82	165.71	<b>498,4</b>	<b>21.357</b>

Fonte: Elaboração a partir de: (1) SANTOS (1993); UNICA (2004); SUGAR Yearbook (1994)

(2) BEN (2004): Tabelas 2.27 e 2.29

(3) BEN (2004): Tabela 7.1; Dólar constante de 2003.

(4) IPT (2003: de 1982 a 1990); ANFAVEA (2003; 2004: de 1991 a 2002; 2005)

O Capítulo 5 apresenta os cenários 1A, 1B e 2, tendenciais. O Cenário 3, normativo, encontra-se descrito no Capítulo 6. Todos os cenários foram elaborados a partir da análise qualitativa, apresentada no Capítulo 3, tendo como embasamento algumas funções dadas pelos modelos quantitativos da demanda e da oferta, e, também, de métodos tradicionalmente usados para estudos de previsão de energia, como o baseado na elasticidade/renda, conforme Kaplan (1983), Eletrobrás (1987) e outros.

## Capítulo 5

### DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

O objetivo deste capítulo é desenvolver os cenários sobre o futuro do álcool combustível no país. Conforme apresentado no primeiro capítulo, a análise prospectiva é uma metodologia, “*uma reflexão sistemática que visa orientar a ação presente à luz dos futuros possíveis*” (Godet, 1983) que tem como cerne avaliar as incertezas através da elaboração de cenários, estes caracterizados como uma ferramenta de trabalho para o planejamento de longo prazo. Ao definir as possibilidades da evolução futura, os cenários permitem a “*construção do futuro*” pelos diferentes atores envolvidos (GODET, 1979; GEO/UNEP, 2002; DAGNINO *et al.*, 2002).

Devido à existência de um alto grau de complexidade das relações entre os agentes implicados na questão do álcool combustível, fato evidenciado no Capítulo dois deste trabalho, optou-se por manter, temporariamente, algumas variáveis constantes, impondo aquilo que no jargão econômico se denomina de hipótese *ceteris paribus*, e concentrando a atenção em poucas variáveis-chave. É o caso do “preço do açúcar no mercado internacional” citado como variável-chave importante no Delphi<sup>51</sup>, que, no entanto, foi considerada uma variável *ceteris-paribus* devido, entre outros, às perspectivas contraditórias que apresenta quanto à ampliação das exportações do açúcar nacional, no curto, médio e ainda longo prazo; pode-se citar:

- ✓ Perspectivas a favor:
  - Entrada da China no mercado internacional;

---

<sup>51</sup> Capítulo 3, Análise Qualitativa, questão 5.

- Crescimento do consumo de refrigerantes e industrializados (açúcar líquido)
- Abertura comercial com fim (ou diminuição) do protecionismo, ex. Europa
- ✓ Perspectivas contra:
  - Crescimento dos edulcorantes;
  - Competidores bem organizados, como a Austrália e África do Sul;
  - Poder de comercialização de grandes empresas internacionais, por exemplo, ADM .

Destarte, foram concebidos três cenários: dois de “continuidade ou base”, e um cenário de “referência ou ideal”, contrastando com os anteriores. Nos dois primeiros, a atuação do Estado é distante e predomina o *laissez faire*. A *mão invisível* do mercado atua sobre a oferta e a demanda do álcool combustível. No terceiro cenário, o papel do Estado não é de expectador, mas de articulador, planejador, atuando juntamente com os demais agentes, definindo as diretrizes de curto, médio e longo prazo na produção e consumo de álcool combustível, ao mesmo tempo em que é responsável pela elaboração de políticas públicas que tenham como meta primordial o bem-estar do cidadão.

Os *germens de futuro*<sup>52</sup> constituem outro elemento importante para a construção dos cenários. Neste trabalho, considerou-se que a tecnologia de veículos bi-combustíveis ou *flex*, tecnologia emergente à época deste estudo, pode vir a alterar substancialmente o comportamento da demanda no período do estudo. Devido à rápida difusão dessa tecnologia, decidiu-se incorporar esse *gérmen de futuro* nos três cenários.

Ainda, quanto aos *germens de futuro*, considerou-se, no cenário 3, a partir de 2014, a introdução no mercado de novas tecnologias, a exemplo das células a combustível, veículos híbridos e outras, que no momento da realização deste estudo encontram-se em desenvolvimento ou não apresentam, escala comercial.

Nos três cenários são analisados o consumo e a oferta do álcool etílico hidratado combustível (AEHC) e do álcool etílico anidro combustível (AEAC).

---

<sup>52</sup> Fator de mudança, elemento transformador, que pode não ser facilmente perceptível no presente, mas que pode vir a constituir uma forte influência no futuro, conforme Capítulo 1, item 1.1.1.

O primeiro cenário, o da continuidade ou *business as usual*, apresenta um desdobramento quanto à evolução do PIB, cenários 1A e 1B. No cenário 1A, o crescimento do PIB é moderado, 2% ao ano, ao longo do período em estudo. O consumo de álcool hidratado volta a crescer, devido, principalmente, à introdução dos carros flex. A participação dos carros 100% a álcool na frota nacional de veículos leves, continua em queda. Neste cenário, o AEHC é utilizado pela frota remanescente dos carros 100% a álcool e pelos veículos leves com motores flexíveis ou bi-combustíveis, introduzidos no mercado a partir de 2003.

No cenário 1B, o PIB cresce de modo mais satisfatório, 4% ao ano. A frota de carros a álcool continua diminuindo. No entanto, a participação dos carros *flex* na venda de veículos leves aumenta acentuadamente, apresentado um crescimento expressivo da frota de carros *flex*. Com isto, cresce a demanda de álcool etílico hidratado carburante. As exportações de álcool combustível apresentam um crescimento tímido.

Já o cenário 2 aponta para uma conjuntura internacional favorável à exportação de álcool etílico anidro combustível (AEAC), devido à adoção de políticas ambientais pelos países desenvolvidos. É o cenário orientado para exportação, no qual, principalmente os países industrializados acentuam o seu interesse pela comercialização de fontes alternativas renováveis, na tentativa de minimizar seus índices de emissões de gases efeito estufa (GEE) no âmbito do Protocolo de *Kyoto* além do ano de 2012. Devido ao potencial do Brasil como fornecedor de álcool etílico anidro combustível, crescem as exportações do combustível renovável para ser utilizado como mistura à gasolina, em teores que variam de 5% a 10% nas frotas de veículos leves dos países importadores. Internamente, a economia cresce moderadamente, 2% ao ano.

O terceiro cenário, denominado de “referência”, é o que reflete a criação de um futuro alicerçado em um modelo de desenvolvimento econômico que considera as questões sociais como prioridade, com políticas públicas formuladas de modo a dinamizar o mercado sem prejudicar o meio-ambiente. Neste cenário, a educação e a crescente conscientização pelo meio ambiente e pela saúde do planeta Terra, encontram no álcool combustível um dos fatores que pode vir a contribuir com o ideal de desenvolvimento sustentado. O PIB cresce 4% ao ano, de 2004 a 2024.

São os cenários:

- Cenários 1A e 1B: Cenário da continuidade da situação atual;
- Cenário 2: Orientado para mercado externo;
- Cenário 3: O álcool combustível como um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

De acordo com a formulação feita nos exercícios de demanda e oferta, elaborados no Capítulo 4, evidenciou-se que os modelos puramente estatísticos não explicam adequadamente as vendas de veículos leves dedicados, ou o consumo de álcool combustível hidratado, fazendo-se necessária a inserção de uma análise qualitativa. É importante apontar que, para a elaboração dos cenários, são assumidas as variáveis-chave que tiveram maior grau de correlação no modelo quantitativo, descartando-se, portanto, os resultados dos modelos e não a relação entre as variáveis.

## **5.1. DEMANDA E OFERTA DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL**

Na análise prospectiva, a elaboração dos cenários não obedece puramente a extrapolações do passado, sendo os dados históricos importantes para uma previsão mais factível. Desse modo, apresentam-se, a seguir, as premissas utilizadas para desenvolver os cenários sobre o futuro do álcool combustível no país.

### **5.1.1. Demanda de álcool combustível**

Com a introdução de uma nova tecnologia, especificamente os veículos *flex*, pode-se inferir que a demanda do combustível torna-se menos rígida. O consumidor passa a deter o poder de escolher entre o uso da gasolina ou do álcool combustível hidratado, sendo que tal decisão está centrada no preço do álcool em relação à gasolina, “relação PA/PG”.

Por outro lado, os exercícios de modelagem quantitativa (Capítulo 4) poderiam ser explicados satisfatoriamente na questão das vendas de carros a álcool e do consumo de álcool hidratado, se fossem complementados com uma análise qualitativa. Nesta, a crise de confiança no Programa, devido à falta do combustível nos postos de abastecimento, permanece na memória do consumidor, constituindo-se uma variável importante e que reflete um problema estrutural sério na oferta de

álcool combustível hidratado, problema este que poderá vir a repetir-se na falta de mecanismos específicos que garantam a oferta de álcool hidratado no mercado interno.

Sendo a demanda de álcool hidratado flexível, ajustável pelo consumidor, o ponto crucial vem a ser a capacidade de oferta do álcool combustível, item a ser analisado a seguir. Os determinantes da oferta, tal qual os da demanda, foram definidos a partir da correlação das variáveis-chave e estas, por sua vez, extraídas da análise qualitativa apresentada no Capítulo 3 desta pesquisa.

Infere-se, portanto, que a demanda de álcool combustível tem relação direta com a venda de veículos leves no país e com o PIB, os quais refletem, de alguma forma, o poder aquisitivo da população, embora a distribuição de renda não seja equitativa. Assim, o crescimento das vendas de veículos leves, para a formação da frota nacional de veículos leves, é determinado pela evolução do PIB.

Desse modo, assumiram-se algumas hipóteses. A variável qualitativa é o crescimento econômico, e tem como parâmetro a evolução do PIB, uma vez que a elasticidade renda<sup>53</sup> tende a ser dominante nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, no qual uma alteração na renda tem impacto direto no comportamento da demanda.

Partindo dessa suposição, observou-se a evolução da frota nacional de autoveículos e do PIB, visando determinar o comportamento das vendas internas de veículos leves<sup>54</sup> (VVL). Observou-se que, enquanto a frota nacional cresceu à taxa média de 3,6% ao ano, no período de 1990 a 2003, passando de 12.916 mil unidades para 21.357 mil unidades, o produto interno (PIB) do país evoluiu a uma taxa média anual de 2,1%, de US\$ 374,3 para 498,4x10<sup>9</sup> (Tabela 14) no mesmo período de 14 anos, apresentando uma elasticidade Frota/PIB de 1,71.

---

<sup>53</sup> A elasticidade renda mede a sensibilidade da quantidade procurada por variação na renda. É formalmente definida como a variação percentual na quantidade dividida pela variação percentual na renda (VARIAN, 2000):

$$\eta_y = \frac{\% \text{ na alteração da quantidade procurada}}{\% \text{ na alteração da renda}} = \frac{Dq/q}{DY/Y}$$

<sup>54</sup> Inclui a venda interna de veículos leves nacionais e importados.



Com estas considerações, e visando estabelecer uma uniformidade para as projeções, assumiram-se os índices de evolução do PIB e de elasticidade Frota/PIB, para a demanda, e Cana/PIB, para a oferta, que serão utilizados na elaboração dos cenários.

Estes índices não representam, necessariamente, uma continuidade da trajetória assistida no período 1990-2003, conforme apresentado na Tabela 15, uma vez que este exercício não objetiva uma extrapolação ou tendência dos acontecimentos passados. Desse modo, do lado da demanda, a evolução da frota nacional de automóveis obedece à elasticidade de 1,50 para todos os cenários, assumindo-se que a elasticidade Frota/PIB, de 1,71, apresentada na década de noventa, com a abertura comercial, mudança institucional e introdução do Plano Real, não irá se repetir de modo constante durante os vinte e um anos de projeção, até 2024.

Do mesmo modo, do lado da oferta, a elasticidade Cana/PIB passa a ser 1,40 e não 1,62, conforme apresentado no item 5.1.2, a seguir.

**TABELA 15 – Elasticidade Frota/PIB e Cana-de-açúcar/PIB**

	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
	1A	1B		
Crescimento PIB (ao ano)	2%aa	4%aa	2%aa	4%aa
Elasticidade Frota/PIB	1,50	1,50	1,50	1,50
Evolução Venda Veíc.Leves <sup>(1)</sup> (VVL)	3%aa	6%aa	3%aa	6%aa
Elasticidade Cana/PIB	1,40	1,40	1,40	1,40
Evolução Capacidade Instalada Álcool combustível <sup>(2)</sup>	2,8%aa	5,6%aa	2,8%aa	5,6%aa

(1) Resultante da relação entre o crescimento do PIB a.a. e a elasticidade Frota/PIB

(2) Resultante da relação entre o crescimento do PIB a.a. e a elasticidade Cana/PIB

É de se supor que, com o aumento do tamanho da frota, essa elasticidade venha a cair com o tempo. O aumento da demanda de veículos novos seria acompanhado de um aumento da taxa de sucateamento ainda maior dos veículos usados, o que significa, também, uma frota renovada com menor idade de uso.

### 5.1.2. Oferta de álcool combustível

A partir da análise qualitativa e das correlações extraídas dos exercícios quantitativos, pode-se dizer que a oferta de álcool combustível tem relação direta com a produção de cana-de-açúcar. Por

sua vez, o nível de produção de cana-de-açúcar está relacionado com o comportamento da atividade econômica do país, representada pelo PIB.

Sendo a oferta de álcool combustível função da produção de cana-de-açúcar e esta, por sua vez, função do PIB; pode-se inferir que:

$$i) \text{ Oferta Álcool Combustível} = f(\text{produção de cana-de-açúcar});$$

$$ii) \text{ Oferta Cana-de-Açúcar} = f(\text{PIB});$$

Sabendo-se que o crescimento anual da cana-de-açúcar no período de 1990 a 2003 (Tabela 14, Capítulo 4) foi de 3,4%, e o PIB cresceu, no mesmo período, 2,1% a.a., a elasticidade Cana-de-açúcar/PIB é 1,62. No entanto, deve-se considerar que, embora a produção de cana-de-açúcar tenha apresentado essa taxa média de crescimento anual, a oferta de álcool combustível, no mesmo período, ficou praticamente estagnada até o final da década de noventa. A taxa média de crescimento anual (1990-2003) da produção de álcool combustível foi de 1,5%, enquanto a de açúcar foi de 8,4% a.a.(Tabela 14).

Desse modo, para a evolução da cana-de-açúcar, assumiu-se uma elasticidade Cana/PIB de 1,4 (Tabela 15) para todos os cenários. A produção mantém o nível de oferta no *mix* álcool-açúcar em cerca de 50%<sup>55</sup>. Deve-se considerar que, para aumentar a oferta de álcool combustível, a expansão da cana-de-açúcar acontecerá, provavelmente, em novas áreas, mais distantes dos centros de consumo, fato que exigirá maiores investimentos em infra-estrutura e P&D, além de encarecer o custo de transporte e a logística. Portanto, de acordo com as premissas apontadas na Tabela 15, tem-se que:

- ✓ Se o PIB cresce 2% ao ano, com elasticidade de 1,40, a oferta de cana-de-açúcar cresce 2,8% aa.
- ✓ Se o PIB cresce 4% ao ano, com elasticidade de 1,40, a oferta de cana-de-açúcar cresce 5,6% aa.

---

<sup>55</sup> Pode-se ter um grande crescimento da produção da cana-de-açúcar devido às exportações volumosas de açúcar (preço elevado no mercado internacional) com baixas taxas de crescimento do PIB, como aconteceu nos últimos anos. Para estes cenários, no entanto, o comportamento do açúcar é tido como uma variável *coeteris paribus*, conforme apontado anteriormente.

### 5.1.2.1. Estoque estratégico

Uma percepção importante para a oferta de álcool combustível hidratado, evidenciada claramente na análise qualitativa, é a manutenção de um estoque estratégico (estoque regulador, de emergência, de passagem, de segurança).

A retrospectiva apresentada no capítulo dois deste trabalho deixou claro que são diversas as dificuldades de fornecimento de álcool combustível no país. Por um lado, o açúcar obedece à cotação internacional, fazendo com que, no caso da relação do preço açúcar comparado ao preço do álcool favorecer a produção de açúcar, o mercado interno passa a ser penalizado com a escassez de álcool combustível, na falta de mecanismos que garantam a sua oferta.

Por outro, há de se considerar que um preço baixo da gasolina pode vir a desestimular o consumidor a utilizar álcool hidratado. Importante citar que uma outra característica da produção de álcool combustível, traduz-se em mais uma dificuldade: é o fato da cana-de-açúcar ser uma cultura sazonal, fazendo-se necessário um mecanismo que contemple as situações extremas do álcool, do açúcar e do petróleo (ou gasolina), no mercado interno e externo.

A responsabilidade de garantia de oferta do álcool combustível, segundo a análise qualitativa, recai sobre dois atores principais, o setor sucro-alcooleiro e o governo (Questão 3 do Capítulo 3). Na proposta elaborada por Dias *et al* (2002)<sup>56</sup>, caberia ao setor sucro-alcooleiro regular a produção álcool/açúcar, garantindo o abastecimento de álcool para o mercado interno. À esfera governamental caberia a atuação de agente fiscalizador do processo, o que somente aconteceria no caso do Estado se responsabilizar por um estoque mínimo de segurança para uma eventual quebra de safra. Para isto, faz-se necessário o comprometimento tanto da esfera governamental como do setor sucro-alcooleiro, visando garantir a oferta do combustível.

Aparentemente simples, a dificuldade maior para esse comprometimento encontra-se nos acontecimentos passados que, como resultado, trazem à tona uma desconfiança mútua entre estes atores, o governo e o setor sucro-alcooleiro.

---

<sup>56</sup> “Modelo de Intervenção Mínima para o Setor Canavieiro” *In*: Agroindústria Canavieira no Brasil (Moraes *et Shikida*, org., 2002)

### **5.1.3. Matriz Estrutural**

A construção dos cenários não significa que os riscos serão eliminados, mas que estes tornam-se mais claros e sujeitos a avaliação. As principais incertezas podem ser traduzidas em mudanças com maior ou menor grau de impacto em relação ao futuro e, conseqüentemente, afetar o consumo de álcool combustível.

A matriz estrutural (Tabela 16) apresenta as principais variáveis extraídas da análise qualitativa, e tem por objetivo direcionar a análise e determinar o comportamento das variáveis em cada cenário, permitindo formar os quadros futuros para os três cenários.

As variáveis-chave citadas na matriz estrutural são comentadas ao longo dos cenários, visando acentuar algum aspecto específico em relação ao cenário, não pontuando, necessariamente, cada uma das incertezas citadas.

**TABELA 16 - Matriz estrutural para a elaboração dos cenários**

Incertezas	HIPÓTESES PARA A FORMULAÇÃO DOS CENÁRIOS			
Atuação do Estado	Alheio às decisões; “laissez faire”	“laissez faire”;	pressão dos “lobbies”	Atuação efetiva do Estado na regulação dos instrumentos e indução do desenvolvimento
Protecionismo (EUA e Europa)	Intenso			Melhoria nas negociações
Preço petróleo/barril	Abaixo de US\$ 44,00			Acima de US\$ 45,00
Preço açúcar mercado internacional	em “alta”	“estável”		em “baixa”
Comportamento PIB	Moderado (2%a.a.)	Otimista (4%a.a.)		Sustentável (4%a.a.)
Distribuição de renda	Desigualdade: nível atual	Melhoria moderada		Melhora substancial
Política e Gestão Ambiental	Ineficaz	Moderada		Eficaz: sustentável
Política Agrícola	Ineficaz	Moderada: somente para exportação		Eficaz; sustentável: Incentivos fiscais com objetivos claros e prazos determinados.
Planejamento Energético	Ineficaz; não há planejamento energético	Moderado; elaboração de algum planejamento; não há ações estratégicas		Planejamento de Longo Prazo; Acompanhamento e avaliação das ações estratégicas
Introdução de novas tecnologias	Não há incentivos Introdução “tímida”	Introdução “moderada” sem planejamento		Incentivo à P&D; ampla introdução de novas tecnologias e alternativas renováveis
Estoque regulador	inexistente	Existe sem controle efetivo		Governo e setor administram um estoque que garante a oferta.
Auto-regulação e organização do setor sucroalcooleiro	Inexistente; aguarda decisões governamentais			Estoque regulador de AEHC; Usinas verticalizadas, eficientes; Cogeração; modernização dos equipamentos.
Imagem do setor sucroalcooleiro perante o consumidor	Abalada; necessidade de conquistar a confiança do consumidor			Setor comprometido com o desenvolvimento nacional; credibilidade.
	<b>CENÁRIO 1A</b>	<b>CENÁRIO 1B</b>	<b>CENÁRIO 2</b>	<b>CENÁRIO 3</b>

Fonte: Análise Qualitativa, Capítulo 3.

## 5.2. CENÁRIOS TENDENCIAIS: *CENÁRIO 1A; 1B E 2.*

Para a formulação destes cenários, considerou-se a continuidade da situação atual: o papel do Estado não interventor, não existindo um direcionamento ou planejamento, nem políticas para a oferta ou demanda do álcool combustível. Conseqüentemente, persiste a trajetória de queda da participação da frota nacional dos carros dedicados. O consumo de álcool combustível seguiria o mesmo destino da frota, não fosse pela entrada de uma nova tecnologia, os carros *flex*.

