

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DAS VENDAS DE VEÍCULOS LEVES  
MOVIDOS A ÁLCOOL HIDRATADO**

**AUTOR: JACÍ NATAL TASCA**

**Porto Alegre  
2002**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DAS VENDAS DE VEÍCULOS LEVES  
MOVIDOS A ÁLCOOL HIDRATADO**

**Jací Natal Tasca**

**Orientador: Eduardo Pontual Ribeiro**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção de Grau de Mestre em Economia, modalidade Profissionalizante, dentro do Curso de Mestrado Interinstitucional UFRGS/UCS.**

**Porto Alegre**

**2002**

## **AGRADECIMENTOS**

Durante os últimos três anos, tive a oportunidade de interagir com muitas pessoas que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização desta dissertação. É difícil nomear a todos que me auxiliaram, porém, agradeço especialmente:

Ao professor Doutor Eduardo Pontual Ribeiro, pela sua orientação e dedicação à melhoria desta. Sua amizade e conhecimento foram essenciais na realização deste trabalho.

A minha noiva Tânia Dall'Oglio, pela sua paciência e auxílio nas longas discussões sobre pesquisa, pelo apoio e incentivo nos momentos necessários.

Aos meus pais, Romano e Cassilda, pela ajuda e compreensão durante os momentos de estudo e reflexão.

A Alceu de Arruda Veiga Filho, Delano de Valença Lins, Pery Francisco Assis Shikida e Elizângela Mara, cujas contribuições e auxílios foram indispensáveis, bem como ao Sr. Regis Alimandro, que prontamente me auxiliou.

A Cláudia Banús e Cida Reis, do Centro de Documentação da ANFAVEA, a todos os funcionários da secretaria do PPGE/UFRGS, e às bibliotecárias da UCS.

Aos colegas e amigos, pela convivência e troca de experiências durante esta caminhada que traçamos juntos.

“Que Deus nos dê forças para mudar as coisas que podem ser mudadas; serenidade para aceitar as coisas que não podem mudar; e sabedoria para perceber a diferença. Mas Deus nos dê, sobretudo, coragem para não desistir daquilo que pensamos estar certo ...”

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	09
<b>Abstract</b> .....	10
<b>Objetivos</b> .....	11
Objetivo Principal .....	11
Objetivos Secundários .....	11
<b>Justificativa</b> .....	11
<b>Método</b> .....	12
<b>1. Agroindústria Canvieira no Brasil</b> .....	13
1.1 O Açúcar no Mercado Internacional .....	16
1.2 O Açúcar no Mercado Nacional .....	21
1.3 Álcool .....	24
1.3.1 Programa Nacional do Álcool .....	26
1.3.2 Repercussões no Brasil .....	27
1.3.3 A Fase Inicial do PROÁLCOOL .....	28
1.3.4 A Segunda Fase do PROÁLCOOL .....	35
1.3.5 A Terceira Fase do PROÁLCOOL .....	41
<b>2. Viabilidade dos Carros a Álcool</b> .....	49
2.1 Evolução dos Carros a Álcool .....	49
2.2 Custo Km Rodado .....	51
<b>3. Estudo Econométrico</b> .....	56
3.1 O Modelo Geral .....	56
3.2 Pressupostos do Modelo .....	59
3.3 Variáveis Econômicas Colineares .....	63
3.3.1 Conseqüências Estatísticas da Colinearidade .....	63
3.3.2 Detectando Multicolinearidade .....	65
3.4 Heteroscedasticidade .....	66
3.4.1 Detectando Heteroscedasticidade .....	66

3.5 Autocorrelação .....	67
3.5.1 Detectando Autocorrelação .....	68
3.6 Análise da Equação .....	70
3.7 Conclusões sobre o Estudo Econométrico .....	80
<b>4. Conclusão .....</b>	<b>82</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>94</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fluxograma do Complexo Agroindustrial Canavieiro .....	14
<b>Figura 2</b>	Fluxograma do mercado do álcool .....	25

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Relação Estoques/Preços do Açúcar no Mercado Internacional (Safras 1981/82 a 1995/96).....	17
<b>Gráfico 2</b>	BRASIL: produção de açúcar e de álcool .....	21
<b>Gráfico 3</b>	Evolução dos Custos e Produção do Açúcar Cristal Standart - com linhas de tendência.....	22
<b>Gráfico 4</b>	Evolução dos Rendimentos Industriais do Açúcar Cristal Standart – com linhas de tendência.....	23
<b>Gráfico 5</b>	Produção de Álcool por Tipo de Destilaria – Brasil - 1975/76 a 1978/79.....	34
<b>Gráfico 6</b>	Produção de Álcool Anidro e Hidratado, e Consumo de Álcool no Brasil - 1975/76 a 1978/79.....	34
<b>Gráfico 7</b>	Produção de Álcool por Tipo de Destilaria - Brasil - 1979/80 a 1984/85.....	38
<b>Gráfico 8</b>	Produção e Consumo de Álcool Anidro e Hidratado no Brasil - 1979/80 a 1984/85 .....	38
<b>Gráfico 9</b>	Evolução Custos de Produção Álcool Hidratado-com linhas de tendência.....	40
<b>Gráfico 10</b>	Evolução dos Rendimentos Industriais do Álcool Hidratado - com linhas de tendência .....	41

<b>Gráfico 11</b>	BRASIL: Consumo de Álcool Anidro .....	48
<b>Gráfico 12</b>	BRASIL: Consumo de Álcool Hidratado .....	48
<b>Gráfico 13</b>	Relação % alc/gas .....	53
<b>Gráfico 14</b>	Venda Percentual de Carros a Álcool .....	54/72

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Coeficientes de Transformação dos Principais Produtos e Subprodutos da Agroindústria Canavieira Brasileira .....	15
<b>Tabela 2</b>	Nova York – cotações açúcar demerara .....	17
<b>Tabela 3</b>	Brasil - Açúcar Demerara .....	19
<b>Tabela 4</b>	Valor da Exportação de Açúcar do Brasil, participação dessa exportação no total das exportações brasileiras e preço médio do açúcar .....	30
<b>Tabela 5</b>	Distribuição Espacial das Usinas de Açúcar e Destilarias de Álcool no Brasil, segundo Macrorregião (Centro-Sul; Norte/Nordeste) e principais estados produtores - 1975 a 1979 .....	33
<b>Tabela 6</b>	Evolução da Capacidade de Produção de Álcool no Brasil, 1974/1985 (em milhões de litros/safra) .....	37
<b>Tabela 7</b>	Destinação de Cana Moída no Brasil-1977/78 a 1985 (em 1000 t.) .....	39
<b>Tabela 8</b>	Produção e Consumo de Álcool Anidro e Hidratado no Brasil - 1985/86 a 1995 (em milhões de litros) .....	43
<b>Tabela 9</b>	Vendas Internas de Veículos por Combustível. Participação em Porcentagem - 1976/2001.....	45
<b>Tabela 10</b>	Ganho de Eficiência dos Veículos a Álcool em Comparação com Modelos à Gasolina .....	50
<b>Tabela 11</b>	Evolução da Relação de Preços Álcool/Gasolina 1979/1993 .....	52
<b>Tabela 12</b>	Resultado Econométrico da Equação $Q_{alc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(alreal) + \beta_3 \ln(gasreal) + \beta_4 \ln(ipi) + \beta_5 \ln(salreal) + \beta_4 \ln(crise) + \beta_5 \ln(vartend)$ - Modelo sem correções .....	61
<b>Tabela 13</b>	Multicolinearidade .....	65

<b>Tabela 14</b>	Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heterocedasticidade e Autocorrelação .....	70
<b>Tabela 15</b>	Resultado Econométrico da Equação Modelo sem Correções.....	74
<b>Tabela 16</b>	Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heterocedasticidade e Autocorrelação. Período: julho/1979-junho/1994 .....	75
<b>Tabela 17</b>	Resultado Econométrico da Equação Modelo sem Correções. Período: julho/1994-junho/2001 .....	76
<b>Tabela 18</b>	Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heterocedasticidade e Autocorrelação. Período: julho/1994-junho/2001 .....	77
<b>Tabela 19</b>	Resultado Econométrico da Equação Modelo de Médias sem Correções. Período: julho/1979-junho/2001 .....	78
<b>Tabela 20</b>	Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heterocedasticidade e Autocorrelação. Período: julho/1979-junho/2001 .....	79

## RESUMO

O presente trabalho apresentou inicialmente uma visão geral do setor sucroalcooleiro, pois considerou-se importante inteirar o leitor sobre o contexto que envolve o carro a álcool. O PROÁLCOOL mereceu uma análise mais detalhada por ter sido ele o programa que viabilizou, nos anos 80, altos níveis de comercialização deste tipo de veículo.