A introdução dessa nova tecnologia em escala comercial ocorreu em março de 2003, havendo uma forte sinalização<sup>57</sup> por parte das montadoras em produzir os veículos *flex* ou bi-combustíveis em larga escala, razão pela qual não se poderia deixar de incluir esta variável, apesar dos dados ficarem restritos aos anos de 2003 e 2004.

Desse modo, para a construção dos cenários, o ano de 2004 é o marco no qual acontece uma ruptura no que diz respeito à evolução de veículos leves que utilizam, ou podem vir a utilizar, álcool combustível hidratado, dedicados e *flex*, com reflexo direto na demanda e consumo do combustível renovável.

A definição da frota de veículos é, portanto, o ponto de partida para a projeção do consumo de um dado combustível. O objetivo deste trabalho, no entanto, não é determinar a frota, e sim conhecer a sua composição perante as condicionantes macroeconômicas como o PIB, e, principalmente, a evolução da frota de carros que utilizam o álcool etílico hidratado combustível (AEHC), para projetar o seu consumo. Assim sendo, para definir a composição da frota de veículos leves<sup>58</sup>, que contempla as frotas de carros a gasolina, convertidos a GNV, *flex fuel* e dedicados, ou 100% a álcool, aplicou-se a equação regressiva (1), conforme o Capítulo 4:

$$\mathbf{Frota\ VLevX_{(t)} = Frota\ VLevX_{(t-1)} + VendasX_{(t)} - (Frota\ VLevX_{(t-1)} * txSucateamento)} \quad (1)$$

Onde:

X = combustível

(t) = ano desejado

(t-1) = ano anterior ao desejado

---

<sup>57</sup> Veiculada na mídia e perceptível nas entrevistas realizadas junto aos diferentes atores (Análise Qualitativa, Cap.3).

<sup>58</sup> Inclui os automóveis de passeio e veículos leves, com Peso Bruto Total (PBT) de até 3,5 toneladas (ANFAVEA; PROCONVE).

A frota de veículos leves foi obtida do Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, publicação da ANFAVEA (2005), que traz a composição, em unidades, da frota estimada de autoveículos - automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus, até o ano de 2003. Para 2004, adicionou-se as vendas dos veículos leves, por combustível, nacionais e importados e aplicou-se a taxa de sucateamento, conforme a equação regressiva (1).

Para calcular a taxa de sucateamento da frota de veículos leves (automóveis e comerciais leves), tomou-se como base o que seria uma taxa média de toda a frota. O valor dessa taxa corresponderia ao existente para a idade média da frota. Desse modo, utilizou-se a taxa de sucateamento de 5,05% (MCT, 1994) que é a taxa que corresponde aos veículos leves nacionais com idade média de 9,5 anos (MCT/PNUD, 1999, Anexo 3).

A exceção foi a taxa de sucateamento utilizada para os carros a álcool, para a qual tomou-se como base a taxa média de sucateamento desses veículos, de 1990 a 2002, que foi de 9,5% ao ano, de acordo com os estudos da DATAGRO (2003).

A frota de carros *flex* obedece ao grau de participação desses nas vendas de veículos leves. Nos cenários 1A e 2, os carros *flex* respondem por 25% das vendas de veículos leves, e aumentam a sua participação até 40%, em 2024. No cenário 1B, a participação do carros *flex* sobre as vendas de veículos leves, inicia-se com 25%, em 2005, e aumenta, constantemente, até responder por 80% das vendas nacionais de veículos leves em 2024.

Já a frota de veículos a álcool continua na trajetória de queda. Para os cenários 1A, 1B e 2, estimou-se que as vendas de carros dedicados irão diminuir a partir de 2005 até 2007, passando de 35.000 para 30.000 e 25.000 unidades, respectivamente. Em 2008, finda a produção de carros 100% a álcool, em conformidade com o estudo<sup>59</sup> realizado por especialistas do Grupo de Trabalho instalado na Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Álcool<sup>60</sup> do Conselho do Agronegócio (Consagro)<sup>61</sup> do Ministério da Agricultura (MAPA).

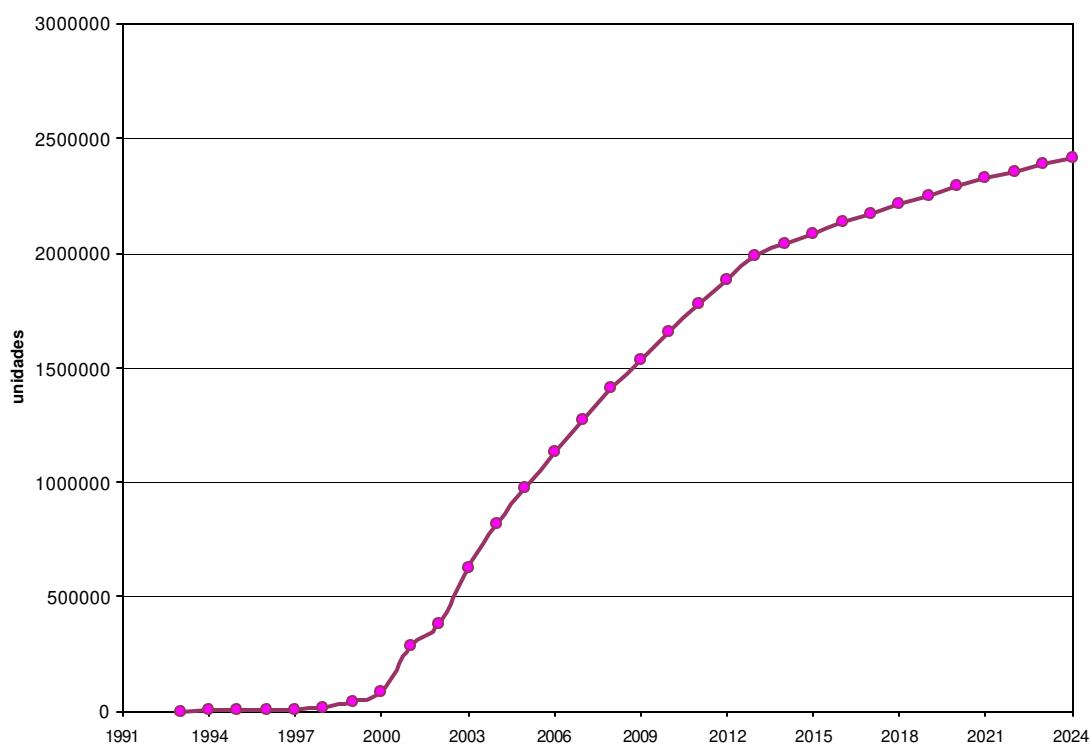
---

<sup>59</sup> Publicado pelo jornal O Estado de São Paulo e pelo jornal informativo *EFEI* em 25 de abril de 2004.

<sup>60</sup> A Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Álcool foi instaurada em 26/maio/ 2004 (MAPA, 2004).

<sup>61</sup> Esse estudo do Consagro, elaborado para o período 2004-2010<sup>61</sup>, contou com a participação de técnicos do governo, produtores da cadeia sucro-alcooleira, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), representantes do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes

Para a frota de GNV, considerou-se que a conversão de carros para uso de gás natural veicular (GNV) apresenta um crescimento acentuado até 2010, desacelerando nos próximos anos, o que pode ser explicado pela curva de introdução de uma nova tecnologia (Figura 20).



**FIGURA 20 – Introdução de veículos convertidos a GNV no Brasil (1993-2003)**

Fonte: Elaboração própria.

Com base na projeção do IBP (EFEI, 2005<sup>62</sup>) e MAPA (2004), para os cenários 1A, 1B e 2, assumiu-se a estimativa de evolução anual da frota de veículos convertidos a GNV, de 200 mil unidades de 2005 a 2010, estabilizando as conversões em 150 mil/unidades/ano de 2011 a 2024.

A frota de veículos que utilizam óleo Diesel não foi incluída neste estudo<sup>63</sup>.

---

(Sindicom), da União da Agroindústria Canavieira da Estado de São Paulo (UNICA) e a FNP, Consultoria & Agro Informativos.

<sup>62</sup> De acordo com a publicação do EFEI (2005), dados do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP) atestam que a frota nacional de carros convertidos a gás natural veicular (GNV) cresceu 30% em 2004. Introduzido no país em 1993, chegou a contar com 630 mil veículos em 2003, passando para 820 mil unidades em 2004, situando o Brasil na segunda posição mundial em veículos movidos a GNV, atrás somente da Argentina, que conta com 1,3 milhão de automóveis que utilizam o combustível.

<sup>63</sup> A participação dos veículos a Diesel é significativa na frota de veículos pesados (ônibus e caminhão), razão pela qual optou-se por não introduzir, neste estudo, a frota a Diesel. Embora a sua participação no total da frota de



### 5.2.1. CENÁRIO 1A: Continuidade com crescimento do PIB de 2% ao ano (2004-2024)

Este cenário apresenta as estimativas da frota nacional de veículos leves e o comportamento da demanda e oferta de combustíveis, com ênfase no álcool combustível, objeto deste estudo, de acordo com as premissas estabelecidas na Tabela 15, elasticidade VVL/PIB e Cana/PIB.

A Tabela 17, a seguir, apresenta a evolução e composição da frota nacional de veículos leves no período de 2004 a 2024, com crescimento anual de 3% das vendas de veículos leves.

**TABELA 17 - Cenário 1A: Evolução e composição da frota nacional de veículos leves em mil unidades (2004-2024)**

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
<b>Ano</b>	<b>PIB</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Vendas</b>	<b>Vendas</b>	<b>Vendas</b>
	10 <sup>9</sup> US\$	VeicLeves	Gasolina	GNV	Flex	AEHC	V.Leves	Flex	Gas
<b>2004</b>	<b>508</b>	<b>20.314</b>	<b>17.197</b>	<b>820</b>	<b>374</b>	<b>1.923</b>	<b>1.478</b>	<b>328</b>	<b>877</b>
2005	518	20.725	17.236	979	735	1.775	1.522	381	907
2006	528	21.167	17.311	1.129	1.090	1.636	1.568	392	946
2007	539	21.640	17.423	1.272	1.439	1.506	1.615	404	986
2008	550	22.144	17.591	1.408	1.782	1.363	1.664	416	1.048
2009	561	22.678	17.702	1.537	2.206	1.233	1.713	514	999
2010	572	23.243	17.844	1.659	2.624	1.116	1.765	529	1.035
2011	583	23.837	18.015	1.776	3.037	1.010	1.818	545	1.072
2012	595	24.461	18.216	1.886	3.445	914	1.872	562	1.111
2013	607	25.113	18.446	1.991	3.850	827	1.928	579	1.150
2014	619	25.795	18.655	2.040	4.351	749	1.986	695	1.141
2015	632	26.505	18.893	2.087	4.847	678	2.046	716	1.180
2016	644	27.243	19.159	2.132	5.340	613	2.107	738	1.220
2017	657	28.011	19.452	2.174	5.830	555	2.170	760	1.261
2018	670	28.807	19.773	2.214	6.318	502	2.236	782	1.303
2019	684	29.633	20.121	2.252	6.805	455	2.303	806	1.347
2020	697	30.488	20.497	2.289	7.291	411	2.372	830	1.392
2021	711	31.373	20.899	2.323	7.778	372	2.443	855	1.438
2022	725	32.288	21.204	2.356	8.392	337	2.516	1.006	1.360
2023	740	33.234	21.538	2.387	9.005	305	2.592	1.037	1.405
<b>2024</b>	<b>755</b>	<b>34.212</b>	<b>21.902</b>	<b>2.416</b>	<b>9.618</b>	<b>276</b>	<b>2.669</b>	<b>1.068</b>	<b>1.452</b>

**Fonte: Elaboração própria. Para 2004:): (a): PIB 2003 (BEN,2004)x1,02% (Tab.15); (b) e (c): ANFAVEA (2005) e equação regressiva (1); (e);(g);(h): ANFAVEA (2005); (f): DATAGRO (2002) e equação regressiva (1); (d): EFEI (2005)**

veículos leves fora de aproximadamente três pontos percentuais de 2000 a 2004. Na década de noventa este índice ficou em torno de 1%, com a exceção de 1999, que foi de 2,7% (ANFAVEA, 2004).

Com o PIB crescendo 2% ao ano, coluna (a) e as vendas de veículos leves, 3% ao ano, coluna (g), a evolução da frota de veículos leves<sup>64</sup>, coluna (b), neste cenário, apresenta uma taxa de crescimento anual de 2,5% ao longo do período 2004-2014 (Tabela 17). As vendas de veículos leves (VVL), nacionais e importados, coluna (g), obedecem ao crescimento de 3% ao ano, conforme a elasticidade  $VVL/PIB = 1,50$  (Tabela 15).

A projeção para as vendas dos carros a gasolina, coluna (i) foi determinada a partir das vendas de veículos leves, coluna (g), subtraindo-se os carros convertidos a GNV, coluna (d), as vendas de carros *flex fuel*, coluna (h), dos dedicados, coluna (f).

As frotas a gasolina, GNV, *flex fuel* e AEHC, colunas (c), (d), (e) e (f), respectivamente, foram obtidas a partir da equação regressiva (1).

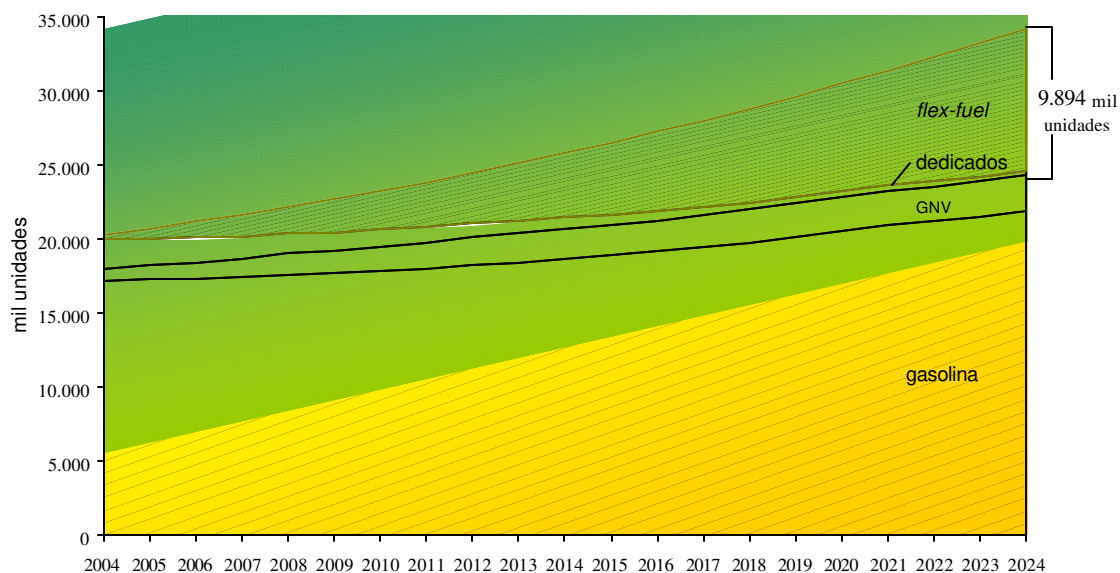
Para a frota de carros dedicados, coluna (f), a base foi o ano de 2002, que contava com 2.245.529 unidades, conforme a DATAGRO (2003). Para 2003 e 2004 aplicou-se a equação regressiva da frota (1), considerando-se as vendas de 36.380 unidades em 2003 e 50.950 unidades em 2004 (ANFAVEA, 2005).

Com este comportamento, em 2024, os veículos a gasolina, 21,9 milhões de unidades, coluna (c), respondem por 64% da frota nacional dos veículos leves que totaliza 34,2 milhões de veículos, conforme a coluna (b) da Tabela 17. A frota de veículos convertidos a GNV responde por 7,1%, com 2,4 milhões de unidades em 2024, coluna (d).

Os carros *flex*, que participavam em 2004 com 1,8% da frota de veículos leves, somam 9,6 milhões de unidades, coluna (e), e respondem por 28,1% dessa frota, em 2024. A participação da frota de carros a álcool, ou dedicados, que era de 9,5% em 2004, segue a sua trajetória de declínio, passando para 0,8%, em 2024, com 276 mil unidades, coluna (f). Nesse ano, a frota de carros *flex* e dedicados somam 9,9 milhões de unidades, conforme a Figura 21, a seguir.

---

<sup>64</sup>Inclui os automóveis de passeio e veículos leves, com Peso Bruto Total (PBT) de até 3,5 toneladas (ANFAVEA; PROCONVE).



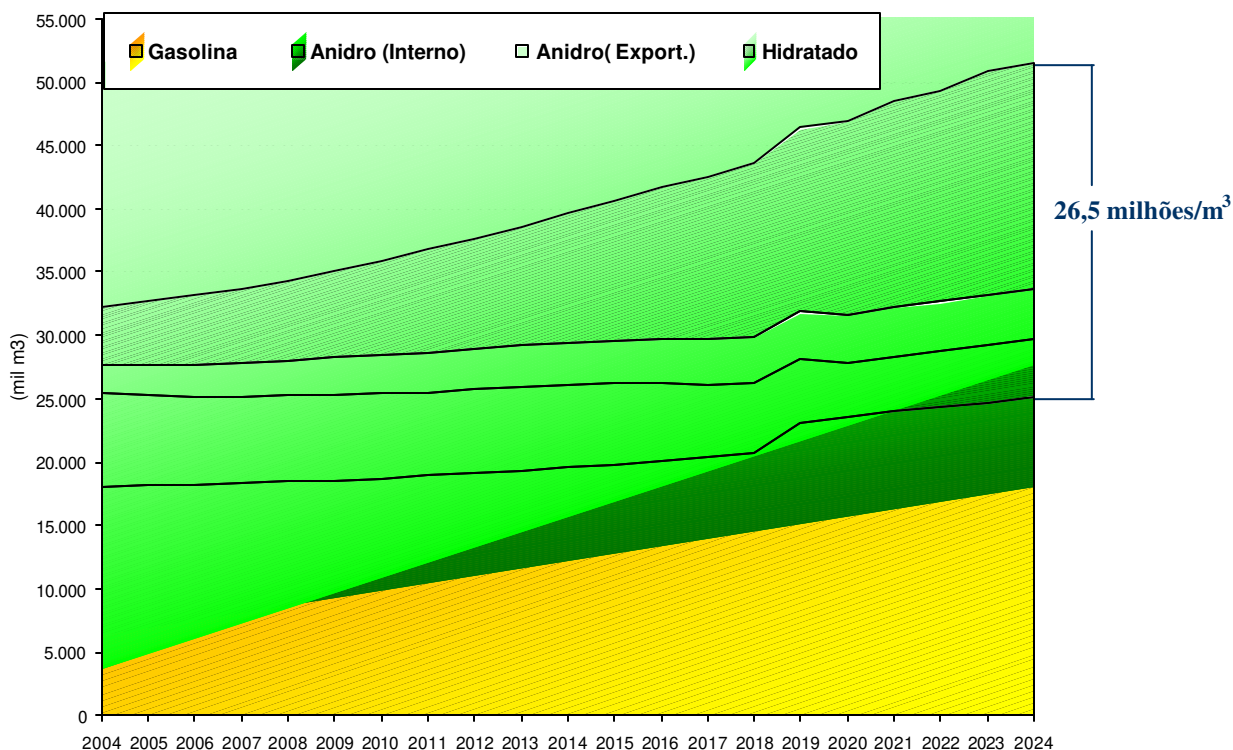
**FIGURA 21 - Cenário 1A: Composição da frota nacional de veículos leves em mil unidades (2004-2024)**

Fonte: Elaboração própria a partir da Tabela 17.

É oportuno lembrar que, em 1989, os carros 100% a álcool respondiam por 37,8% do total da frota de veículos leves (Figura 4, Cap.2). Um outro fato que merece atenção é que a utilização de álcool etílico hidratado combustível (AEHC), nos recém introduzidos veículos *flexíveis*, previne o sucateamento da infra-estrutura de aproximadamente 29.000 postos de distribuição do combustível renovável no país.

### 5.2.1.1. Consumo de álcool combustível no Cenário 1A

Com a introdução dos veículos *flex*, o consumo de álcool hidratado volta a crescer, assumindo-se que a totalidade dos proprietários abastecerão seus carros *flex* com álcool hidratado combustível, mantida a relação preço álcool/preço gasolina (PA/PG) em nível igual ou inferior a 75%. A Figura 22 apresenta o comportamento da demanda, ajustada, de combustíveis líquidos para este cenário.



**FIGURA 22 - Cenário 1A: Consumo de combustíveis líquidos (2004-2024) mil m<sup>3</sup>**

Fonte: Elaboração a partir da Tabela 17.

No cenário 1A, o total de combustíveis<sup>65</sup> líquidos consumido pela frota de veículos leves, mais a exportação de álcool anidro, passa de 32,3 milhões m<sup>3</sup>, em 2004, para 51,5 milhões m<sup>3</sup> em 2024. No ano de 2015, os carros a gasolina respondem por 51% do consumo dos combustíveis líquidos, 26,2 milhões m<sup>3</sup>, com teor de mistura de álcool anidro à gasolina de 25%. A partir de 2016, devido à escassez na oferta de álcool combustível, o percentual de mistura de álcool anidro é reduzindo paulatinamente, até conter 15% de mistura, em 2024.

Os veículos dedicados, juntamente com os carros *flex*, consomem, em 2024, 17,8 milhões m<sup>3</sup> de álcool hidratado. As exportações de álcool anidro crescem 5% ao ano até 2010, passando para 2% ao ano até 2024, somando 4,1 milhões m<sup>3</sup>, em 2024. A demanda total de álcool combustível, incluindo o anidro para mistura à gasolina, e a exportação, é de 26,5 milhões m<sup>3</sup>, conforme a Figura 22.

<sup>65</sup> Para um melhor entendimento, colocou-se o volume de combustíveis em unidade volumétrica (mil m<sup>3</sup>) e não energética (tep).

A evolução da participação do álcool hidratado combustível é significativa, passando de 4,6 milhões m<sup>3</sup>, em 2004, para 17,8 milhões m<sup>3</sup> em 2024. Isto é devido estritamente à introdução dos veículos *flex*, os quais utilizam somente o álcool hidratado. O consumo de AEHC para os remanescentes 276 mil veículos movidos 100% a álcool (Tabela 17), seria, em 2024, de 0,55 milhão m<sup>3</sup>.

Para calcular o consumo de álcool hidratado, partiu-se da projeção da frota de veículos dedicados para o período 2004 a 2024, conforme a Tabela 17, e multiplicou-se pela média de consumo anual de álcool hidratado, 2.000 litros de AEHC/ano/veículo, de acordo com Macedo (2001) e DATAGRO (2003). Para o consumo de gasolina estimou-se a média de 1.400 litros/ano/veículo. Neste cenário 1A e no cenário 2 não são consideradas as melhorias tecnológicas que possam vir a elevar o rendimento dos veículos, diminuindo, portanto, o consumo de combustível. Isto porque com uma economia que cresce moderadamente, não é de se esperar investimentos significativos em pesquisa e ganhos tecnológicos.

As exportações de álcool anidro não têm muita representatividade, chegando a 4 milhões m<sup>3</sup> em 2024. Neste cenário de *laissez faire*, sem a participação ativa do Estado, o setor sucroalcooleiro continua buscando a auto-organização, com tentativas e ações isoladas. Com esse posicionamento governamental, não será possível reverter o alto grau de protecionismo exercido pelos países industrializados, e as exportações de álcool anidro têm pouco expressão, produto tratado ainda como residual.

Novas tecnologias que poderiam utilizar álcool combustível, como as células a combustível, veículos híbridos ou carros tri e multi-combustível, não são consideradas neste cenário, mesmo porque a falta de incentivos para pesquisa e desenvolvimento (P&D) não viabiliza a introdução dessas tecnologias em escala comercial.

Quanto à frota de GNV, até o momento da realização deste estudo, não há produção em escala comercial de automóveis com esta tecnologia. A adaptação para uso de GNV é realizada

pelo proprietário do veículo em oficinas especializadas, mas não sempre dentro dos padrões requeridos<sup>66</sup>.

### 5.2.1.2. Oferta de Álcool Etílico – Cenário 1A.

A oferta de álcool, etílico obedece à elasticidade Cana/PIB, de 1,40, conforme determinado na Tabela 15. Com essa elasticidade, e com o crescimento do PIB moderado, de 2% para este cenário, a oferta de álcool combustível apresenta uma evolução anual de 2,8% (Tabela 18).

**TABELA 18 – Cenário 1A: Oferta de álcool etílico (mil m<sup>3</sup>) 2004-2024**

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
	Produção Álcool				OfertaÁlc	Cap.Inst./
Ano	Combust. AH+AA	Export. Anidro	ñEnergét./ estoque	Demand total	CapInst 2,8%aa	Demanda total
<b>2004</b>	<b>11.911</b>	<b>2.300</b>	<b>1.421</b>	<b>15.632</b>	<b>17.000</b>	<b>1,09</b>
2005	12.153	2.415	1.457	16.025	17.476	1,09
2006	12.412	2.536	1.495	16.442	17.965	1,09
2007	12.688	2.663	1.535	16.885	18.468	1,09
2008	13.047	2.796	1.584	17.427	18.985	1,09
2009	13.575	2.935	1.651	18.161	19.517	1,07
2010	14.126	3.082	1.721	18.929	20.064	1,06
2011	14.699	3.144	1.784	19.628	20.625	1,05
2012	15.294	3.207	1.850	20.351	21.203	1,04
2013	15.910	3.271	1.918	21.099	21.797	1,03
2014	16.728	3.336	2.006	22.071	22.407	1,02
2015	17.397	3.403	2.080	22.880	23.034	1,01
2016	18.075	3.471	2.155	23.701	23.679	1,00
2017	18.488	3.541	2.203	24.232	24.342	1,00
2018	19.177	3.611	2.279	25.067	25.024	1,00
2019	19.589	3.684	2.327	25.600	25.724	1,00
<b>2020</b>	<b>19.709</b>	<b>3.757</b>	<b>2.347</b>	<b>25.813</b>	<b>26.445</b>	<b>1,02</b>
<b>2021</b>	<b>20.689</b>	<b>3.832</b>	<b>2.452</b>	<b>26.974</b>	<b>27.185</b>	<b>1,01</b>
<b>2022</b>	<b>21.037</b>	<b>3.909</b>	<b>2.495</b>	<b>27.441</b>	<b>27.946</b>	<b>1,02</b>
<b>2023</b>	<b>22.211</b>	<b>3.987</b>	<b>2.620</b>	<b>28.818</b>	<b>28.729</b>	<b>1,00</b>
<b>2024</b>	<b>22.408</b>	<b>4.067</b>	<b>2.647</b>	<b>29.122</b>	<b>29.533</b>	<b>1,01</b>

**Fonte: elaboração a partir da Tabela 17 e Figura 22**

A coluna (a), da Tabela 18, representa a somatória da produção de álcool hidratado (AH) e álcool anidro (AA) destinado ao transporte rodoviário. A exportação de álcool anidro, coluna (b), mantém seu mesmo nível de vendas ao exterior.

<sup>66</sup>Conforme matéria veiculada no jornal Folha de São Paulo em 24 de maio de 2004 (Caderno C3), sob o título “Carro a gás irregular polui até 8 vezes mais”.

Para a produção de álcool etílico “não-energético/estoque”, coluna (c), utilizado para outros fins que não seja o transporte, considerou-se um índice de 10% sobre o total da produção de álcool combustível. Este índice é um pouco superior à média, aproximadamente 8%, de 1990 a 2003, apresentado pelo BEN (2004), “consumo final não energético” comparado com o “consumo final energético”, de álcool etílico, utilizado no transporte rodoviário.

Neste cenário, até o ano de 2019, pode-se dizer que a oferta atende a demanda de álcool combustível, colunas (d) e (e), respectivamente. No entanto, a partir de 2020, a demanda precisa ser ajustada à oferta, colunas (a) e (d) em negrito, uma vez que o total da demanda interna de álcool combustível, sem ajustes, mais a exportação, seria de 34,6 milhões m<sup>3</sup>, o que significa uma defasagem de 14,7% ou 5,1 milhões m<sup>3</sup> na oferta disponível, de 29,5 milhões m<sup>3</sup>. Esse ajuste afeta diretamente o teor de mistura de álcool anidro, que passa de 25%, em 2014, diminuindo até chegar 15% em 2024.

O reflexo imediato entre o desencontro da demanda com a oferta do combustível renovável, é o aumento no consumo de gasolina, conforme apresentado na Figura 22. Já o proprietário do carro a álcool, impossibilitado de pagar o aumento no preço do combustível, devido à escassez, vê-se compelido a diminuir o uso do seu veículo, rodando 1900 km/ano em 2022 e 2023, e 1800 km anuais em 2024.

A continuação, o cenário 1B apresenta o comportamento da frota de veículos leves, a participação dos carros *flex*, bem como consumo e oferta de álcool combustível, considerando um crescimento anual do PIB nacional mais otimista, de 4%.

### **5.3. CENÁRIO 1B . Continuidade com Crescimento do PIB de 4% ao ano (2004-2024)**

A Tabela 19, a seguir, apresenta a evolução das vendas de veículos leves de 2004 a 2024, que crescem, nesse período, 6% ao ano, em conformidade com a elasticidade Frota/PIB, de 1,50, determinada na Tabela 15. O crescimento anual do PIB é de 4%.

Com o objetivo de visualizar a evolução da demanda e da oferta de álcool combustível no mercado interno, atenção é dada aos veículos *flex* e à sua participação nas vendas de veículos

leves. As projeções dos veículos que utilizam GNV, dos carros dedicados, e as exportações de álcool anidro permanecem sem modificação.

**TABELA 19 - Cenário 1B: Evolução e composição da frota nacional de veículos leves em mil unidades (2004-2024)**

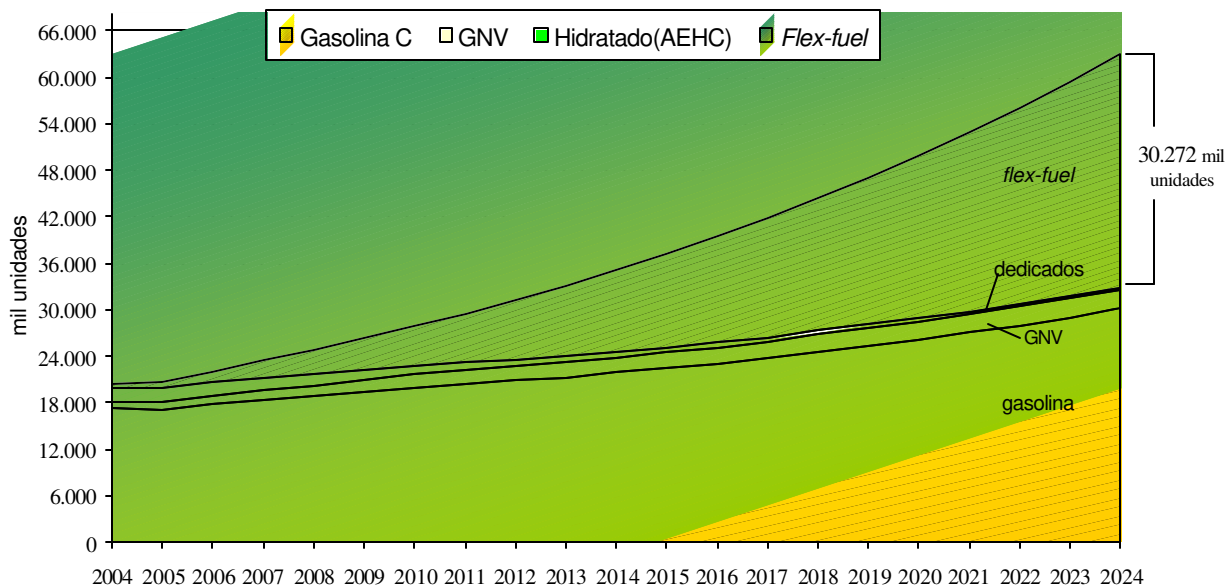
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	
<b>Ano</b>	<b>PIB</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Frota</b>	<b>Vendas</b>	<b>Vendas</b>	<b>Vendas</b>
	10 <sup>9</sup> US\$	Veic.Leves	Gasolina	GNV	Flex	AEHC	V.Leves	Flex	Gasolina
<b>2004</b>	<b>518</b>	<b>20.314</b>	<b>17.197</b>	<b>820</b>	<b>374</b>	<b>1.923</b>	<b>1.478</b>	<b>328</b>	<b>877</b>
2005	539	20.769	17.112	979	903	1.775	1.567	548	783
2006	561	22.015	17.728	1.129	1.522	1.636	1.661	664	766
2007	583	23.336	18.233	1.272	2.325	1.506	1.760	880	655
2008	606	24.736	18.825	1.408	3.141	1.363	1.866	933	733
2009	631	26.220	19.380	1.537	4.070	1.233	1.978	1.088	690
2010	656	27.794	19.896	1.659	5.122	1.116	2.097	1.258	639
2011	682	29.461	20.367	1.776	6.308	1.010	2.222	1.445	578
2012	709	31.229	20.790	1.886	7.639	914	2.356	1.649	507
2013	738	33.103	21.284	1.991	9.001	827	2.497	1.748	549
2014	767	35.089	21.769	2.040	10.531	749	2.647	1.985	512
2015	798	37.194	22.326	2.087	12.104	678	2.806	2.104	551
2016	830	39.426	22.958	2.132	13.723	613	2.974	2.231	594
2017	863	41.791	23.668	2.174	15.394	555	3.152	2.364	638
2018	898	44.299	24.459	2.214	17.123	502	3.342	2.506	685
2019	933	46.957	25.335	2.252	18.915	455	3.542	2.657	736
2020	971	49.774	26.110	2.289	20.964	411	3.755	3.004	601
2021	1010	52.760	26.976	2.323	23.089	372	3.980	3.184	646
2022	1050	55.926	27.936	2.356	25.298	337	4.219	3.375	694
2023	1092	59.282	28.992	2.387	27.598	305	4.472	3.577	744
<b>2024</b>	<b>1136</b>	<b>62.839</b>	<b>30.150</b>	<b>2.416</b>	<b>29.996</b>	<b>276</b>	<b>4.740</b>	<b>3.792</b>	<b>798</b>

**Fonte: Elaboração própria. PIB 2004: (BEN, 2004)x1,04% (Tab.15); (a) e (b): ANFAVEA (2005) e equação regressiva (1); (d);(f);(g): ANFAVEA (2005); (e): DATAGRO (2002) e equação regressiva (1); (c): EFEI (2005)**

Com a evolução do PIB de 4% ao ano, e as vendas de veículos leves crescendo anualmente a uma taxa de 6%, coluna (f), a frota nacional de veículos leves, coluna (a), evolui 5,5% ao ano, chegando, em 2024 com 62.839 mil unidades. A participação dos veículos *flex* no total das vendas de veículos leves, aumenta significativamente, representando 70% do total das vendas desses veículos em 2012 e 80% em 2024, coluna (g), diminuindo expressivamente a participação dos carros a gasolina, coluna (h).

A forte participação dos veículos *flex* nas vendas de veículos leves contribui para que a frota *flex* encerre o ano de 2024 com 29,9 milhões de veículos, representando 47,7% do total de veículos leves. Somados os carros dedicados, são 30.272 unidades (Figura 23 ).





**FIGURA 23 - Cenário 1B. Composição da frota nacional de veículos leves em mil unidades (2004-2024)**

Fonte: elaboração a partir da Tabela 19.

A frota de veículos convertidos a GNV, coluna (c), de carros dedicados, coluna (e), permanecem conforme o cenário anterior, sem alterações, e representam 3,8% e 0,4%, respectivamente, sobre o total da frota de veículos leves, em 2024.

A frota de carros a gasolina participa com 48% do total da frota de veículos leves, totalizando 30.150 mil veículos.

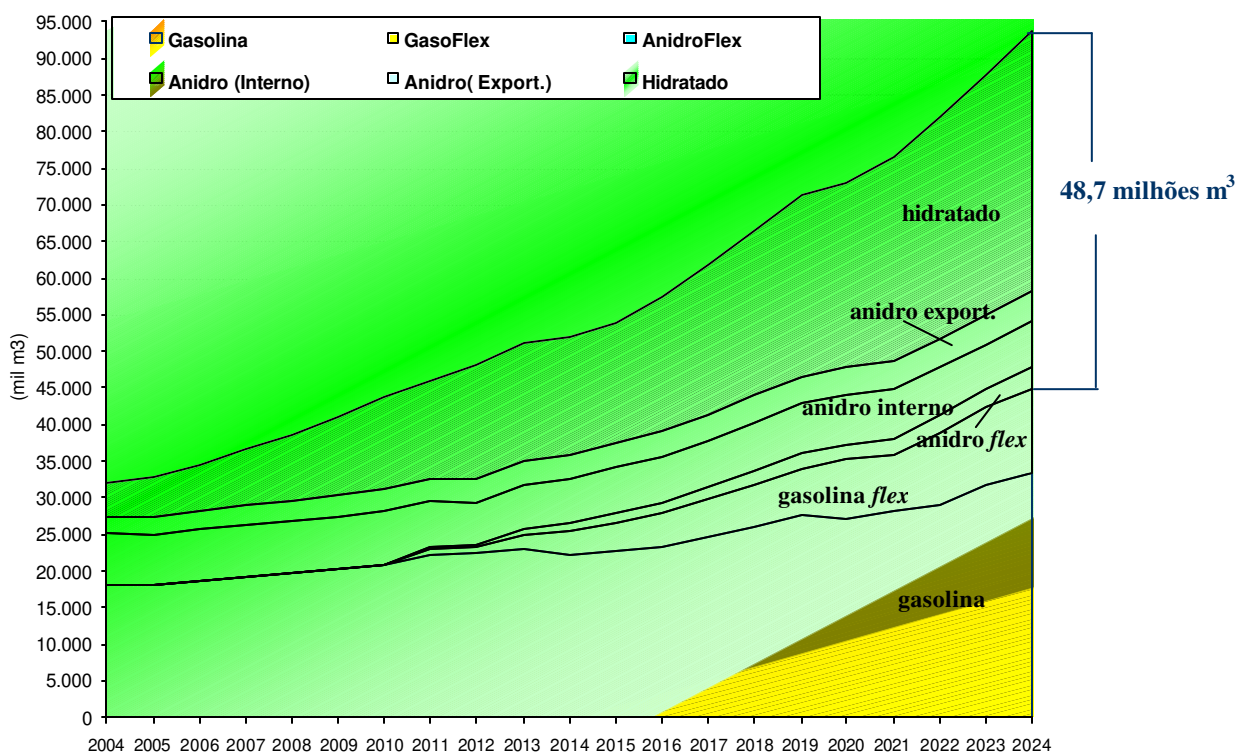
### 5.3.1. Consumo ajustado de álcool combustível no Cenário 1B

Este cenário considera uma melhora tecnologia quanto ao consumo por veículo, a partir do ano de 2014. Desse modo, os carros dedicados e *flex* passam a consumir 1800 litros/veículo/ano e os carros movidos a gasolina consomem 1300 litros/veículo/ano.

Com o aumento expressivo dos carros flex, a demanda de combustíveis líquidos para o cenário 1B, seria, em 2024, de 29,4 milhões m<sup>3</sup> de gasolina e 69,1 milhões m<sup>3</sup> de álcool combustível. No entanto, o comportamento rígido da oferta devido, principalmente, à não atuação do Estado como propulsor do desenvolvimento e de políticas públicas em prol do meio ambiente,

tem como uma das conseqüências, o descompasso entre a oferta e a demanda de álcool combustível, mesmo com a oferta de cana-de-açúcar crescendo 5,8% ao ano.

Desse modo, diminui-se o consumo de álcool combustível, que passa a ser de 48,7 milhões m<sup>3</sup>, ou 20,3 milhões m<sup>3</sup> a menos do que a demanda projetada, ao mesmo tempo que aumenta o uso da gasolina, que passa para 44,9 milhões m<sup>3</sup>, incluindo a gasolina a ser utilizada pelos proprietários de veículos *flex* que migram para o uso do combustível fóssil, 11,6 milhões m<sup>3</sup> (Figura 24).



**FIGURA 24 - Cenário 1B.: Consumo de combustíveis líquidos da frota de veículos leves e exportação de álcool anidro (2004-2024) mil m<sup>3</sup>**

Devido à oferta não conseguir atender a demanda, o consumo é “ajustado” à oferta, o que significa reduzir em 29,4% o consumo do combustível renovável. Devido à escassez de álcool combustível, o aumento do preço do AEHC, os carros *flex* passam a usar mais gasolina, a partir de 2010. Em 2024, somente 60% dos carros *flex* utilizam álcool combustível.

### 5.3.2. Oferta de álcool combustível no Cenário 1B

O comportamento da oferta para o cenário 1B, de acordo com a elasticidade Cana/PIB, 1,40, estabelecida no Tabela 15, encontra-se a seguir, na Tabela 20.

**TABELA 20 - Cenário 1B: Oferta de álcool combustível (mil m<sup>3</sup>)**

Ano	Produção Álcool mil m <sup>3</sup>				OfertaÁlc/ Cap.Inst 5,6%aa	Cap.Inst/ Demanda total	POP/ FrVLev
	Combust.	Export.	ñEnergét./	Total			
	AH+AA	Anidro	estoque	Demanda			
2004	11.611	2.300	1.161	15.072	17.730	1,18	8,8
2005	12.345	2.415	1.235	15.995	18.723	1,17	8,7
2006	13.321	2.536	1.332	17.189	19.771	1,15	8,3
2007	14.743	2.663	1.474	18.880	20.879	1,11	7,9
2008	16.095	2.796	1.610	20.501	22.048	1,08	7,5
2009	17.689	2.935	1.769	22.394	23.282	1,04	7,1
2010	19.640	3.082	1.964	24.687	24.586	1,00	6,8
2011	19.900	3.144	1.990	25.034	25.963	1,04	6,5
2012	21.705	3.207	2.170	27.082	27.417	1,01	6,2
2013	22.735	3.271	2.046	28.052	28.952	1,03	5,9
2014	23.214	3.336	2.321	28.872	30.574	1,06	5,6
2015	23.873	3.403	2.387	29.663	32.286	1,09	5,3
2016	26.144	3.471	2.614	32.230	34.094	1,06	5,1
2017	28.520	3.541	2.852	34.912	36.003	1,03	4,8
2018	31.006	3.611	3.101	37.718	38.019	1,01	4,6
2019	33.610	3.684	3.025	40.319	40.148	1,00	4,4
2020	34.038	3.757	3.404	41.199	42.397	1,03	4,2
2021	36.880	3.832	3.688	44.400	44.771	1,01	4,0
2022	39.132	3.909	3.913	46.955	47.278	1,01	3,8
2023	41.477	3.987	4.148	49.611	49.926	1,01	3,6
2024	44.698	4.067	4.023	52.788	52.721	1,00	3,4

**Fonte: Elaboração própria a partir da Tabela 19 e Figura 24**

Este cenário, mostra que, mesmo com a oferta de álcool etílico crescendo a uma taxa de 5,6% ao ano, a partir de 2010, há escassez da oferta de álcool combustível. Como consequência, há elevação do preço do álcool hidratado, existindo a necessidade do mercado interno, o consumidor, “adaptar-se” a tal situação:

- i) o proprietário do carro *flex* passará a se abastecer, a partir de 2010, com a mistura 90/10 (álcool/gasolina, respectivamente), chegando a 60/40 em 2024.
- ii) O proprietário do carro 100% a álcool, deverá pagar o aumento no preço do álcool combustível, devido à escassez.
- iii) O teor de mistura de álcool anidro diminuirá paulatinamente, de 25% para 22% em 2010, 20% a partir de 2015, chegando a 15% em 2024.