A segunda parte de nosso estudo é composta pelo estudo econométrico das variáveis: preço álcool (na bomba), preço gasolina (na bomba), diferença de alíquota de IPI entre carros a álcool e à gasolina, crise de abastecimento e tendência. Tal estudo teve por objetivo analisar a influência destas variáveis na demanda de carros a álcool. Através dele constatou-se que embora vários autores defendam que o importante é a diferença percentual entre os preços gasolina/álcool, isso não se confirmou. Embora as variáveis tenham demonstrado influência sobre a demanda de carros a álcool hidratado, a perda da confiança do consumidor no veículo movido a este combustível, devido às crises de abastecimento, demonstrou ser o motivo principal para a não retomada do crescimento das vendas dos veículos a álcool. Faz-se necessário, portanto, medidas que garantam o abastecimento para que dessa forma haja uma reconquista da confiança do consumidor.

## **ABSTRACT**

This study initially presented an overall view of the sugar/alcohol sector, considering the importance of informing readers on the context involving alcohol run cars. The PROÁLCOOL project deserves a more detailed analysis since it was the program that made feasible high levels of sales for this type of vehicle in the 80's.

The second part of our study consists of the econometric study of the following variables: alcohol price (at the gas pump), gasoline price (at the gas pump), IPI tax differences between gasoline and alcohol run cars, crisis in supplying and trends. The study determined to analyse the influence of these variables on the demand of alcohol run cars. The study found that although many authors defend that the important factor is the percentual difference between gasoline/alcohol prices, this was not confirmed. Although the variables have demonstrated influence on the demand for dehydrated alcohol run cars, loss of consumer confidence on vehicles that run on this kind of fuel, due to crisis in supply, proved to be the main reason for the non continuation of alcohol run car sales. It is necessary, therefore, to ensure measures that guarantee alcohol supply so that by doing this the consumers's trust be reconquered.

## **OBJETIVO PRINCIPAL**

Analisar e verificar a viabilidade econômica das vendas de carros a álcool hidratado no contexto atual.

## **OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

- Analisar a oferta de álcool combustível no Brasil;
- Verificar a proporção do valor relativo álcool / gasolina para viabilizar a venda de carros movidos a álcool hidratado;
- Estimar os determinantes da demanda por carros a álcool no Brasil;
- Verificar se o preço relativo álcool / gasolina, atualmente, possibilita em condições de livre mercado, a existência de demanda espontânea por carros a álcool hidratado.

## **JUSTIFICATIVA**

A produção de álcool no país era até meados dos anos 70, tradicionalmente, tratada em segundo plano dentro do setor sucroalcooleiro. Com o advento do PROÁLCOOL, porém, esta posição se inverteu. De 500 milhões de litros produzidos em 1977, passamos a 12 bilhões de litros em 1987, e nos dias atuais superou-se a marca de 15 bilhões de litros.

Os anos 80 foram praticamente dominados pelos carros a álcool, que em 1985 representaram, segundo dados da ANFAVEA, 96% das vendas internas de veículos de passeio. As vantagens que este tipo de veículo trazia para o consumidor

eram grandes, entre elas a menor taxaço de IPI, o próprio preço do combustível e o diferencial ambiental – o etanol   originário de fontes renováveis de biomassa e tem baixo teor de carbono - dada a importância do combate global   intensifica o do efeito estufa.

Apesar dos aspectos positivos deste tipo de veículo, a diminui o desse mercado ocorreu na década seguinte, quando o veículo a álcool representou 12,2% do volume total de vendas e, em 1997, com o fim do PROÁLCOOL, a frota movida a este combustível chegou a representar apenas 0,1% (ANFAVEA).

O que nos motiva a fazer esta disserta o foi o fato de termos observado, desde o início de 1998 ao final de 2000, um aumento nas vendas de veículos leves movidos a álcool, num período em que a lógica apontaria para o fim deste tipo de veículo. É interessante entender o que tem acontecido nos anos recentes para esse ressurgimento, e vislumbrar perspectivas para os anos seguintes.

## **MÉTODOS**

A finalidade da atividade científica é a obten o da verdade, através da comprova o de hipóteses, consideradas pontes entre a observa o da realidade e a teoria científica, que explica a realidade. O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões dos cientistas (Lakatos, 1991).