A Tabela 20 e a Figura 24, confirmam a hipótese de que a frota de veículos leves, principalmente a frota *flex*, não deveria crescer sem haver planejamento, sem uma definição para a oferta de álcool hidratado combustível. Na ausência de mecanismos que garantam o suprimento do combustível, o consumidor passa a utilizar a gasolina em detrimento do álcool hidratado, situação que não é possível ao proprietário de carros dedicados.

O aumento da oferta de álcool combustível, que cresce neste cenário a 5,6% ao ano, representa passar da atual capacidade de 17.700 mil m<sup>3</sup> (2004) para 52.721 mil m<sup>3</sup>, em 2024. A seguir, apresenta-se um exercício que tem como objetivo conhecer o custo da expansão de 35.021 mil m<sup>3</sup> de álcool combustível, em vinte e um anos, conforme o cenário 1B, Tabela 20.

#### **5.4. EXPANSÃO E CUSTO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL**

De acordo com Alfred Szwarc<sup>67</sup>, o álcool combustível nacional é competitivo, atualmente, quanto ao quesito custo de produção, com preço de US\$0,20/l no Brasil, contra US\$0,32/l nos Estados Unidos e US\$0,56/l na Europa, provenientes da cana-de-açúcar, milho e beterraba, respectivamente. Deve-se considerar, no entanto, que os ganhos de produtividade observados nas últimas décadas, provém, em grande parte, de investimento em usinas e destilarias, realizados quando da criação do Proálcool, em condições de financiamento especiais, com altos subsídios e taxas de juros negativas (Capítulo 2). Esta situação certamente não seria viável na conjuntura atual, para obtenção de financiamentos junto às instituições bancárias.

O exercício a seguir tem como base a estimativa realizada em julho de 2003 pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) para a expansão de álcool anidro visando à exportação de álcool combustível. Para exemplificar, esse estudo considerou que, num primeiro momento, o programa de expansão terá como objetivo a produção de 5 bilhões de litros de álcool anidro para mistura à gasolina. O estudo faz uma análise sobre a localização para a expansão, período necessário para implantação e produção de álcool combustível, bem como os custos industriais e agrícolas envolvidos.

---

<sup>67</sup> “Perspectivas para o Mercado de Álcool no Brasil”, evento realizado na Unicamp, em 5 de outubro de 2004.

#### 5.4.1. Disponibilidade de terras

De acordo com o BNDES (2004), dados citados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, o país conta com um potencial, de terras disponíveis para agricultura, de 376 milhões de hectares. Em 2004, a área utilizada pelo setor sucro-alcooleiro com o plantio da cana-de-açúcar era de 5 milhões de hectares, o que corresponde a menos de 2% do potencial nacional.

Conforme algumas entrevistas com produtores do setor sucro-alcooleiro, a ampliação que vem ocorrendo no setor indicado como zonas de expansão o noroeste de São Paulo, a região do Triângulo de Minas Gerais, o norte do Paraná, Goiás e Mato Grosso. O sertão nordestino também é apontado, pelo BNDES (2004), como espaço a ser considerado. Note-se, no entanto que, apesar de estas regiões serem consideradas férteis e planas (mecanizáveis), são necessários estudos profundos quanto à disponibilidade de água e de tecnologia para tornar seu plantio competitivo, às condições de transporte para escoamento do produto, logística e o custo envolvido.

Ainda de acordo com o BNDES (2003), o programa de ampliação poderia e deveria começar pelo aumento da produção em usinas já existentes, as quais, através de mecanismos de comprometimento – são factíveis de engajar-se na produção de álcool combustível visando à exportação. Além dos menores custos, a ampliação seria realizada na parte industrial – equipamentos de moagem de cana, fermentadores e novas colunas de destilação – e na área agrícola, com o aumento da área plantada.

Simultaneamente, para aumentar a capacidade de produção de 5 bilhões de litros de álcool combustível (ou 5,0 milhões m<sup>3</sup>), 60 novas usinas seriam instaladas em um prazo de 5 anos, ocupando, cada uma, 15.600ha de área plantada com cana-de-açúcar, sendo que o corte anual se daria em 13.000ha (80% da área plantada). A produtividade estimada é de 76 toneladas de cana-de-açúcar por hectare, conforme referência da Orplana. As características das usinas seriam:

- Moagem diária: 5.625 toneladas (24h).
- 1.000.000 t cana por safra
- Duração da safra: 210 dias (dias úteis da safra: 180 dias)
- Rendimento: 80 litros álcool anidro por tonelada de cana
- Produção diária: 450.000 litros de álcool anidro

- Produção anual: 80 milhões de litros/safra
- Equipamentos necessários: 2 ternos de moenda 37"x 66", 1 terno de moenda 34"x 54", 1 desfibrador DHI-66", 1 faca oscilante Fol 66", 1 faca COP 8-66", 1 Caldeira AT 150 toneladas de vapor/hora e 1 destilaria de 500.000 litros álcool anidro/dia.

À época deste estudo, o investimento industrial estimado, por usina, situava-se entre R\$ 80 e 110 milhões, sendo o investimento agrícola de aproximadamente R\$ 40 milhões.

Quanto ao preparo da terra, é necessário em torno de seis meses para o primeiro plantio. Feito isso, a primeira safra acontece após dezoito meses, totalizando dois anos para a primeira moagem. No que diz respeito aos equipamentos, a indústria nacional conta com dois núcleos fabris localizados no Sudeste - Piracicaba e Ribeirão Preto - além de outras empresas situadas na região.

Segundo informações do BNDES (2004), obtidas junto aos produtores, pode-se estimar implementar 24 usinas completas por ano, com uma produção total de 1,92 bilhões de litros. Destarte, em dois anos, conservadoramente, seria possível ampliar a produção de álcool anidro para exportação, podendo-se inferir a mesma possibilidade para ampliação do álcool hidratado para consumo interno.

Continuando com o raciocínio dos investimentos industriais (considerando-se os menores preços para os equipamentos) e agrícolas para a produção dos 5 bilhões de litros de álcool para exportação, teria-se os seguintes valores envolvidos para 60 usinas:

- investimentos industriais: 60 x R\$ 80 milhões: R\$ 4,8 bilhões
- investimentos agrícolas: 60 x R\$ 40 milhões: 2,5 bilhões.
- Total do investimento em 3 anos: R\$ 7,2 bilhões

#### **5.4.2. Custo de expansão para o Cenário 1B**

Com base na informação obtida do BNDES (2003), apresenta-se, a seguir, uma estimativa da área necessária à expansão de álcool combustível, considerando-se o crescimento anual de 5,6%, bem como o custo aproximado envolvido para os 35 bilhões de litros de álcool combustível.

Mantendo-se os dados sobre o uso da terra (15.600 hectares plantados) e produtividade da cana-de-açúcar (76 ton/hectare), conforme acima mencionado, analisa-se o investimento necessário para o Cenário 1B, com base nos seguintes parâmetros:

Produção diária : 450.000 litros álcool  
Dias úteis/safra : 180  
Total Álcool : 81 milhões de litros/safra/usina  
100 usinas : 8,1 bilhões de litros/safra  
**430 usinas : 35 bilhões de litros/safra**  
Custo Industrial: R\$ 100 milhões por usina (média)  
Custo Agrícola : R\$ 40 milhões por usina  
**430 usinas : R\$ 60 bilhões**  
**Total terra : 11,5 milhões de hectares**

Desse modo, para ampliar a oferta em 35 bilhões de litros de álcool combustível, seriam necessários aproximadamente R\$ 60 bilhões ou US\$ 20 bilhões (ao câmbio a R\$3,00/US\$), utilizando-se cerca de 11,5 milhões de hectares de terras agriculturáveis.

Cabe um questionamento sobre a competitividade do país na produção de álcool combustível uma vez que, devido a um custo marginal superior para a expansão da oferta, considerando-se, tanto os custos agrícolas como os industriais, a competitividade atual estaria provavelmente comprometida, tomando-se em conta o custo das terras, seja para aquisição ou arrendamento. Vale lembrar que as atuais limitações de financiamento e investimentos com logística podem vir também a comprometer a competitividade do preço do combustível, uma vez que as terras a serem utilizadas para ampliação encontram-se em lugares mais distantes dos centros de consumo e dos portos, para exportação.

Outros aspectos que podem limitar a oferta de álcool dizem respeito a questões climáticas, à sazonalidade, e também, a questões econômicas, dado que a matéria-prima, a cana moída, pode ser utilizada tanto para a produção de álcool hidratado, álcool anidro, ou ainda, açúcar, estando este último sujeito à cotação internacional. A Tabela 21 apresenta resumidamente as principais projeções do cenário 1A e 1B.

**TABELA 21 – Cenários 1 e 1 A: projeções da demanda de álcool combustível (2004-2024)**

	Cenário 1A	Cenário 1B
Crescimento do PIB	2 % ao ano	4 % ao ano
Crescimento da Frota Veículos leves	3% ao ano	6% ao ano
Períodos	2004 – 2024	2004 - 2024
Frota Veículos Leves(milhões de unidades)	20,3 – 34,2	20,3 – 62,8
Participação frota <i>flex</i> / Vendas Veíc.Leves (%)	até 40%	até 80%
Participação frota <i>flex</i> /frota Veíc.Leves (%)	1,8 – 28,1	1,8 – 47,7
Participação frota AEHC/frota Veic.Leves(%)	9,5 – 0,8	9,5 – 0,4
Consumo frota AEHC (milhões de m <sup>3</sup> )	4,5 – 17,8	4,5 – 35,6
Consumo AEAC (milhões de m <sup>3</sup> )	7,3 – 4,6	7,3 – 9,1
Álcool Anidro exportação (X) (milhões de m <sup>3</sup> )	2,3 – 4,1	2,3 – 4,1
Total consumo AEHC+AEAC+X (milhões de m <sup>3</sup> )	14,2 – 26,5	14,1 – 48,7
Demanda Total Álcool etílico (combustível + fins não-energéticos/estoque) (milhões de m <sup>3</sup> )	15,6 – 29,1	15,6 – 52,7
Capacidade Instalada/Crescimento (ao ano)	2,8%	5,6%

**Fonte: Elaboração própria a partir das Tabelas 17; 18; 19 e 20.**

É oportuno lembrar que o cenário 1B também está inserido no contexto da continuidade, no qual, o comportamento das principais variáveis-chave qualitativas, são:

- i) não há um posicionamento claro do governo quanto à necessidade de uma frota que utilize combustível renovável. O Estado limita-se a ouvir, sem ter uma atuação clara e definida; não há planejamento energético.
- ii) o protecionismo por parte dos países desenvolvidos continua intenso.
- iii) o crescimento de 4% ao ano do PIB é significativo por manter-se ao longo do período, levando a uma leve melhoria na distribuição de renda, embora o país continue apresentando um nível considerável de desigualdade e diferenças sociais.
- iv) a política agrícola é ineficaz e o planejamento é moderado, porém sem a introdução de ações estratégicas.
- v) a evolução da participação do uso do álcool hidratado nos veículos *flex* é um reflexo de ações isoladas por parte do setor sucro-alcooleiro e dos fabricantes de veículos.



- vi) a sociedade admite ser interessante que o país conte com a frota de carros a álcool, mas na falta de diretrizes claras para o setor, que garantam a oferta de álcool hidratado, sem um estoque estratégico, a frota continua diminuindo, rumo à extinção.

Neste cenário, apesar da participação não significativa dos carros 100% a álcool, a introdução de veículos com motores *flex* faz com que o consumo de álcool hidratado mais do que triplique nos vinte e um anos de projeção. No entanto, não é de se esperar que o mercado *per se* consiga triplicar a capacidade produtiva atual, principalmente por tratar-se de investimentos de longo prazo, cabendo ao Estado, juntamente com os demais atores envolvidos, uma participação ativa e estabelecer os condicionantes para atender às necessidades de consumo do combustível renovável.

O cenário 2, a seguir, tem como objetivo projetar a demanda, consumo e oferta de álcool combustível, de 2004 a 2024, no qual o foco está centrado no aumento das exportações do álcool etílico anidro combustível (AEAC).

### **5.5. CENÁRIO 2: Orientado para o mercado externo**

Este cenário parte da premissa de que os países industrializados cedem, em parte, às pressões exercidas pelos países em desenvolvimento, na questão do protecionismo e subsídios fornecidos ao setor agrícola, movidos por uma crescente conscientização pelas questões ambientais e sociais.

Desse modo, os países desenvolvidos procuram alternativas concretas de minimizar os impactos dos gases de efeito estufa (GEE), com o objetivo de diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> no transporte veicular das principais cidades dos países industrializados. Para o Brasil, esse esforço poderá ser traduzido no aumento das exportações de álcool anidro, conforme apresentado na Tabela 22.

Este cenário assume os parâmetros de crescimento do PIB, 2% ao ano, elasticidades Frota/PIB (1,50) para as vendas de veículos leves, e Cana/PIB (1,40) para a oferta de cana-de-açúcar (Tabela 15). Este cenário, por sua vez, obedece aos mesmos índices do cenário 1A.

### 5.5.1. Consumo de álcool combustível no Cenário 2

A Tabela 22 apresenta o consumo de combustíveis na frota nacional de veículos leves, considerando-se que a frota nacional de veículos leves soma, em 2024, 34,2 milhões de unidades. A frota de veículos dedicados e *flex* participam com 28,9% do total da frota de veículos leves, conforme o cenário 1A, Tabela 17 e Figura 21.

**TABELA 22 - Cenário 2: Consumo de combustíveis da frota de veículos leves em mil m<sup>3</sup> (2004-2024)**

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
Ano	Gasolina	Gasolina <i>flex</i>	AEHC dedicados	AEHC <i>flex</i>	Anidro	Anidro <i>flex</i>	Export. Anidro	Total Alcool AH+AA+X
<b>2004</b>	<b>17.412</b>	<b>0</b>	<b>3.845</b>	<b>747</b>	<b>7.219</b>	<b>0</b>	<b>2.300</b>	<b>14.111</b>
2005	17.580	0	3.550	1.471	7.032	0	2.760	14.813
2006	17.787	0	3.273	2.180	6.859	0	3.312	15.624
2007	18.033	322	3.012	2.302	6.798	81	3.809	16.001
2008	18.339	399	2.726	2.851	6.757	100	4.380	16.814
2009	18.587	494	2.467	3.530	6.696	124	4.818	17.634
2010	18.736	588	2.232	4.199	6.645	147	5.300	18.523
2011	19.168	1.084	2.020	4.252	6.605	191	5.830	18.898
2012	19.637	1.230	1.828	4.823	6.575	217	6.413	19.857
2013	20.143	1.374	1.655	5.390	6.456	243	7.054	20.797
<b>2014</b>	<b>20.633</b>	<b>1.553</b>	<b>1.497</b>	<b>5.743</b>	<b>6.529</b>	<b>274</b>	<b>7.407</b>	<b>21.451</b>
2015	21.160	2.019	1.355	6.301	5.290	356	7.777	21.080
2016	21.458	2.542	1.226	6.408	5.364	449	8.166	21.613
2017	21.786	3.122	1.110	6.413	5.447	551	8.574	22.095
2018	22.146	3.759	1.004	6.318	5.536	663	9.003	22.525
2019	22.536	4.454	909	6.124	5.634	786	9.453	22.906
2020	22.956	4.772	823	6.562	5.739	842	10.021	23.986
2021	23.700	5.091	745	7.000	5.559	898	10.622	24.824
2022	24.342	5.492	674	7.553	5.343	969	11.259	25.798
2023	25.027	5.893	610	8.104	5.126	1.040	11.935	26.815
<b>2024</b>	<b>26.063</b>	<b>6.295</b>	<b>552</b>	<b>8.656</b>	<b>4.599</b>	<b>1.111</b>	<b>12.651</b>	<b>27.569</b>

**Fonte: elaboração a partir da Tabela 15**

Na Tabela 22, a coluna (a) apresenta o consumo de gasolina projetado para a frota de veículos leves multiplicado pelo consumo de gasolina (1400 litros/ano/veículo) com mistura de álcool anidro que varia entre 25 e 15%, coluna (e). Esta redução no teor de mistura de álcool anidro à gasolina deve-se à necessidade de atender o mercado externo, conjugada com a escassez da oferta interna de álcool combustível.

A coluna **(b)** é o montante de gasolina utilizada pelos carros *flex*, devido à falta de álcool hidratado, em detrimento das exportações de álcool anidro. Com a oferta escassa, o preço do álcool combustível aumenta; desse modo, a relação preço álcool/preço gasolina (PA/PG) passa a não ser atrativa para o consumidor, o qual migra para o uso da gasolina. O teor de mistura de álcool anidro na gasolina também é reduzido: a partir de 2007, vinte por cento da frota *flex* passa a ser abastecida com a gasolina contendo 20% de álcool anidro, coluna **(f)**, teor que passa para 15% em 2010, permanecendo nesse patamar até 2024. Este índices atendem à necessidade de ajuste entre a demanda e a oferta do combustível renovável.

Com isso, aumenta o consumo de gasolina, coluna **(a)**. A coluna **(d)** traz o consumo dos carros *flex* que utilizam unicamente álcool hidratado até 2005, diminuindo seu uso até chegar, em 2024, com somente 45% da frota *flex* fazendo uso do combustível renovável.

O proprietário de veículo dedicado é consumidor cativo do álcool hidratado, não tendo opção de utilizar outro combustível. A coluna **(c)** apresenta o consumo de AEHC para a frota de carros dedicados, com a trajetória em constante declínio. A partir de 2008 cessa a produção de carros 100% a álcool no país. O consumo por veículo/ano é de 2000 litros de álcool hidratado.

A ampliação da exportação de álcool anidro é expressiva. De 2,3 milhões m<sup>3</sup> exportados em 2004, comercializa 12,6 milhões m<sup>3</sup> em 2024, coluna **(g)**. Esse montante representa 46% do consumo total de álcool combustível consumido no país, coluna **(h)**.

Todo esse desencontro e a necessidade de ajuste dos combustíveis consumidos pela frota de veículos leves do país, é devido à falta de um planejamento energético, integrado, com visão de longo prazo que considere a demanda e a oferta dos combustíveis.

Neste cenário, a ampliação da oferta de cana-de-açúcar cresce 2,8% ao ano, durante o período de 2004-2024, conforme a Tabela 23, a seguir.

**TABELA 23: Cenário 2: Oferta de Álcool Combustível no Brasil (2004-2024)**

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Ano	Produção Álcool			Demand total	OfertaÁlc	Cap.Inst./	Pop/ FrVVL
	Combust. AH+AA	Export. Anidro	ñEnergét./ estoque		CapInst 2,8%aa	Demanda total	
<b>2004</b>	<b>11.811</b>	<b>2.300</b>	<b>1.772</b>	<b>15.883</b>	<b>17.765</b>	<b>1,12</b>	<b>8,8</b>
2005	12.053	2.760	1.808	16.621	18.262	1,10	8,7
2006	12.312	3.312	1.847	17.471	18.774	1,07	8,6
2007	12.193	3.809	1.829	17.830	19.299	1,08	8,5
2008	12.434	4.380	1.865	18.679	19.840	1,06	8,4
2009	12.816	4.818	1.922	19.556	20.395	1,04	8,3
2010	13.223	5.300	1.983	20.507	20.966	1,02	8,2
2011	13.068	5.830	1.960	20.859	21.553	1,03	8,1
2012	13.444	6.413	2.017	21.874	22.157	1,01	8,0
2013	13.743	7.054	2.061	22.859	22.777	1,00	7,8
2014	14.044	7.407	2.036	23.487	23.415	1,00	7,7
2015	13.303	7.777	1.995	23.075	24.071	1,04	7,6
2016	13.447	8.166	2.017	23.630	24.745	1,05	7,5
2017	13.520	8.574	2.028	24.123	25.437	1,05	7,3
2018	13.522	9.003	2.028	24.554	26.150	1,07	7,2
2019	13.453	9.453	2.018	24.924	26.882	1,08	7,1
2020	13.966	10.021	2.095	26.081	27.635	1,06	7,0
2021	14.202	10.622	2.130	26.954	28.408	1,05	6,8
2022	14.539	11.259	2.181	27.979	29.204	1,04	6,7
2023	14.880	11.935	2.232	29.047	30.021	1,03	6,6
<b>2024</b>	<b>14.918</b>	<b>12.651</b>	<b>2.238</b>	<b>29.806</b>	<b>30.862</b>	<b>1,04</b>	<b>6,5</b>

**Fonte: Elaboração própria a partir das Tabelas 15 e 22**

A coluna (a) apresenta a evolução de álcool hidratado e anidro consumido no país em 2024, e corresponde a 50% da capacidade de oferta nacional, coluna (e). As exportações do álcool anidro, por sua vez, praticamente triplicam o montante comercializado, coluna (b).

Devido à exportação do álcool anidro, é de se esperar que outros tipos de álcool etílico, não energéticos, também sejam comercializados em maior escala. Por essa razão, assumiu-se uma margem de 15%, coluna (c), sobre o total do consumo interno de álcool anidro e hidratado, coluna (a).

A coluna (e) apresenta a capacidade de ampliação da oferta de álcool combustível, de acordo com a elasticidade Cana/PIB de 1,40. Devido à procura pelo combustível renovável por parte do mercado externo, o mercado interno passa a ser penalizado.

Neste cenário, o álcool combustível para atender o mercado interno passa a ser residual. Os esforços estão voltados para suprir a demanda externa. Com o crescimento moderado do PIB, de 2% a.a., não é de se esperar investimentos significativos para a ampliação da oferta de álcool combustível, mesmo com o aumento das exportações da *commodity*, uma vez que o ambiente deste cenário é de oferta rígida.

As hipóteses no cenário 2 têm o seguinte comportamento:

- i) Postura do Estado distante, com atuação moderada somente em resposta à pressão exercida pelo *lobby* do setor sucro-alcooleiro devido à ampliação das exportações de álcool anidro combustível;
- ii) O comprometimento de redução de emissões GEE, principalmente dos países desenvolvidos, leva a uma drástica diminuição das barreiras à entrada para o álcool combustível, havendo uma expressiva melhoria nas negociações de exportação de álcool anidro para ser misturado à gasolina.
- iii) As variáveis “preço do petróleo”, acima de US\$ 45,00, e o “preço estável” do açúcar no mercado internacional foram tratadas, neste cenário, como constantes, *coeteris paribus*.
- iv) O comportamento moderado do PIB não atrai investimentos e não apresenta melhoria expressiva na distribuição de renda, uma vez que os ganhos advindos da exportação de álcool anidro estão concentrados no setor sucro-alcooleiro e em algumas *trading*;
- v) A política de gestão ambiental não é eficaz. A política agrícola apresenta uma evolução moderada, voltada, no entanto, para o setor de exportação.
- vi) Ficou evidente que o planejamento energético é inexistente, não havendo, tampouco, incentivo para a introdução de novas tecnologias. Isso tudo somado, penaliza o mercado interno e o consumidor do combustível renovável, tanto de álcool hidratado como de anidro.
- vii) O setor sucro-alcooleiro, apesar das perspectivas de captar divisas com o aumento das exportações de álcool combustível não consegue organizar-se, assistindo a constantes disputas entre os interesses do próprio setor.
- viii) Com isso, a imagem do setor sucro-alcooleiro perante o consumidor permanece abalada, o que influencia o comportamento do proprietário de carros *flex* quanto à decisão de abastecer seu veículo.

Conforme evidenciado, a evolução do consumo de álcool combustível para o mercado interno está diretamente ligada à evolução da frota que utiliza, ou possa vir a utilizar, o combustível renovável e, também, à “relação preço álcool/preço gasolina”, sendo esta uma importante variável de ajuste entre a oferta e a demanda.

Uma variável qualitativa que também deve ser considerada é a credibilidade quanto à garantia de oferta de álcool combustível, uma vez que, na falta de confiança no produto renovável e havendo uma relação “indiferente” quanto ao preço do álcool/preço gasolina, o proprietário tende a dar preferência ao consumo de gasolina, em detrimento do álcool hidratado combustível, independente dos benefícios ou danos causados ao meio ambiente.

A frota de carros dedicados segue rumo à extinção. A entrada dos carros *flex* pode vir a reverter a queda do uso de álcool hidratado que, em 2024, é de 9,2 milhões m<sup>3</sup>, conforme pode ser evidenciado na somatória das colunas (c) e (d) da Tabela 22.

O cenário 3 encontra-se descrito no próximo capítulo.

## Capítulo 6

### **CENÁRIO 3: O álcool combustível como um fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável do Brasil**

A elaboração de cenários, de acordo com Godet (1979), Herrera *et al.* (1994) e outros especialistas, é uma ferramenta que permite ao autor a criação de um futuro<sup>68</sup>, desvinculado do passado. Ainda, conforme os autores citados, é importante elaborar ao menos um cenário tendencial, no qual extrapola-se os acontecimentos, e um outro oposto, contrastante, no qual há uma nova visão e comprometimento para com o futuro.

O capítulo cinco deste trabalho apresentou dois cenários. O primeiro, com desdobramento em cenários 1A e 1B e o cenário 2, os quais extrapolaram, embora com índices e premissas distintas, as tendências passadas. O objetivo deste cenário 3 é a criação de um futuro visando o desenvolvimento sustentável<sup>69</sup>, entendido aqui como o caminho para o crescimento econômico cujo foco é o ser humano e suas condicionantes sociais dentro da realidade, potencialidades e limitações do país, tendo o álcool combustível como um fator de contribuição para essa desejada evolução.

Este cenário centraliza a análise nas premissas qualitativas relacionadas principalmente à demanda e à oferta do álcool combustível, embora não esgote o assunto, e utiliza as ferramentas

---

<sup>68</sup> O Capítulo 1 trata sobre o estudo prospectivo e a elaboração de cenários.

<sup>69</sup> É descrito também como um processo de desenvolvimento econômico em que se procura preservar o meio ambiente, levando-se em conta os interesses das futuras gerações.

quantitativas como suporte para a consistência do estudo, tendo como objetivo não prever o futuro e sim explicitar uma situação plausível a partir de escolhas feitas no presente.

Primeiramente, serão analisadas as variáveis-chave citadas na Matriz Estrutural (Tabela 16), com o objetivo de descrever as premissas de embasamento deste cenário. Essas premissas estão ancoradas nas respostas obtidas da análise qualitativa, elaborada no Capítulo 3 deste estudo. Em seguida, apresentam-se os dados quantitativos sobre o comportamento da frota nacional de autoveículos, frota de veículos leves e o consumo de álcool combustível, considerando-se as exportações da *commodity* renovável.

- i) *O papel do Estado*: neste cenário, o país pode contar com um Estado “atuante”, que define políticas públicas com base nos interesses do país, priorizando as questões sociais através da regulação dos instrumentos que induzem ao desenvolvimento.

Inserido no desenvolvimento está a área de energia, diretamente vinculada e imprescindível para o progresso do país, havendo, nesse sentido, uma nítida preocupação a respeito do álcool combustível, sendo tratado como prioridade pública dentro da esfera do meio ambiente e do transporte, seja este público ou particular. A experiência adquirida com o uso de um combustível renovável, em escala comercial, em cerca de trinta anos desde a criação do Proálcool, é valorizada e busca ampliar suas potencialidades. Para tal, o Estado sinaliza e delimita as ações permitindo aos diversos atores ou agentes envolvidos - setor sucroalcooleiro, produtores e plantadores, proprietários de terras, indústria automobilística, consumidores e outros – estudarem e elaborarem planejamentos estratégicos com vistas ao crescimento da demanda e ampliação da oferta do álcool combustível.

Trata-se da elaboração de um planejamento indicativo, com algumas ações determinativas, visando o cumprimento do bom andamento e entendimento dos agentes. Entre estas ações encontram-se:

- Criação de um órgão com participação efetiva dos diversos atores envolvidos, incluindo-se a sociedade, para repensar o papel que o álcool combustível, setor sucroalcooleiro e a agroindústria;
- Analisar, discutir e decidir, em conjunto, as principais ações a serem implementadas;



- Elaboração de um planejamento estratégico, com objetivos claros e metas a serem alcançadas pelos agentes;
  - Regras claras e definidas para a atuação dos empreendimentos privados no mercado, com agentes reguladores atuantes;
  - Manutenção de um estoque de segurança de álcool combustível;
  - Sinalização de um preço de referência para o álcool combustível;
  - Mecanismo de garantia de oferta de álcool combustível no mercado interno através da limitação da exportação de açúcar;
  - Coordenação e planejamento entre a oferta de álcool combustível e a produção de veículos leves;
  - Mecanismos de controle de emissões veiculares coordenados com a indústria automobilística.
- ii) Comportamento do PIB:* neste cenário, o país apresenta o mesmo índice de crescimento do cenário 1B, de 4% ao ano. Conforme a Tabela 15, as vendas de veículos leves crescem 6% ao ano durante o período deste estudo, de 2004 a 2024;
- iii)* A elaboração de um planejamento de longo prazo, que acompanhe as ações estratégicas, tem como reflexo uma sociedade que, a cada ano, diminui o abismo da desigualdade social: estudo com qualidade visando à conscientização e preservação do meio ambiente. Isto inclui a criação de empregos com renda compatível e investimentos na área da saúde e habitação. Com isso, a **distribuição da renda** apresenta melhoria substancial, não privilegiando interesses de grupos ou instituições;
- iv)* O planejamento indicativo, elaborado em conjunto pelos diversos agentes, contempla a definição de uma gestão ambiental eficaz e política agrícola condizente com a realidade do país. Incentivos, subsídios, fiscais ou de qualquer outra natureza, quando necessários, acompanham a determinação de prazos e objetivos claros a serem alcançados, com mecanismos de avaliação e controle das ações;
- v)* Os países desenvolvidos têm notável consciência das inter-relações com os países em desenvolvimento, com ações voltadas para a melhoria das questões sociais e ambientais, traduzidas em redução das barreiras protecionistas – principalmente no que diz respeito à

agroindústria –, permitindo não somente ganhos advindos do comércio internacional, mas também intercâmbio cultural.

- vi) Um dos alicerces da construção do futuro do país diz respeito ao incentivo à introdução de novas tecnologias, o que acontece com investimentos maciços em pesquisas científicas nas diversas áreas do conhecimento e, especificamente para a área de energia, é continua a busca por novas energias alternativas renováveis;
- vii) O setor sucro-alcooleiro, por sua vez, apresenta uma atuação dinâmica e uniforme, e tem por objetivo a organização e administração de seus produtos: açúcar, álcool etílico – combustível (hidratado, anidro) e para fins não energéticos, eletricidade (co-geração). Investimentos na modernização das usinas e destilarias, com prioridade para o mercado interno através da garantia de manutenção de estoque regulador;
- viii) O consumidor, ciente dos esforços dos diversos atores envolvidos com o álcool combustível, reinicia um relacionamento com base na credibilidade priorizando o uso de álcool combustível em detrimento da gasolina. A postura do setor sucro-alcooleiro de garantir a oferta do combustível renovável, aliada à presença do Estado na educação e conscientização dos benefícios ambientais, garante a demanda de álcool combustível.

Desse modo, explora-se o potencial de coordenação entre os diferentes agentes para a elaboração de políticas que favoreçam o uso sustentado do álcool combustível, englobando objetivos definidos, incluindo:

*i) objetivos de planejamento energético*

- ✓ suprimento a preço justo
- ✓ eficiência do uso de energia
- ✓ ampliação do uso de energia renovável
- ✓ redução da energia importada
- ✓ melhoria tecnológica

*ii) objetivos de planejamento regional*

- ✓ mercado de trabalho
- ✓ inovação tecnológica

- ✓ bem estar social e econômico
- ✓ desenvolvimento regional (potencialidades)
- ✓ uso da terra e planejamento físico

*iii) objetivos de gerenciamento do meio ambiente*

- ✓ gerenciamento efetivo dos recursos
- ✓ redução da poluição
- ✓ reestruturação dos processos industriais

De acordo com Nijkamp e Perreles (1994), existe uma relação entre os objetivos acima descritos. Um exemplo de interdependência entre a política de energia e política ambiental:

- ✓ o objetivo de uma política ambiental para reduzir a poluição, é altamente dependente das prioridades da política energética no que diz respeito às melhorias tecnológicas e eficiência do uso de energia.

Os objetivos de uma política regional estão ligados aos objetivos de uma política ambiental:

- ✓ negligenciar o cuidado com o meio ambiente pode levar a sérias implicações para a saúde humana local, e essas externalidades podem comprometer os objetivos de desenvolvimento regional.

Este é um cenário normativo, otimista, com o PIB crescendo em 4% ao ano, e as vendas de veículos leves constantes, crescendo anualmente à taxa de 6% até 2024, em conformidade com a Tabela 15 e com o cenário 1B.

Os dados sobre a frota de veículos e consumo de combustível, obedecem aos do cenário 1B. A exceção é a entrada de unidades veiculares que podem ser consideradas como *gêrmen de futuro*. É de se esperar que em um ambiente de crescimento sustentável, as linhas de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos que agregam a evolução tecnológica, façam parte do dia-a-dia dos cidadãos.

Trata-se dos veículos híbridos (VEH), célula combustível, e outros, mais usados em veículos de transporte pesado, ônibus e caminhão, embora possa-se pensar em uma introdução tímida deste veículos na frota de veículos leves, iniciando-se em 2010, com algo em torno de 3000 veículos/ano, chegando a cerca dos 3,0 milhões de veículos em 2024.

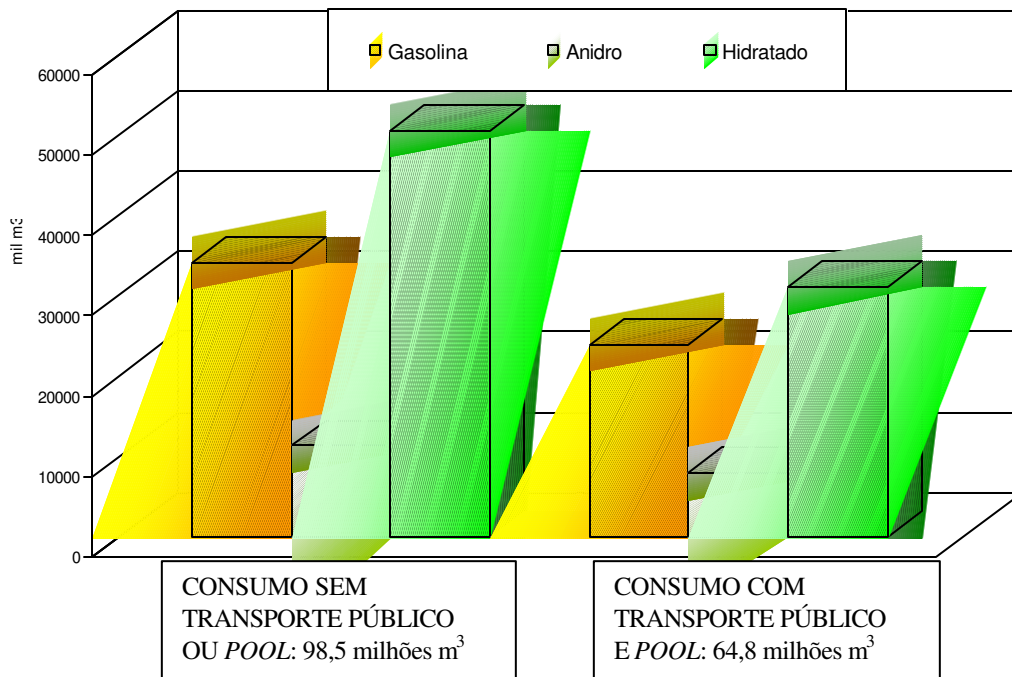
Este cenário de sustentabilidade, tem o foco centrado não somente na atuação do Estado, como precursor do desenvolvimento, mas também no comportamento do cidadão, na educação ambiental, na mudança de valores e quebra de paradigmas e, como consequência, na diminuição no consumo dos combustíveis.

### **6.1. Demanda de combustíveis no Cenário 3**

Uma das modificações mais importantes neste cenário de desenvolvimento sustentável, que diz respeito à demanda de combustíveis, é a conscientização ambiental da população, através da educação dos cidadãos. Essa conscientização valorizaria a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) pela sociedade, induzindo à população a mudar os seus hábitos de consumo, principalmente no que se relaciona com o transporte de pessoas.

Para alcançar essa desejada redução no uso de combustíveis líquidos, este cenário assume que a sociedade irá fazer uso, mais frequentemente, do transporte coletivo. Quanto ao transporte individual, as pessoas formarão grupos ou *pools* de colegas de trabalho, estudo, compras e outras atividades, minimizando a quantidade de veículos circulantes, principalmente nas cidades com maior índice de poluição ambiental. O excesso de emissão de GEE provenientes dos automóveis, ocorre notadamente nas capitais e nas principais cidades.

A educação e conscientização da população, aliadas a incentivos das diversas esferas governamentais, minimizam o volume de combustível a ser consumido por veículo. Essa redução ocorreria de forma gradual, iniciando-se com 10% de 2005 a 2008, prosseguindo com 20% nos próximos cinco anos e continuando gradativamente e alcançar 40% nos dois últimos anos do estudo, 2023 e 2024, conforme a Figura 25.

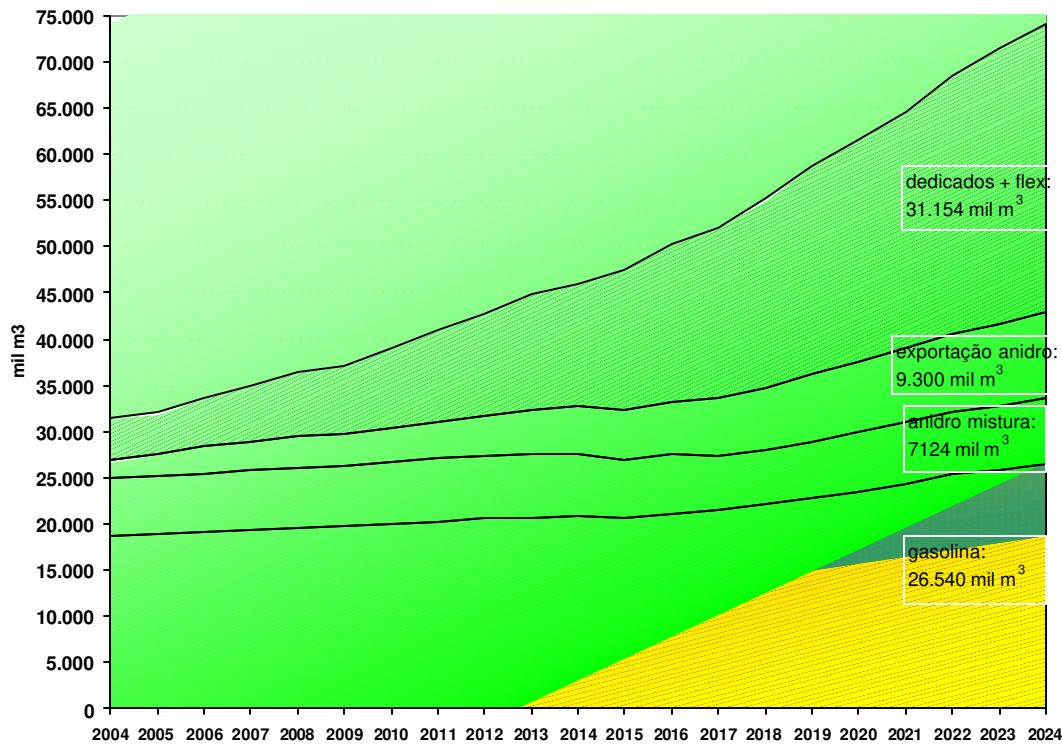


**FIGURA 25 – Consumo de combustíveis líquidos, com e sem transporte público ou *pool* (2024)**

A Figura 25 apresenta o consumo de combustíveis nas duas situações: um ambiente no qual há maior utilização de transporte público e *pool*, devido à conscientização ambiental da população e ações do Estado, o que significa uma economia de 40% de combustível e, uma outra, na qual o consumo de combustíveis segue os padrões atuais, e sem o *pool*.

Sem a existência do *pool*, a necessidade de combustíveis líquidos para abastecer os 63 milhões de unidades da frota de veículos leves do país, Cenário 1B, seria de 98,5 milhões m<sup>3</sup>, distribuídos entre gasolina (29,4 milhões m<sup>3</sup>), álcool anidro (10,5 milhões m<sup>3</sup>) e álcool hidratado (54,5 milhões m<sup>3</sup>), sem incluir a exportação de álcool anidro, de 4,1 milhões m<sup>3</sup>.

Com a utilização de transporte público, *pool*, o total da demanda de combustíveis líquidos passa a ser de 64,8 milhões m<sup>3</sup>, sem considerar os 9,3 milhões m<sup>3</sup> da exportação, distribuídos entre gasolina (26,5 milhões m<sup>3</sup>), álcool anidro (7,1 milhões m<sup>3</sup>) e álcool hidratado (31,2 milhões m<sup>3</sup>), conforme a Figura 26.



**FIGURA 26 – Cenário 3: Demanda de combustíveis líquidos e exportação (2004-2024)**

Questão diretamente relacionada à redução da demanda e uso de combustíveis diz respeito a uma nova concepção, tanto do transporte público e particular, como do próprio desenho urbanístico das cidades, incorporando ciclovias e meios de transporte que utilizem combustíveis alternativos, preferencialmente renováveis, ou uma parcela destes, a exemplo de ônibus movidos a gás natural, biodiesel ou veículos híbridos (VEH) e ainda metrô e trem.