Neste trabalho, os tipos de pesquisa a serem seguidos serão: a documental e a bibliográfica, cuja finalidade é propiciar o conhecimento das diferentes formas de contribui o científica que se realizaram sobre determinado assunto.

O problema de pesquisa será tratado através de uma abordagem quantitativa, que conforme o próprio termo indica, significa quantificar opiniões, dados, nas formas de coleta de informa es, assim como também com o emprego de recursos e técnicas estatísticas, como coeficiente de correla o, análise de regressão, etc (Oliveira, 1999).

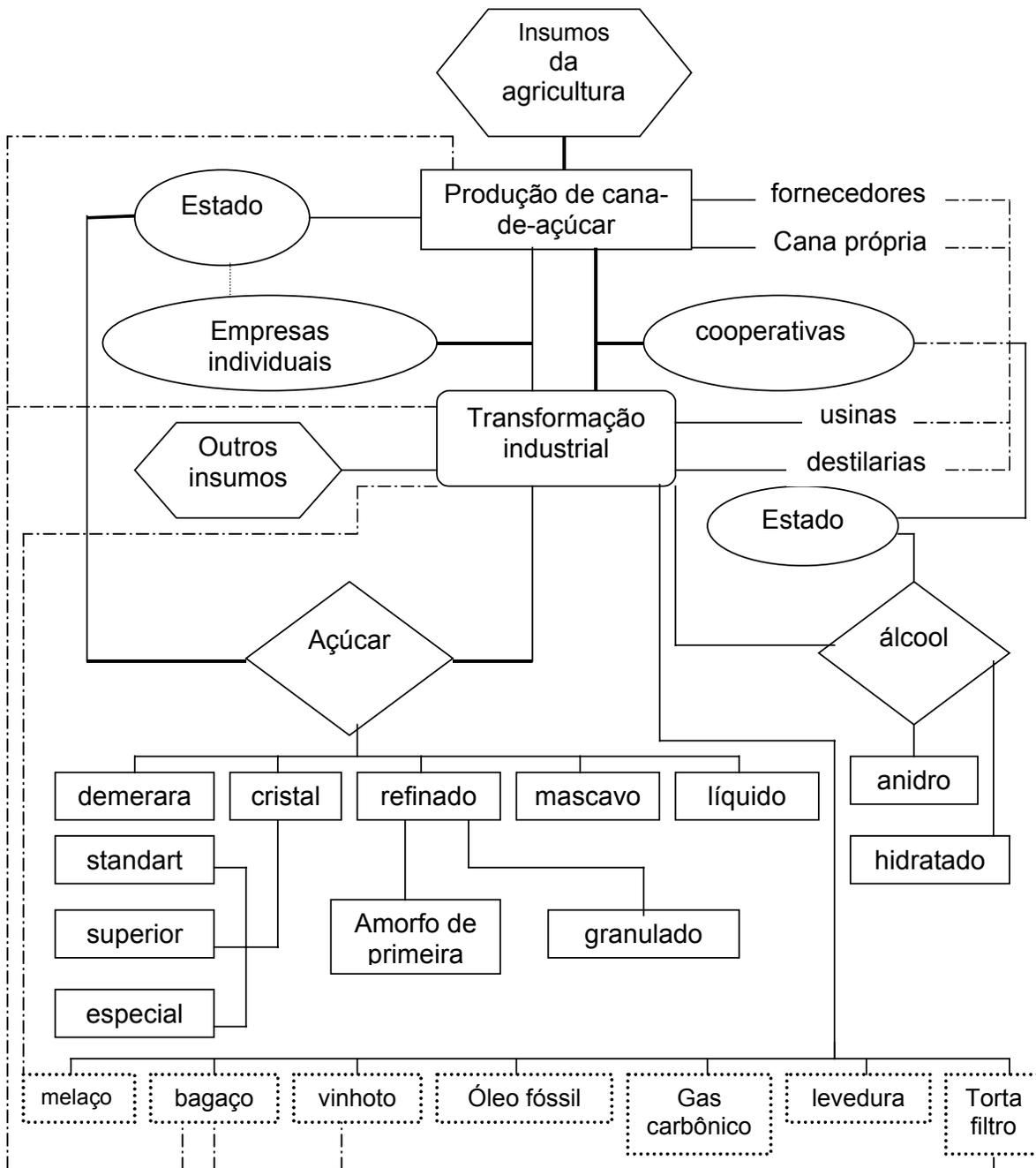
## **1 AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL**

Entende-se por complexo agroindustrial canavieiro as atividades produtivas e comerciais que envolvem o produtor de insumos; a produção de cana propriamente dita, e a transformação industrial, geradora de uma gama de produtos e subprodutos que destinam-se ao mercado interno e/ou externo. O subconjunto do complexo agroindustrial canavieiro, também chamado de agroindústria canavieira, compõe-se pelo segmento agrícola e pelo segmento industrial processador da cana-de-açúcar (Shikida e Bacha, 1998).