O meio de transporte público é entendido como sendo seguro, com assepsia, confortável, com frequência adequada às necessidades dos cidadãos e dentro das especificações técnicas recomendadas traduzidas em níveis mínimos de emissão de GEE. As ciclovias são construídas de acordo com a disponibilidade urbana da cidade – ou dos bairros – incluindo-se estas em algumas rodovias estaduais. Os ciclistas, ao mesmo tempo que respeitam o espaço a eles destinados, são respeitados pelos motoristas dos demais veículos.

Cabe lembrar que a menor circulação de veículos, seja através dos *pool*, do uso de meios de transporte coletivo ou de meio de transporte não motorizado diminui as emissões de gases efeito estufa, contribuindo para a saúde do meio ambiente local e global.

### **6.1.1. A exportação de álcool combustível**

A exportação de álcool anidro é expressiva quando comparada ao total do consumo de álcool combustível, representando entre 15% e 20% desse total, índice mantido desde 2014, quando as exportações de álcool anidro chegam a 5 milhões de m<sup>3</sup>. Este comportamento obedece, por um lado, a ações no mercado externo, com minimização das barreiras e do protecionismo, e por outro, ao planejamento interno de longo prazo, executado pelos órgãos competentes.

É de se esperar que a necessidade de diminuir as emissões de GEE seja traduzida, entre outros, em importação de álcool combustível anidro para mistura na gasolina. Gradativamente, no entanto, os países tendem a priorizar a sua matriz energética, investindo em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias com soluções domésticas, tanto quanto possível, o que pode significar uma redução das importações do combustível renovável do Brasil.

### **6.1.2. Oferta de álcool combustível no Cenário 3**

Conforme mencionado no Capítulo 5, o ritmo de investimento acompanha o crescimento econômico. Com o PIB evoluindo a uma taxa de 4% ao ano, é de se esperar que as fontes de financiamento sejam ampliadas e que o empresário esteja disposto a investir no país, de acordo com regras claras e previamente estabelecidas.

O setor sucro-alcooleiro enquadra-se nesses termos, ampliando a oferta de álcool combustível, conforme a Tabela 24, a seguir, que apresenta o comportamento da produção de álcool etílico – com alguns ajustes – e a evolução da capacidade instalada de álcool etílico.

**TABELA 24 – Cenário 3. Oferta de álcool etílico (2004-2024) mil m<sup>3</sup>**

Ano	Produção Álcool				Oferta	Cap.Ins/	Relaçã
	Combust	Export.	ñ Energ.	Total	Cap.Inst.	Demanda	Pop/
	AH+AA	Anidro	estoque	Demanda	5,6%aa	Total	Fr.Vlev
<b>2004</b>	<b>11.810</b>	<b>2.300</b>	<b>2.362</b>	<b>16.472</b>	<b>17.000</b>	<b>1,03</b>	<b>8,6</b>
2005	11.716	2.875	2.343	16.934	17.952	1,06	8,2
2006	12.407	3.450	2.481	18.339	18.957	1,03	7,8
2007	13.055	3.864	2.611	19.530	20.019	1,03	7,4
2008	14.030	4.096	2.806	20.931	21.140	1,01	7,1
2009	14.469	4.260	2.894	21.623	22.324	1,03	6,7
2010	15.795	4.430	3.159	23.385	23.574	1,01	6,4
2011	16.957	4.607	3.391	24.956	24.894	1,00	6,1
2012	18.044	4.792	2.707	25.542	26.288	1,03	5,8
2013	19.612	5.031	2.942	27.585	27.760	1,01	5,6
2014	20.159	5.283	3.024	28.466	29.315	1,03	5,3
2015	21.518	5.547	3.228	30.292	30.957	1,02	5,1
2016	23.308	5.991	3.496	32.795	32.690	1,00	4,8
2017	24.127	6.470	2.413	33.010	34.521	1,05	4,6
2018	26.297	6.858	2.630	35.785	36.454	1,02	4,4
2019	27.972	7.269	2.797	38.038	38.495	1,01	4,2
2020	29.685	7.633	2.968	40.286	40.651	1,01	4,0
2021	31.413	8.015	3.141	42.569	42.927	1,01	3,8
2022	33.541	8.415	3.354	45.310	45.331	1,00	3,6
2023	36.170	8.836	2.894	47.900	47.870	1,00	3,5
<b>2024</b>	<b>37.769</b>	<b>9.278</b>	<b>3.399</b>	<b>50.446</b>	<b>50.551</b>	<b>1,00</b>	<b>3,3</b>

**Fonte: elaboração a partir da Tabela 15; BEN (2004); UNICA (2004)**

A oferta assiste a um crescimento de 5,6% ao ano, conforme a Tabela 15. É interessante notar que, com a introdução do transporte público e *pool*, a oferta consegue satisfazer as necessidades da demanda de álcool combustível.

Ampliar a capacidade produtiva de cerca de 17 milhões m<sup>3</sup> (2004) para 50,5 milhões m<sup>3</sup>, em vinte e um anos, seguindo o raciocínio e custos apresentados no cenário 1B, requer investimentos, para produzir 35,5 milhões m<sup>3</sup> de álcool combustível adicionais, a instalação de aproximadamente 430 novas usinas, com investimentos da ordem de R\$ 60 bilhões.

Ainda, nesse ambiente de desenvolvimento sustentável, a relação população/veículo cai sensivelmente, passando de 8,8 em 2004 para 3,3 em 2024 (Tabela 24). Este fato reflete um melhor poder aquisitivo por parte da população, fruto de uma distribuição de renda mais equitativa, embora no cenário sustentável possa parecer contraditório o aumento expressivo de veículos leves. Ainda, esta estimativa, de 3,3 Pop/Vei, não está tão distante do estudo realizado



por Goldemberg *et al.* (1987), para países em desenvolvimento, de 5 Pop/Vei para o ano de 2030. No entanto, a mudança neste cenário diz respeito ao comportamento e consciência ambiental, fazendo uso do automóvel de modo a diminuir o consumo de combustível como um todo.

### 6.3. Síntese dos cenários

Apresenta-se a seguir, as principais hipóteses e implicações de cada cenário no período 2004-2024, tendo o álcool combustível como centro das atenções.

**Cenário 1A:** cenário tendencial, com crescimento do PIB moderado, 2% ao ano

- ✓ as vendas de veículos leves crescem 3% ao ano
- ✓ a introdução dos carros *flex* previne o sucateamento da estrutura de 29 mil postos de abastecimento de álcool hidratado.
- ✓ Não acontece a extinção do uso de álcool hidratado, por conta dos carros *flex*
- ✓ A frota de carros a álcool é extinta a partir de 2008
- ✓ As exportações de álcool anidro não são significativas, representam 6% do consumo de combustíveis líquidos
- ✓ A capacidade produtiva do álcool combustível cresce 2,8% ao ano
- ✓ Mesmo com crescimento pouco expressivo, de 2% ao ano, a oferta não é capaz de atender a demanda.
- ✓ O Estado não intervém no ritmo esperado pelo país.

**Cenário 1B:** Cenário tendencial, com crescimento do PIB a 4% ao ano

- ✓ A frota nacional de veículos leves cresce 6% ao ano
- ✓ Cresce a economia como um todo, no entanto, sem planejamento
- ✓ A frota de carros *flex* representam, em 2024, 47,7% da frota de veículos leves
- ✓ Apesar de crescer 5,6% ao ano, a capacidade produtiva de álcool não é suficiente
- ✓ A oferta não atende a demanda: há escassez de álcool combustível
- ✓ O proprietário de carro a álcool vê-se obrigado a pagar um maior preço pelo álcool hidratado, devido à escassez
- ✓ Proprietário de carro *flex* passa a abastecer com gasolina: descrédito do álcool combustível

- ✓ O Estado não toma providenciais.

**Cenário 2** : tendencial e voltado para o mercado externo. O PIB cresce 2% ao ano.

- ✓ Baixo crescimento da economia, não há interesse em investir no país
- ✓ Mercado externo surge como melhor opção para escoar o álcool combustível
- ✓ As exportações são mais atrativas, financeiramente, do que o mercado interno
- ✓ Desabastecimento de álcool hidratado
- ✓ Diminuição da mistura de álcool anidro na gasolina
- ✓ Proprietário de carro a álcool é penalizado com a alta de preço do combustível
- ✓ Frota de carros *flex* passa a ser abastecida com gasolina
- ✓ Não há nenhuma medida por parte do Estado para garantir a oferta de álcool combustível no mercado interno.

**Cenário 3** : cenário normativo, crescimento do PIB de 4% ao ano

- ✓ Engajamento político do Estado atuante
- ✓ Criação de fundo para ampliação das usinas
- ✓ Investimento na área logística para escoamento do produto
- ✓ Estudos de pesquisa para viabilizar a transição da produção para novos centros, ex. Centro Oeste.
- ✓ Poder aquisitivo e melhor distribuição de renda, permite o crescimento da frota de veículos leves;
- ✓ Investimento em pesquisa para as novas tecnologias, principalmente as que utilizam fontes de energia renovável
- ✓ Suporte para as tecnologias entrantes
- ✓ Transporte coletivo público a preço acessível, seguro
- ✓ Educação sobre o meio-ambiente e conscientização leva às pessoas a formarem *pools*, diminuindo em até 30% o consumo de combustíveis.
- ✓ A oferta atende à demanda, num ambiente de crescimento e desenvolvimento sustentável.

A Tabela 25, a seguir, apresenta resumidamente, a necessidade de ampliação de álcool combustível e usinas/destilarias necessárias para cada cenário e o investimento estimado para esses montantes

**TABELA 25 – Necessidade de ampliação da oferta de álcool combustível (quantidades e investimento estimados)**

<b>Álcool etílico</b>	<b>Cen 1A e 2</b>	<b>Cen 1B e 3</b>
<b>2004</b>	<b>17,0</b>	<b>17,7</b>
<b>2024</b>	<b>29,5</b>	<b>52,7</b>
<b>Ampliação: milhões m<sup>3</sup></b>	<b>12,5</b>	<b>35,0</b>
<b>Custo / Investimento</b>		
<b>destilarias (qtde.)</b>	<b>150</b>	<b>430</b>
<b>Investimento/R\$</b>	<b>21 bi</b>	<b>60 bi</b>
<b>Área estimada (mil ha)</b>	<b>4 mil</b>	<b>11,5 mil</b>
Nota:		
Produção diária:	450.000 litros álcool	
Dias úteis safra:	180	
Total álcool	81 milhões litros/safra/destilaria	
100 usinas	8,1 bi litros/safra	
Custo Ind. e Agric.	R\$ 140 milhões por destilaria	

**Fonte: elaboração a partir dos cenários 1A, 1B , 2 e 3.**

As conclusões deste trabalho estão no Capítulo 7.

## Capítulo 7

### CONCLUSÕES

O primeiro capítulo deste trabalho apresentou os conceitos sobre a análise prospectiva, um instrumento de reflexão para o futuro. O conhecimento sobre os fatos e acontecimentos do passado são também importantes na medida que levam o indivíduo à compreensão das inter-relações entre atores ou agentes que intervêm num dado processo. No entanto, para um estudo prospectivo é necessário desvincular-se do passado para pensar e repensar o futuro, de modo que o presente seja explicado pelo futuro, e não pelo passado.

Nesse sentido, a necessidade de estudos prospectivos para as diversas áreas do país torna-se evidente e o Estado tem um papel singular na arquitetura de um modelo que englobe os diversos setores da economia com vistas à elaboração de um planejamento que considere as potencialidades do país e o bem estar da população.

A mudança institucional assistida - com a conseqüente abertura comercial, no início da década de noventa, é certamente um marco de referência para o Brasil, com nítidas modificações no modo de atuação do Estado na economia brasileira, que passou de um modelo *interventor*, amparado pela Constituição Federal de 1946, para um papel de *regulador*, de acordo com a Constituição Federal de 1988. Isso impõe, por sua vez, alterações a todos os setores do país, principalmente àqueles que cresceram ao amparo do Estado, como é o caso do setor sucro-alcooleiro.

A retrospectiva apresentada no Capítulo 2 mostrou o caminho percorrido pelo Programa Nacional do Álcool, Proálcool, iniciando com as condicionantes que levaram à sua criação e o seu desenrolar até atingir o auge, momento em que se assiste a um afastamento do Estado para com o Programa, demonstrando um certo descaso para com a única alternativa apresentada, em escala comercial, para substituir o uso de combustíveis fósseis.

A análise qualitativa desenvolvida no Capítulo 3 apresentou as variáveis-chave que serviram de base para o levantamento das hipóteses e desenvolvimento dos cenários com horizonte temporal para 2024. Uma das maiores dificuldades encontradas pela maioria dos especialistas e atores entrevistados foi a visualização de um futuro de longo prazo para o álcool combustível.

Os exercícios de modelagem, realizados a partir de dados quantitativos, para explicar a oferta e demanda do álcool combustível, desenvolvidos no Capítulo 4, mostraram-se insuficientes para interpretar o consumo de álcool combustível, evidenciando que outras variáveis, não facilmente modeláveis, interferem na decisão do consumidor, fazendo-se necessário uma análise qualitativa, que utilize os dados quantitativos para dar consistência aos cenários.

O Capítulo 5 apresentou os cenários tendenciais, 1A, 1B e 2, da continuidade, e no Capítulo 6, o cenário 3, normativo, expõe o uso de álcool combustível e a ampliação da oferta de modo sustentável, o que provavelmente somente acontecerá em um ambiente de crescimento da economia nacional com a definição de uma política energética nacional, na qual esteja inserida a participação dos produtos originados da cana-de-açúcar, assim como a determinação de linhas de financiamento para a realização de investimentos necessários para atender à demanda, além de pesquisas e incentivo ao uso de energia renovável.

O cenário 1A mostrou que, mesmo se a economia crescer moderadamente, 2% ao ano até 2024, e o álcool combustível ampliar a sua capacidade de oferta em 2,8% ao ano, e as exportações de álcool anidro não forem superiores a 4 milhões de m<sup>3</sup>, em 2024, haverá escassez de aproximadamente 5 milhões de m<sup>3</sup> de álcool combustível.

No desdobramento do primeiro cenário, o cenário 1B apresenta um crescimento da economia, de 4% ao ano, com as vendas de veículos leves evoluindo a uma taxa anual de 6%. Nesse cenário, a frota nacional de veículos leves praticamente triplica seu volume atual, de 20,3 milhões de veículos para 62,8 milhões de unidades. As vendas de carros *flex* apresentam-se como uma opção interessante para o consumidor. No entanto, na falta de políticas públicas e mecanismos que garantam a oferta de álcool combustível no mercado interno, a demanda deverá ser reprimida a partir de 2010.

A ampliação da oferta, para satisfazer a demanda, representa investimentos em aproximadamente 430 destilarias, conforme estudo para a ampliação da oferta de álcool combustível. É pouco provável que haja interesse em se investir R\$ 60 bilhões num ambiente de incertezas. A euforia pela introdução de uma nova tecnologia pode ser revertida na medida que o consumidor não possa fazer uso das opções por ela apresentada, a exemplo do ocorrido no final da década de oitenta com os proprietários de carros a álcool.

Sem dúvida, o etanol apresenta diversas potencialidades, tanto no mercado interno como no mercado externo. Este último sinaliza seu interesse em adquirir o produto nacional, seja para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, para substituir o MTBE, ou ainda para diversificar a matriz energética visando não depender exclusivamente dos derivados do petróleo. Para o país, a captação de divisas procedentes da exportação é, sem dúvida, interessante, restando saber como serão traduzidos esses ganhos em benefícios para o cidadão.

Entre os aspectos mais relevantes para estas negociações estão, sem dúvida, a manutenção da competitividade e garantia de oferta do álcool combustível, lembrando que o açúcar conquistou um papel importante no mercado internacional e deve mantê-lo ou ainda amplia-lo.

Um dos maiores desafios para o Brasil, no contexto atual de diversas oportunidades que se apresentam para o álcool combustível, é garantir aos investidores internos e externos uma postura confiável e de fornecimento a longo prazo, independente das variações do preço internacional do açúcar. Cabe lembrar que o mercado interno é um potencial que não pode ser desprezado.

## 7.1. O papel do Estado

Uma das lições extraídas deste exercício de cenarização é que a atuação do Estado é um elemento decisivo, mas não necessariamente único, para a concretização de um desenvolvimento sustentável, a exemplo do cenário 3. É necessário haver também uma mudança de valores, alicerçada na educação ambiental.

O Capítulo 2, que traz a retrospectiva do álcool combustível e do papel do Estado, evidenciou que o planejamento executado anterior e na criação do Proálcool, estava alicerçado em um amplo sistema de subsídios. Tratava-se de um planejamento de curto prazo, não médio, nem de longo prazo, restrito ao plano da safra.

Evidenciou-se também a inexistência de um Planejamento Energético Integrado, sem a previsão da demanda e de um sistema de acompanhamento que permitisse antecipar os desajustes entre a oferta e a demanda, carecendo de visão estratégica e tendo, como consequência, desperdícios de recursos.

Na análise prospectiva proposta neste estudo, o papel do Estado é atuante, mais incisivo do lado da demanda, com redução do padrão de consumo, em busca da eficiência energética. É um ambiente no qual existe a concorrência e no qual o Estado mantém um papel ativo importante no planejamento indicativo, interferindo em algumas variáveis econômicas, facilitando a expansão da oferta, e prevendo a expansão da demanda, mas sem a aplicação de um planejamento normativo da oferta, baseado em cotas e forte subsídios.

Na existência de um planejamento efetivo da oferta e mecanismos de garantia de suprimento para o mercado interno, é possível visualizar um futuro para o álcool combustível como sendo um fator que pode vir a contribuir com o desenvolvimento sustentável do país, conforme o cenário 3, apresentado no Capítulo 6. Neste, o crescimento econômico aliado à atuação efetiva do Estado, juntamente com os demais atores, cria uma nova perspectiva, na qual o abismo entre as desigualdades sociais são minimizadas, a distribuição de renda é bem mais equitativa e existe todo um trabalho de conscientização social quanto às questões ambientais.

Desse modo, nasce um novo conceito para o transporte pessoal e coletivo, priorizando o transporte público e os *agrupamentos* ou *pool*. Como consequência, diminui o uso do transporte individual, o que leva a uma redução no uso de combustível e de emissões prejudiciais ao meio ambiente. As cidades buscam redesenhar seu urbanismo com a introdução de transporte público coletivo eficiente, ciclovias, e outras iniciativas que, além dos benefícios da não emissão de GEE, colaboram para o bem estar físico dos cidadãos, diminuindo, conseqüentemente, os gastos com a saúde pública.

A trajetória assistida desde a criação do Programa Nacional do Álcool – Proálcool – indica que a participação ativa do Estado e formação de uma estrutura adequada são necessárias para tornar sustentável um programa de âmbito nacional. A intervenção do Estado deve exercer sua função reguladora como facilitador e financiador de projetos, se necessário, nos distintos mercados alicerçada nos interesses da nação como um todo.

Desse modo, o governo formula políticas públicas em conjunto com as diversas áreas e setores da economia, trata da “dívida social” do país, minimizando a desigualdade social, distribuição de renda, e tem condições de conceder a devida atenção às questões ambientais.

Infere-se que, sem a definição de um planejamento efetivo que congregue os diversos atores, o futuro alvissareiro representado pela cana-de-açúcar e seus produtos, álcool etílico combustível, açúcar, energia elétrica, fica comprometido, com a promessa de que *o Brasil é o país do futuro*, sem que, no entanto, ações específicas tornem esse futuro uma realidade, hoje.



## Referências Bibliográficas

ALSTON, Julian A.; BEACH, E. Douglas (1995) *Market distortions and the benefits from research into new uses for agricultural commodities: Ethanol from corn*. Resource and Energy Economics 18 (1996) 1-29 – ELSEVIER.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO ANP (2004) – *Relatório Mensal de Acompanhamento do Mercado - Álcool Hidratado* - Núcleo de Defesa da Concorrência do Abastecimento (NDC), Janeiro; Rio de Janeiro.

ANNICCHINO, W.(1989) – *Proálcool e a atual conjuntura do setor sucroalcooleiro nacional* – Comissão de Agricultura e Política Rural da Câmara dos Deputados. Junho Brasília, 21 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES-ANFAVEA – (2005) – *Anuário Estatístico da Indústria Brasileira Automotiva 1957-2003*

----- (2005) *Carta Anfavea no.224*, janeiro de 2005. São Paulo

----- (2004) - *Carta da Anfavea*, diversos números. São Paulo

----- (2003) - *Anuário Estatístico da Indústria Brasileira Automotiva 1957-2002*. São Paulo.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, BNDES (2004) –  
“*Álcool : Potencial Gerador de Divisas e Empregos*” – Seminário. Agosto 25 e 26, Rio de  
Janeiro.

----- (2003)–  
*Ampliação da Produção de Etanol e Co-Geração de Energia Elétrica* – Documento para  
discussão de um programa com vistas à exportação de etanol. Julho, Rio de Janeiro

BELIK, Walter (1992) – *Agroindústria Processadora e Política Econômica* – Tese de  
Doutoramento; Instituto de Economia; Universidades Estadual de Campinas; (capítulo 1).

BELODI C.O (1998) - *Uma Visão de Futuro nas Relações de Trabalho da Agroindústria  
Canavieira* – Apresentação no Workshop “Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente  
Institucional: Oportunidades e Desafios” NEA - Instituto de Economia, UNICAMP.

BERG, Christoph (2003) – palestra no *World Ethanol Conference*, Anais...Londres, Novembro.

----- (2000) – *World Production and Trade: Reforms and Sunsidies* – In: *World  
Ethanol 2000, Conference*. Anais...Londres, Novembro

BUONFIGLIO, Antonio (1992) – *Programa de Ajuste da Demanda de Álcool e de Derivados de  
Petróleo* - Dissertação de Mestrado; Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de  
Engenharia Mecânica, Unicamp.

CARVALHO, L. C. C (2002) – *Etanol: Perspectivas do Mercado* – in: *Moraes et Shikida (org)*,  
Agroindústria Canavieira no Brasil. Evolução, Desenvolvimento e Desafios. p 157-181  
Ed.Atlas, São Paulo.

----- (1997) *Mercado nacional e internacional do açúcar e do álcool*. In:  
Semana da Cana-de-açúcar de Piracicaba, 2. *Anais...Piracicaba*, SP: Comissão Organizadora,  
1997. p.16-28.

CIEMAT (2001) - *Grupo de Prospectiva: A Metodologia Delphi* - site: [www.ciemat.com](http://www.ciemat.com).

CHARNET, Reinaldo *et al* (1999) - *Análise de modelos de regressão linear – com aplicações* - Editora da Unicamp, Campinas.

COPERSUCAR – CTC (1997) - *O Efeito Estufa e o Bio Álcool Combustível* – Relatório 05/97 Piracicaba, São Paulo.

----- (2003) - *A História do açúcar no Mundo. História do Açúcar no Brasil*; Academia do Açúcar e do Álcool; site: [www.copersucar.com.br](http://www.copersucar.com.br).

CORTEZ, Luis Augusto Barbosa; GRIFFIN, Michael; SCARAMUCCI, José A.; SCANDIFFIO, Mirna I. Gaya; BRAUNBECK, Oscar A. (2003) - *Considerations on the worldwide use of bioethanol as a contribution for sustainability* - Management of Environmental Quality, Vol. 14 Nr.4. Emerald, West Yorkshire.

COTRIM, Gilberto (1999) - *História e Consciência do Brasil* – Editora Saraiva, Capítulo 6, 7<sup>a</sup>.edição, São Paulo.

DAGNINO, Renato *et al.* (2002) - *Gestão Estratégica da Inovação: metodologias para análise e implementação* - Cabral Editora e Libreria Universitária, Taubate. 350p.

DATAGRO (2004) – *Curva de Sucateamento – Grupo Técnico do Álcool, Comissão Nacional de Energia* – In: Datagro Informativo Reservado Quinzenal, vários números (enviado via correio eletrônico)

----- (2003) – *Controle da Frota e Consumo Específico* – in MAPA/DAA, Estatísticas do setor/Frota Consumo. Janeiro e Maio (enviado via correio eletrônico).

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (1987) – *Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010. Plano 2010 Relatório Geral* – Ministério de Minas e Energia – MME, dezembro, Rio de Janeiro.

DiPARDO, Joseph (2000) – *Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand* – Energy Information Administration, Washington D.C.

ECONOMIA & ENERGIA (2001) – *Matriz Energética e Emissões, Avaliação das Emissões em Veículos Leves* – Nr.25, Mar-Abr; [www.ecen.com/matriz](http://www.ecen.com/matriz)

EFEI ENERGY NEWS (2005) – *Brasil possui frota com mais de 800 mil veículos movidos a GNV* - Edição [www.energynews.efei.br](http://www.energynews.efei.br), Ano 6 N.417 – Edição 050101 – Janeiro de 2005.

FORUM BRASILEIRO DE MUDAÇAS CLIMÁTICAS, FBMC (2002) - *Mudanças Climáticas – Guia de Informação* - Brasília, D.F.

----- (2002)-*7a. Conferência das Partes (COP7) – Os Acordos de Marraqueche* - Brasília, D.F.

FURTADO, André Tosi (1985) – *A crise energética mundial e o Brasil*, Novos Estudos, no. 11, janeiro, p.17-19.

----- (1983) - *Energie de la Biomasse et Style de Developpement – Leçons du Programme Proálcool au Bresil* - Tese de Doutorado, Universite de Paris I Pantheon-Sorbonne.

GEPLACEA – Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (1999) – *Proyecto Promoción de Programas de Alcohol Carburante* – Reporte Final, São Paulo.

GODET, Michel (1979) - *The Crisis in Forecasting and the Emergence of the “Prospective” Approach – with Case Studies in Energy and Air Transport* - Pergamon Press Inc., U.S.A.

----- (1983) – *Méthode des Scénarios* – Ed. Futuribles, novembro.

GOLDEMBERG, José; THOMAS B. Johansson (Editors, 1995) – *Energy as an Instrument for Socio-Economic Development* –United Nations Development Programme, New York, NY.

GOLDEMBERG, José. *et al* (1988) – *Energy for a Sustainable World* – Wiley Eastern. New Dehli.

GOLDEMBERG, José; JOHANSSON, Thomas; REDDY, Amulya, K.N.; Williams, Robert, H. (1987) – *Energy for Development* – World Resources Institute, A Center for Policy Research, September, Washington, D.C.

GRAZIANO DA SILVA, José (coord.) (1999) – *Política para o setor sucroalcooleiro frente à crise – uma proposta alternativa para o estado de São Paulo* – Diretório Regional do PT de São Paulo, Agosto. 44p.

GUARNIERI, Laura C.; NUNES, Edewal R.F. (1985) – *Alternativas da Demanda de Álcool com Relação à Capacidade Instalada* – Governo do Estado de São Paulo; Conselho Estadual de Energia (CEE); Grupo de Análise do Álcool. São Paulo, 52p.

GUEDES, Sebastião Neto Ribeiro et al. (2002) – *Passado, Presente e Futuro da Agroindústria Canavieira do Brasil: uma Reflexão a partir da perspectiva do Desenvolvimento Sustentável*. In Moraes et Shikida (org.). *Agroindústria Canavieira no Brasil. Evolução, Desenvolvimento e Desafios*. p 308-326 Ed.Atlas, São Paulo.

HERRERA, Amilcar Oscar *et al.* (1994) – *Las Nuevas Tecnologías y el futuro de América Latina: riesgo y oportunidades* – sección II: La Nueva Estrategia de Desarrollo para América Latina., Ed. México, D.F. Siglo Veintinuno; Tóquio: Universidad de las Naciones Unidas, 358p.

HETMAN, François (1973) - *Society and the assessment of technology. Premisses, concepts, methodology, experiments, areas of application* –

HINOSTROZA SUÁREZ, Miriam Liliana (2000) - *Política Energética e Desenvolvimento Sustentável: Taxa sobre o Carbono para Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil* – Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (2003) – *Relatório Técnico no. 45.745 Anexo C. Taxa de Sucateamento de veículos, p.111/120*. São Paulo.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA (2000) – site [www.iea.org/](http://www.iea.org/)

JANNUZZI, Gilberto M. (2000) – *Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado* – Editores Autores Associados, Campinas.

KAPLAN, Seymour (1983) - *Energy Economics, Quantitative Methods for Energy and Environmental Decisions* – Chapter 4. McGraw Hill, Inc. New York.

MACEDO, Isaías de Carvalho; LIMA, Manoel Regis Verde Leal; RAMOS da SILVA, José Eduardo Azevedo (2004) – *Assessment of Greenhouse Gas Emissions in the Production and Use of Fuel Ethanol in Brazil* – Governo do Estado de São Paulo, Março.

----- (2001) - *Commercial Perspectives of Bio-Alcohol in Brazil* – First World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry, June, Sevilla.

----- (1998) - *Greenhouse gas emissions and energy balances in bio-ethanol production and utilization in Brazil* – Biomass and Energy, 14 (1): 77-81.

----- (1995) – *Converting Biomass to Liquid Fuels: Making Ethanol from Sugar Cane in Brazil* – in *Energy As An Instrument for Socio-Economic Development, Part III* – United Nations Development Programme, New York, NY.

MAGALHÃES, João Paulo de Almeida; KUPERMAN, Nelson; MACHADO, Roberto Crivano (1991) – *Proálcool : Uma Avaliação Global* – Xenon Editora e Produtora Cultura, Rio de Janeiro, RJ.

MANCINI Eugênio Miguel Scheleder (1998) – *A Questão do Álcool Combustível* – Workshop “Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional: Oportunidades de Desafios” Núcleo de Economia Agrícola, Instituto de Economia Agrícola, UNICAMP.

MELO, Fernando Homem de; FONSECA, Eduardo Giannetti da (1981) – *Proálcool, Energia e Transportes* - Pioneira, FIPE, São Paulo.

MIGUEZ, José Domingos Gonzalez (2002) – *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: a resposta e as perspectivas brasileiras* – Simpósio “Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: os próximos Vinte Anos” 18-20 fevereiro, Unicamp, Campinas.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2003) – Secretaria de Produção e Comercialização – *Departamento do Açúcar e do Álcool* - MAPA/DAA– Estatísticas, Brasília, D.F.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, MCT (2002) - *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Guia de Orientação* – Brasília, D.F.

----- (2001) - *Convenção sobre Mudança do Clima – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM) no Brasil; Inventário da Emissão de Gases de Efeito Estufa Setor de Transporte Rodoviário Veículos Leves Brasil- 1990-1994 (Frota Nacional Circulante)*; Brasília, D.F.; [www.mct.gov.br/comunic\\_old/veiculos.htm](http://www.mct.gov.br/comunic_old/veiculos.htm)

----- (2001) *Protocolo de Quito – à Convenção sobre Mudança do Clima* - Brasília, D.F.

----- (1999) - *Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima* - Brasília, D.F.

-----/ PNUD(1999) – *Frota de Veículos diesel no transporte rodoviário* - Economia & Energia; Equipe E&E; Ano III – No.16; set-out.; revisado em julho/2003; [www.ecen.com/eee16/frotabr.htm](http://www.ecen.com/eee16/frotabr.htm)

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME (2004;2003) – *Balanco Energético Nacional – BEN*, Ano Base 2003, 2002 Brasília, D.F.

----- (2003) – *Proposta de Modelo Institucional do Setor Elétrico*, junho, site: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br) Brasília, D.F.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de (2000) - *A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro do Brasil* – Caminho Editorial, Americana, SP.

----- ; SHIKIDA, Pery Francisco Assis (Org.; 2002) – *Agroindústria Canavieira no Brasil – Evolução, Desenvolvimento e Desafios* – Editora Atlas S.A., São Paulo.

MOREIRA, José Roberto (2002) *Land Uses: Biomass For Food And Fuel In Brazil – The Next 20 Years* - Conferência “Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: Os Próximos 20 anos”. 18-20 fevereiro, Unicamp, Campinas.

----- (2000) - *Ethanol from cellulosic materials in Industrial Uses of Biomass Energy – The Example of Brazil (2000)* p. 228-238, Taylor & Francis, London.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY- NREL (1999) Biofuels – *Ethanol for Sustainable Transportation* – Produced for the U.S. Department of Energy (DOE), August.

NIJKAMP, Peter & PERRELS, Adriaan (1994) – *Sustainable Cities in Europe, A Comparative Analysis of Urban Energy – Environmental Policies*. Earthscan Publications Limited, London.



- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de (1999) – *Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologias e Práticas* – Ed. Atlas, 10<sup>a</sup> ed., São Paulo.
- PAMPLONA, Confúcio (1984) – *PROÁLCOOL – Impacto em termos Técnico-Econômicos e Sociais do Programa no Brasil* – Ministério da Indústria e do Comércio; Instituto do Açúcar e do Alcool. Belo Horizonte
- PEREIRA, Armand F. (1986) – *Ethanol, Employment and Development: Lessons from Brazil* – International Labour Office, Geneva
- PINTO JR. Helder Q.; SILVEIRA, Joyce Perin (1999) – *Elementos de Regulação Setorial e de Defesa da Concorrência: uma Agenda de Questões para o Setor de Energia* – Nota Técnica No. 006, Agência Nacional do Petróleo, maio. Rio de Janeiro.
- PORTO, C.; NASCIMENTO, E.; BUARQUE, S.C. (2001) - *Cinco Cenários para o Brasil: 2001 – 2003* - Nórdica Editores, Rio de Janeiro, 174p.
- RAMOS, Pedro (1998) – *Agroindústria Canavieira e Propriedade Fundiária no Brasil* – Huitec, São Palo.
- RASK, Kevin, N. (1998) – *Clean air and renewable fuels: the market for fuel ethanol in the US from 1984 to 1993* – Energy Economics 20 (1998) 325-345, ELSEVIER
- RENEWABLE FUEL ASSOCIATION (RFA) – .site: [www.ethanolrfa.org](http://www.ethanolrfa.org)
- Replacing MTBE with ethanol in Reformulated Gasoline (2002)*
- Establishing a Renewable Fuels Standard as Part of National Energy Policy*
- The Federal Ethanol Program*
- Modifications are Needed to Make the Small Ethanol Producer Credit Workable for Farmers*
- The Voice of the Ethanol Industry (2002).*
- Ethanol Industry Outlook – Clean Air, Clean Water, Clean Fuel, February 2001.*

ROSILLO-CALLE, Frank; BAJAY, Sergio V; ROTHMAN, Harry (2000) – *Industrial Uses of Biomass Energy – The Example of Brazil* – Taylor and Francis, London and New York.

SANTOS, Maria Helena de C. (1993) - *Política e Políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool*, ed. Notrya, Rio de Janeiro.

SCANDIFFIO, Mirna Ivonne Gaya; FURTADO, André Tosi (2004) – *Elaboração de um Modelo da Demanda para o Álcool Combustível Nacional* – X Congresso Brasileiro de Energia, COPPE, PPE. Anais.. Rio de Janeiro, outubro.

----- (2004)-*A Liderança do Brasil em Fontes Energéticas Renováveis: Uma Visão De Longo Prazo* – ANPPAS, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Indaiatuba.

----- (2003)-*Álcool Etílico e Política Energética: os limites da liberalização econômica para a promoção de fontes renováveis* - III Seminário de Economia do Meio Ambiente: Regulação Estatal e Auto-Regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. 13 e 14 de maio; Instituto de Economia, Unicamp.

SCHWARTZ, Peter (1995) - *A Arte da Previsão* - Página Aberta Editores, São Paulo. (*The Art of Long View* – Relatório Shell).

SCHWARTZ, Peter; REYDEN, Peter; HYATT, Joel (1999) – *The Long Boom – a Vision for the Coming Age of Prosperity* – Perseus Books, Massachusetts.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis (1998) – *A Evolução diferenciada da Agroindústria Canavieira no Brasil de 1975 a 1995* – Edunioeste, Cascavel.

SINÍCIO, Marcos Fernandes (1997) – *Produção e Utilização do etanol como carburante: países que se destacam neste setor e recentes desenvolvimentos tecnológicos internacionais* – Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas.

SUGAR YEARBOOK (1994) – *Sugar Yearbook*, London.

SZMRECSÁNYI, Tamas (1979) – *O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil (1930-1975)* – Universidade Estadual de Campinas; HUCITEC, São Paulo.

SZWARC, Alfred (2004) - *Environmental Aspects of Fuel Ethanol Use in Brazil* in *Ethanol Production and Use* – Julho 14-18, Piracicaba.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO - UNICA (2004) – *Açúcar e Álcool no Brasil – Commodities de Energia e do Meio Ambiente* - Christo, Manesco & Associados/Pancrom, São Paulo.

------(2003) - Álcool Combustível, Produção. Site [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

------(2002)– *Portal Unica* – site: [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP (2002) - *Global Environment Outlook GEO-3* - Cap.1: *Integrating Environment and Development: 1972-2002* e Cap. 4: *Outlook 2002-2032*;

URIA, Luis Adalberto Barbosa; SCHAEFFER, Roberto (1997) - *Efeito Radioativo das Emissões de Gases de Efeito Estufa por Parte de Automóveis no Brasil* – Revista Brasileira de Energia, Vol. 6, Nr. 1, 1º. Semestre.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - Office Fuels Development (2000) *A Bridge to the Corn Ethanol Industry* - (also: [www.ott.doe.gov/ofd](http://www.ott.doe.gov/ofd))

VARIAN, Hal R. (2000) *Microeconomia: princípios básicos* – Capítulo 15, Demanda de Mercado. Editora Campus, Rio de Janeiro.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas (2002) – *Inércia e Mudança Institucional: Estratégias Competitivas do Complexo Agroindustrial Canavieiro no Centro-Sul do Brasil* – Tese de Doutorado; Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas.

WACK, Pierre (1985) - *Scenarios: Uncharted Waters Ahead* – Harvard Business Review No. 85516 set-out.

WONNACOTT, T. & WONNACOTT, R. (1981) - *Estatística Aplicada à Economia e à Administração* - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A ., Rio de Janeiro.

ZACKIEWICZ, Mauro (2000) – *A Definição de Prioridades de Pesquisa a partir da Abordagem de Technological Foresight* – Dissertação de Mestrado; Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Capítulo 2.

## Anexo I

### Informação complementar ao Capítulo 2 – Protocolo de *Kyoto*

O Quadro a seguir apresenta, de forma sucinta, a evolução das questões ambientais globais, visando o entendimento do surgimento do Protocolo de *Kyoto*, tendo como principal fonte dos dados, o estudo das Nações Unidas, UNEP, 2002.

Conforme apontado nesse estudo, embora as questões ambientais sempre tivessem sido importantes para o ser humano, o equilíbrio entre o homem e o meio ambiente assumiu uma dimensão internacional somente a partir da década de cinquenta. Desde então diversos autores debruçaram-se sobre o assunto. No final da década de sessenta, o Ocidente apontou diretamente para os países comunistas do Leste Europeu, os quais estariam devastando o meio ambiente em nome da industrialização, e cuja poluição estaria afetando os demais países europeus. Para os países em desenvolvimento, as questões ambientais eram vistas como “luxo ocidental”.

No início dos anos 70, a atenção estava voltada para as questões da biodiversidade do meio ambiente, por exemplo, vida selvagem, conservação do solo, poluição da água; degradação da terra e desertificação- e o ser humano era considerado a causa dos problemas. No Ocidente – ainda – existem dois grupos de pensamento sobre as causas da degradação do meio-ambiente: uma escola apontava a ambição e a busca desenfreada do crescimento econômico; a outra, colocava a culpa no crescimento da população (Stanley Foundation, 1971). Estes pontos de vista foram reunidos no modelo computacional conhecido como “Clube de Roma” (Os limites do Crescimento: “o mundo entrará em colapso no ano 2000”)

A década de noventa foi marcada pela busca crescente de entender o conceito, significado e implicações do desenvolvimento sustentável, acompanhado pelo acirramento da “globalização”, principalmente no que diz respeito ao comércio e tecnologia. No entanto, enquanto as economias industrializadas se beneficiavam do progresso e intercâmbio tecnológico, apenas algumas nações em desenvolvimento foram beneficiadas; crescem as desigualdades econômicas e sociais. Aumentou-se a percepção da existência de problemas globais que precisam de soluções internacionais.

O Protocolo de *Kyoto*: estabelece três mecanismos para o cumprimento da redução das emissões dos GEE:

- i) *Joint Implementation* – implementação conjunta das UREs (unidades de redução de emissões) entre os países do Anexo I;
- ii) *Emission Trading* : Comércio de emissões entre as Partes do Anexo I .
- iii) *Clean Development Mechanism/ CDM* (MDL, Artigo 12 do Protocolo): negociações entre países não incluídos no Anexo I e Anexo I.

### **Evolução dos acordos internacionais sobre o meio ambiente (1972-2004)**

<b>Data</b>	<b>Evento / Local</b>	<b>Principais aspectos</b>
Junho de 1972	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente</li> <li>▪ Estocolmo, Suécia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Colocou a questão do meio ambiente como algo importante a nível internacional.</li> <li>▪ Reuniu países desenvolvidos e em desenvolvimento;</li> <li>▪ “A pobreza é a pior forma de poluição” Indira Ghandi.</li> <li>▪ Declaração de Estocolmo: 26 Princípios : Plano de Ação com 109 recomendações</li> </ul>
1972	Nasce o Programa para o Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP)	
1977	Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação. Nairobi, Kenya	
Fev/1979	Primeira Conferência sobre o Clima; Genebra, Suíça.	Emissões antropogênicas de CO <sub>2</sub> poderiam causar efeitos de longo prazo no clima. (Svate Arrhenius, cientista sueco, alertou o mundo - em 1896 - sobre o “efeito estufa”)
1987	Adoção do Protocolo de Montreal para substâncias que destroem a camada de ozônio	Implementa a Convenção de Viena. CHCs – clorofluorcarbonos : um dos mais importantes gases industriais
1987	Publicado o relatório a Comissão Brundtland “Nosso Futuro Comum” do World Commission on Environment and Development (WCED, 1983)	Publica a idéia de desenvolvimento sustentável: “ <i>desenvolvimento que vai de encontro às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades</i> ”. A comissão concluiu que as estruturas dos tomadores-de-decisão e os arranjos institucionais existentes, tanto nacionais como internacionais, simplesmente não poderiam suprir as demandas do desenvolvimento sustentável.
1988	Resolução das Nações Unidas reconhece as mudanças climáticas como “uma preocupação da humanidade”	
1989	Queda do Muro de Berlim; Alemanha	

1989	Estabelece o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)	Formados três grupos de trabalho científico: i) <i>mudanças climáticas</i> ; ii) <i>meio ambiente</i> <i>impactos sócio-econômicos</i>
1989	Entra em vigor o Protocolo de Montreal	182 países (partes) em Dec/2001. Um dos maiores exemplos de sucesso de cooperação internacional para o meio ambiente.
1990	Segunda Conferência Mundial sobre Clima. Genebra, Suíça	
1990	Conferência sobre o Meio Ambiente; Bergen, Noruega	Preparativos para o encontro de 1992, no Rio de Janeiro
1991	Guerra do Golfo	Aprox. 67 milhões de barris de petróleo foram incendiados;
1991	Criado o Global Environmental Facility (GEF): UNEP+UNDP+Banco Mundial	Colaboração financeira para países em desenvolvimento e “em transição” para programas ecológicos; Reestruturado em mar/1994; 155 países participantes
Junho, 1992	Cúpula Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (The Earth Summit); Rio de Janeiro, Brasil	Presença marcada por 176 chefes de estado; 10.000 representantes governamentais; 1.400 NGO's; 9.000 jornalistas. ▪ Agenda 21: Plano de ação contendo 40 capítulos.
1992	Adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC)	Entrou em vigor em 1994(186 membros, dez/2001) ▪ Estabilizar a emissão de Gases Efeito Estufa ▪ “responsabilidade comum, porém diferenciada” ▪ a maioria das emissões de GEE são provenientes dos países industrializados.
1997	Cúpula Rio + 5	Revisão da implementação da Agenda 21.
1997	Adotado o Protocolo de <i>Kyoto</i> ; Japão	Fixa reduções de emissões de seis gases: CO <sub>2</sub> ; CH <sub>4</sub> ; N <sub>2</sub> O; HFCs, PFCs e SF <sub>6</sub> . para os países incluídos no Anexo I. Metas a serem atingidas entre 2008 e 2012 (valor de ref. de 1990): UE:- 8%; EUA:-7%; Japão:-6%.
16/março 1998	Protocolo de <i>Kyoto</i> aberto para assinaturas	Entrará em vigor 90 dias após assinatura de pelo menos 55 países, entre os quais devem constar países do Anexo I que representam ao menos 55% do total das emissões CO <sub>2</sub> em 1990.
1999	População mundial chega aos 6 bilhões de habitantes.	

2000	Conferência de Cúpula do Milênio; Nova York/ EUA.	Kofi Annan: reconhecimento da importância das questões sobre meio-ambiente; as ações, no entanto, não progrediram.
2001	Estados Unidos - responsável por 36% das emissões GEE ao ano de 1990 - anuncia sua decisão de não ratificar o Protocolo de <i>Kyoto</i> ;	
<b>Julho/2001</b>	COP 6, parte II Bonn, Alemanha	Forte teor político devido à decisão dos EUA de não ratificar o protocolo de <i>Kyoto</i> .
Set/2001	Ataque terrorista destrói o World Trade Center/NY e atinge o Pentágono/DC	
Nov/2001	7a. Conferência das Partes (COP7) da UNFCCC; Marraqueche, Marrocos	Elaborados os Acordos de Marraqueche: determinação de grande parte dos países em garantir a manutenção e integridade dos Protocolo de <i>Kyoto</i> . Regulamento do MDL.
2002	Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável Johannesburg, África do Sul	Proposta brasileira: 10 % de energia renovável na matriz energética mundial em 2012 (Prof. Goldemberg).
Nov/2004	Ratificação do Protocolo de <i>Kyoto</i> pela Federação Russa	Entrada em vigor do Protocolo 90 dias após a sua assinatura, isto é, 16 de fevereiro de 2005.

**Fonte: Elaboração própria a partir de:**

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP (2002)

*Global Environment Outlook GEO-3 - Cap.1: Integrating Environment and Development: 1972-2002;*

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA –

*Convenção sobre Mudança do Clima – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil (2001);*

*Protocolo de Quito – à Convenção sobre Mudança do Clima (2001);*

*Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima (1999);*

*O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Guia de Orientação (2002)*

FORUM BRASILEIRO DE MUDAÇAS CLIMÁTICAS (FBMC)

*Mudanças Climáticas – Guia de Informação (2002)*

7a. Conferência das Partes (COP7) – Os Acordos de Marraqueche (2002)



# ANÁLISE PROSPECTIVA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL

## Anexo II

### Questionário, Análise Qualitativa

Prezados Senhores e Senhoras:

Encontra-se em anexo um questionário, cujo objetivo é obter informações principalmente **qualitativas** - quanto à visão e estratégias dos diversos atores envolvidos na questão do futuro do álcool combustível nacional, com a finalidade de elaborar cenários de longo prazo, os quais poderão nortear as ações do presente. Estas ações, ou a omissão destas, serão refletidas na demanda futura e oferta do álcool combustível.

As informações aqui contidas serão usadas na tese de doutorado intitulada **“Análise Prospectiva do Álcool Combustível no Brasil”**, da autora deste questionário, MSc. Mirna Ivonne Gaya Scandiffio, Departamento de Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, sob orientação do Prof. Dr. André Tosi Furtado.

Solicita-se a gentileza de retornar este questionário, via e-mail, devidamente preenchido, na brevidade possível e, conforme combinado, a autora entrará em contato para marcar uma entrevista, e dirimir possíveis dúvidas.

**Sigilo: é assegurado total sigilo das informações solicitadas, podendo ser divulgadas somente de maneira agregada, não permitindo a identificação dos entrevistados.** Assim sendo, a sua colaboração é de extrema importância, pela qual agradecemos antecipadamente, colocando-nos à disposição para quaisquer informações adicionais que julgar necessário.

Atenciosamente,

---

MSc. Mirna Gaya Scandiffio  
Planejamento de Sistemas Energéticos  
Faculdade de Engenharia Mecânica/UNICAMP

Nome: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Tel. Contato/Celular: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP/Cidade/UF: \_\_\_\_\_

Cargo/Função: \_\_\_\_\_

Tempo no Cargo/Função: \_\_\_\_\_

Local, data e assinatura.

## ANÁLISE PROSPECTIVA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL

### QUESTÕES:

**1. Diagnóstico:** Em poucas palavras, qual o seu diagnóstico para a atual situação do álcool combustível nacional.

---

---

---

---

---

**2. Estratégia atual:** Qual a sua estratégia considerando-se a atual situação do álcool combustível.

---

---

---

---

---

**3. Atores:** Avalie por grau de importância de 10 a 0 (10=mais importante) a atuação de cada ator para uma efetiva reativação do uso do álcool combustível.

_____ Academia (universidades)	_____ Governo
_____ Produtores de Álcool	_____ Concessionárias (automóveis)
_____ Instituições bancárias	_____ Opinião Pública
_____ ONG's	_____ Outro: _____
_____ Fabricantes de Automóveis	

**4. Germes de Futuro:** Quais mudanças importantes, nas áreas mencionadas a seguir, podem afetar o futuro do álcool combustível nacional:

Tecnologia: \_\_\_\_\_.

Governo: \_\_\_\_\_.

Institucional: \_\_\_\_\_.

Social: \_\_\_\_\_.

Outro(s): \_\_\_\_\_.

## ANÁLISE PROSPECTIVA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL

**5. Variáveis-chave:** Avalie de 10 a 0, em ordem decrescente (10=mais importante), a influência dos componentes abaixo citados para a reativação do uso do álcool combustível nacional

- |  |  |
|--|--|
| _____ PIB <i>per capita</i> ;  | _____ Linha de crédito especial para aquisição de novos equipamentos para os produtores/ usinas; |
| _____ Preço do automóvel;  | _____ Preço da gasolina;   |
| _____ Incentivos fiscais para o consumidor (IPI reduzido; diminuição do IPVA para auto-móveis a álcool); | _____ Preço do diesel;   |
| _____ Linha de crédito especial para compra de carros a álcool;  | _____ Preço do açúcar no mercado internacional;  |
| _____ Outro: _____   | _____ Taxa de câmbio   |

**6. Exportação:** Avalie de 10 a 0 (10 = mais importante), os mercados potenciais para o álcool combustível do Brasil, nos próximos 20 anos:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| _____ América Latina (exceto Mercosul); | _____ Oriente Médio; |
| _____ Mercosul;                         | _____ Japão;         |
| _____ Estados Unidos da América;        | _____ China;         |
| _____ Canadá;                           | _____ Outro: _____   |
| _____ Comunidade Européia;              |                      |

**7. Barreiras.** Avalie de 10 a 0 (10=maior impedimento), os maiores impedimentos para o Brasil tornar-se exportador potencial do álcool combustível

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| _____ Protecionismo Norte-americano; | _____ Questões sociais internas;                         |
| _____ Protecionismo Europeu;         | _____ Preço do açúcar internacional;                     |
| _____ Uso da terra no Brasil;        | _____ Preço do álcool acima de 75% do preço da gasolina; |
| _____ Outro: _____                   |  |

**8. Estratégia vs Cenários.** Qual seria a primeira mudança na **sua** atual estratégia em relação aos seguintes cenários:

**8.1. Cenário 1: Cenário da Continuidade** – Morte Parcial do Álcool Combustível; sucateamento da atual frota de carros a álcool. **Mudança:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**8.2. Cenário 2: Cenário Externo Favorável:** Estadistas de países desenvolvidos (principalmente EUA) potencializam as questões ambientais; passam a importar o álcool combustível nacional ou subsidiam a produção e uso de álcool hidratado no Brasil. **Mudança:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANÁLISE PROSPECTIVA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL

**8.3. Cenário 3: Desenvolvimento Sustentável:** O Brasil não somente exporta álcool combustível mas, também, revitaliza o uso interno do álcool combustível no país de forma. Os diferentes atores - governo, empresas (montadoras), produtores (usinas), instituições (bancos), sociedade (consciência ambiental) - canalizam suas ações e decisões em pró do desenvolvimento sustentável; **Mudança:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

**9. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).** Avalie de 10 a 0 (10 mais importante), os seguintes tópicos:

- \_\_\_\_\_ viabilidade de implementação do MDL no Brasil;
- \_\_\_\_\_ atuação da esfera política-governamental para a implementação do MDL no Brasil;
- \_\_\_\_\_ atuação do Ministério de Ciências e Tecnologia quanto à disseminação sobre o MDL.
- \_\_\_\_\_ atuação do BNDES para o repasse de verbas;
- \_\_\_\_\_ interesse de obtenção do MDL por parte das empresas; apresentação de projetos elegíveis.
- \_\_\_\_\_ Outro: \_\_\_\_\_

**9.1.** Sendo o seu projeto/empresa elegível para o MDL, qual será a fonte de compensação de carbono:

\_\_\_\_\_ .

**9.2** Qual a vida útil do projeto: \_\_\_\_\_ .

**9.3.** Quais os benefícios sociais esperados com a obtenção do MDL : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

**9.4.** Probabilidade de sua empresa/projeto ser elegível para o MDL (0-10) \_\_\_\_\_ .

**10. Seus comentários para a elaboração de um cenário consistente para os próximos 20 anos:**

**10.1** Reativação do uso do álcool como combustível : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

**10.2.** : Sustentabilidade do uso e produção do álcool combustível : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

**10.3 :** Financiamento para o setor sucro-alcooleiro \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ .

**10.4.** Qual o tamanho da frota de carros a álcool que viabilizaria a continuidade do consumo de álcool hidratado?

▪ quantidade de carros a álcool: \_\_\_\_\_ .

▪ percentual do total da frota de carros no país: \_\_\_\_\_ .

**10.5 :** Outro: \_\_\_\_\_ .

## **ANÁLISE PROSPECTIVA DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL**

### **11. Sobre a Usina:**

- 11.1 Capacidade produtiva atual de **açúcar** (toneladas): \_\_\_\_\_ .
- 11.2 Desse montante total, quanto é destinado à exportação (%) : \_\_\_\_\_ .
- 11.3 Capacidade produtiva atual de **álcool** (litros): \_\_\_\_\_ .
- 11.4 Percentual dedicado à produção de álcool anidro: \_\_\_\_\_ .
- 11.5 Percentual dedicado à produção de álcool hidratado: \_\_\_\_\_ .
- 11.6 Desse montante total, quanto é destinado à exportação: \_\_\_\_\_ .
- 11.7 Havendo um aumento significativo da demanda de álcool hidratado - mantendo a atual produção de açúcar e álcool anidro – quantos litros a mais estima que poderia produzir com a atual estrutura? \_\_\_\_\_ .
- 11.8 E para uma nova estrutura, quais os equipamentos essenciais a serem adquiridos: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .
- 11.9 Capacidade produtiva esperada com a nova estrutura (álcool) \_\_\_\_\_ .

### **12. Financiamento:**

- 12.1 Precisa de financiamento para ampliar a atual estrutura: ( ) Sim ( ) Não.
- 12.2 Prazo de financiamento previsto: \_\_\_\_\_ .
- 12.3 Qual o custo marginal de longo prazo \_\_\_\_\_ .
- 12.4 Instituições mais indicadas para financiar esses equipamentos; porque: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .
- 12.5 De 1 a 10, qual nota para a atuação do BNDES \_\_\_\_\_ .
- 12.6 Maior impedimento para a reativação do álcool combustível: \_\_\_\_\_ .
- 12.7 Qual a ação prioritária para dirimir esse impedimento: \_\_\_\_\_ .

13. Qual a sua expectativa de crescimento de carros a álcool no Cenário 3 – para os próximos 20 anos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .

**Outros comentários/observações pertinentes:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ .

Muito obrigada.

### **Anexo III**

#### **Informação complementar ao Capítulo 4, Modelo Quantitativo**

Na modelagem econométrica/uso final utilizou-se conceitos básicos sobre regressões estatísticas, incluindo parâmetros de análise e avaliação da qualidade dos ajustes obtidos, conforme Wonnacot & Wonnacot (1981).

A evolução comportamental de um dado parâmetro pode ser associada a um outro, ou mesmo a um conjunto de outros parâmetros. Uma exemplificação típica pode ser definida na área agrícola, onde a safra de uma dada cultura, batata por exemplo, depende, entre outros parâmetros, da quantidade de fertilizante aplicada à terra no período de crescimento da planta. Essa associação pode ser representada graficamente plotando-se em um simples diagrama bidimensional o conjunto de dados correspondente às observações feitas entre a quantidade de fertilizante aplicada (X) e a colheita obtida (Y).

Uma equação poderia ser definida, relacionando esses dois parâmetros. A estimativa dessa equação é geometricamente equivalente a ajustar uma curva aos dados dispersos no diagrama. Isto é o que se chama regressão de Y (safra) sobre X (fertilizante). Como modelo matemático simples, tal relação pode ser útil como descrição breve e precisa da correlação entre esses dois parâmetros, ou ainda como meio de estimativa da safra de batatas a partir de uma certa aplicação de fertilizante, desprezado o efeito de todos os demais parâmetros que afetam a safra. Se o modelo matemático associa uma variável dependente a uma única variável que explica seu comportamento, e por isso chamada variável explanatória, ou independente, tem-se uma regressão simples.

Se a explicação do comportamento da variável dependente é feita em uma associação com duas ou mais variáveis explanatórias, tem-se um modelo de regressão múltipla. Por outro lado, se a estimativa da equação entre as variáveis dependente e independentes equivale geometricamente ao ajuste de uma reta entre os pontos, tem-se um modelo de regressão linear. A maioria dos "softwares" estatísticos disponíveis para o ajuste e análise dessas regressões só são capazes de efetuar ajustes lineares, restando ao analista a alternativa de "linearizar" a relação matemática

entre as variáveis quando a distribuição das observações claramente evidencia um comportamento não linear.

Uma questão importante está associada à qualidade do ajuste, ou em outras palavras, à precisão com que o modelo matemático consegue reproduzir os dados da observação tomada como base para a definição da própria equação de ajuste. A diferença entre o valor observado  $Y_i$  e o valor ajustado  $Y_a$  é definida como erro, ou desvio. Um bom ajuste é obviamente aquele em que o erro total é minimizado, isto é, a soma dos desvios entre as estimativas e suas respectivas observações é minimizada. Para evitar que desvios positivos e negativos sejam cancelados, o método mais usual de ajuste estabelece a solução pelo procedimento dos Mínimos Quadrados, onde a somatória do quadrado dos erros é minimizada.

De posse de um conjunto de dados, que reflete observações da variável dependente e de uma ou mais variáveis explanatórias, é possível, então, a definição de uma regressão através do procedimento de ajuste de uma reta, ou de uma função linearizada, em que os desvios entre observações e ajuste são minimizados. É legítimo, então, o questionamento de quão preciso é o ajuste obtido: mesmo com a minimização dos desvios, é possível que a qualidade do ajuste seja ruim, e, conseqüentemente, o uso desta regressão como modelo de previsão da variável dependente pode ser inadequado. A Estatística define uma série de parâmetros úteis à análise de regressões e avaliação da qualidade dos ajustes obtidos. Estes parâmetros são relacionados a seguir.

### **Coefficiente de correlação múltipla - $R^2$ :**

É um índice global que aponta quão bem a variável dependente é explicada pelas variáveis explanatórias, ou regressores. Em um procedimento de ajuste tal parâmetro também auxilia na análise da contribuição, ao ajuste propriamente dito, de cada variável explanatória adicional que é introduzida ao modelo. Tomado um conjunto de observações da variável dependente  $Y_i$ , existe um valor médio associado a esses valores  $Y_m$ , de tal forma que a somatória de  $(Y_i - Y_m)^2$  pode ser interpretada como a variação total da variável dependente  $Y$ . Por outro lado, a definição de um ajuste ao conjunto de dados da associação observada entre  $Y$  e as variáveis explanatórias utilizadas  $X_i$ , permite a estimativa  $Y_a$ , onde:  $Y_a = a + b(X_i)$ . A somatória

dos desvios de  $Y_a$  em relação ao valor médio  $Y_m$ , isto é, somatória de  $(Y_a - Y_m)^2$ , pode ser interpretada como a variação explicada por todos os regressores.

Assim, a relação entre a variação explicada por todos os regressores e a variação total das observações pode ser utilizada como uma medida de qualidade do ajuste efetuado:  $R^2 = \text{somatória } (Y_a - Y_m)^2 / \text{somatória } (Y_i - Y_m)^2$ .

O coeficiente de correlação  $R^2$  varia entre zero e um. Note-se que  $R^2 = 1$  se, e somente se,  $Y_a = Y_i$ , isto é, se todos os valores ajustados forem exatamente coincidentes com os valores observados. O coeficiente de correlação múltipla expressa a porcentagem da variação explicada pela regressão. Obviamente quanto maior for o  $R^2$  de uma regressão, mais preciso é o ajuste obtido entre a variável dependente e as variáveis explanatórias, aumentando-se a chance de que tal regressão possa ser utilizada de forma mais precisa como modelo de previsão da variável dependente.

### **Grau de significância dos coeficientes da equação de regressão**

O procedimento de ajuste de uma equação de reta correlacionando a variável dependente à uma ou mais variáveis explanatórias é feito de forma a que os coeficientes da equação ajustada indiquem um valor médio em torno de uma certa dispersão de pontos. Estatisticamente a equação de ajuste  $Y_a = a + b(X_i)$  tem dois estimadores,  $a$  e  $b$ , com valores médios definidos e uma certa variância amostral. Em termos práticos, quanto maior for o valor estimado do coeficiente em relação à sua variância, mais certeza tem-se da significância do regressor  $X_i$  quanto ao ajuste obtido.

Essa verificação está estatisticamente associada a um teste de hipótese, e permite ao analista aceitar ou refutar a inserção de um certo regressor ao modelo de previsão de  $Y$ . Neste trabalho, os testes de hipótese acima referenciados foram feitos dentro da significância 90%, o que vale dizer que foram mantidas nas regressões todas as variáveis explanatórias cuja relação valor médio/variância amostral estavam acima do valor correspondente na tabela de distribuição "*t de Student*".



### **Análise da variância da variável dependente ou endógena**

A variância total da variável dependente pode ser decomposta em duas partes, a primeira associada à regressão, chamada "variância explicada", e uma segunda parcela associada ao erro do ajuste, designada "variância não explicada". Por meio deste procedimento pode ser feito um teste de hipótese acerca da significância do ajuste em seu conjunto. O parâmetro estatístico utilizado neste procedimento é o *estimador F*, definido como sendo a relação:

$$F = \frac{\text{variância explicada pela regressão}}{\text{variância não explicada}}$$

Obviamente que, quanto maior o parâmetro *F*, melhor a qualidade do ajuste em seu conjunto. Da mesma forma que no caso da análise de significância das variáveis explanatórias, adotou-se neste trabalho o limite de significância 90%, o que vale dizer que foram aceitos todos os ajustes em que a relação entre as variâncias totais estavam acima do valor correspondente na tabela de distribuição *F de Snedecor*.

### **Análise de auto-correlação dos erros**

Na análise do ajuste estatístico um teste importante é o da auto-correlação dos erros aleatórios do modelo. A auto-correlação surge quando os erros estão correlacionados entre si, o que significa que o erro de uma determinada observação depende do valor assumido pelo erro da observação anterior, e assim por diante. Geralmente este comportamento aparece quando o modelo não é adequadamente definido e alguma variável é omitida na especificação do mesmo. Existe um teste estatístico baseado na correlação entre os erros aleatórios que permite uma indicação relativamente precisa da presença ou não de tal problema. Este teste estatístico é o de *Durbin-Watson-DW*. Este parâmetro é, então, empregado no teste de hipóteses que permite a inferência de existência ou não de auto-correlação entre os erros.