Os principais agentes que atuam na determinação da dinâmica da agroindústria canavieira são empresas privadas e Estado. As empresas privadas são representadas, principalmente, pelos fornecedores de insumos à agroindústria canavieira, pelos fornecedores de cana-de-açúcar, pelas cooperativas e pelas usinas e destilarias.

Os dois principais produtos oriundos da transformação industrial da cana-de-açúcar são o açúcar, obtido nas usinas, e o álcool, proveniente das destilarias. Este último pode apresentar-se sob duas formas: o álcool anidro e o álcool hidratado, sendo que o primeiro subdivide-se em uma gama de produtos e subprodutos, conforme pode-se observar na figura 1.

**Figura 1 Fluxograma do complexo agroindustrial canavieiro**



**LEGENDA:** Insumos Produção e Transformação Dest. Mercado interno e externo  
 Instituições Produtos Dest. Merc. interno Subprodutos Merc. interno

FONTE: Revista de Economia e Sociologia Rural – Socie. Brasileira Sociologia e Economia Rural.

Conforme Shikida (1998), na Tabela 1 verifica-se alguns aspectos do aproveitamento econômico dos subprodutos da agroindústria canavieira, os quais denotam uma relativa diferenciação na rentabilidade (bruta) dos produtos enfocados; a opção economicamente mais vantajosa representada pela utilização do bagaço como fonte de energia - seja para usinas ou para destilarias - em comparação com o bagaço como componente para ração animal ou para venda; e a proposição de que há campo para uma maior exploração econômica de outros subprodutos da cana-de-açúcar (vinhaça, torta de filtro, etc.). No caso do açúcar e do álcool, principais produtos da agroindústria canavieira, os mesmos têm-se comportado como concorrentes, pois os empresários ora optam por um ora por outro em função do custo de produção e preço de venda.

**TABELA 1** Coeficientes de transformação dos principais produtos e subprodutos da agroindústria canavieira brasileira, Brasil. Maio de 1994.

PRODUTO	COEFICIENTE
Açúcar	100 Kg/ton cana
Álcool Residual (usina)	13,3 litros/ton cana
Álcool	72,5 litros/ton cana
Vinhaça	13 litros/álcool
Bagaço	280 Kg/ton cana
Bagaço (energia)	0,6 mwh/ton bagaço

FONTE: Stalder & Burnquist (1995, p.8-9) apud Shikida (1998).

Shikida (1998) salienta que na agroindústria canavieira importa estar atento à apuração dos custos, ao desenvolvimento de novas tecnologias e ao aproveitamento de subprodutos, pois quem fez isso pôde se diferenciar dos demais. Dessa forma, algumas unidades produtivas da agroindústria canavieira brasileira - que, num primeiro momento, estavam inseridas em paradigma subvencionista -, passaram a adotar o paradigma tecnológico como forma de definir o que é relevante em uma situação concorrencial, sobretudo para períodos subseqüentes à desregulamentação setorial e diante da diminuição cada vez maior do número de

unidades produtivas. Diminuição esta, resultante das unidades produtivas que, não tendo se preocupado com os custos, faliram.

Dentre os produtos da cana, o açúcar é considerado um produto de relativa dificuldade para a comercialização, no que se refere ao mercado internacional, por ser produzido em quase todos os países (Shikida e Bacha, 1999), e, quanto ao álcool, não há um mercado externo organizado devido ao fato de não haver programas deste produto, carburante ou não, no resto do mundo, com exceção do Brasil (CNI, 1987). Além disso, a regulamentação e a intervenção nesse mercado têm sido expedientes muito utilizados neste século, seja pelos próprios governos e/ou mediante acordos especiais e de mercados preferenciais (Shikida e Bacha, 1999). Isto faz com que o mercado internacional do açúcar tenha grandes oscilações em seus preços, conforme tabela 2.

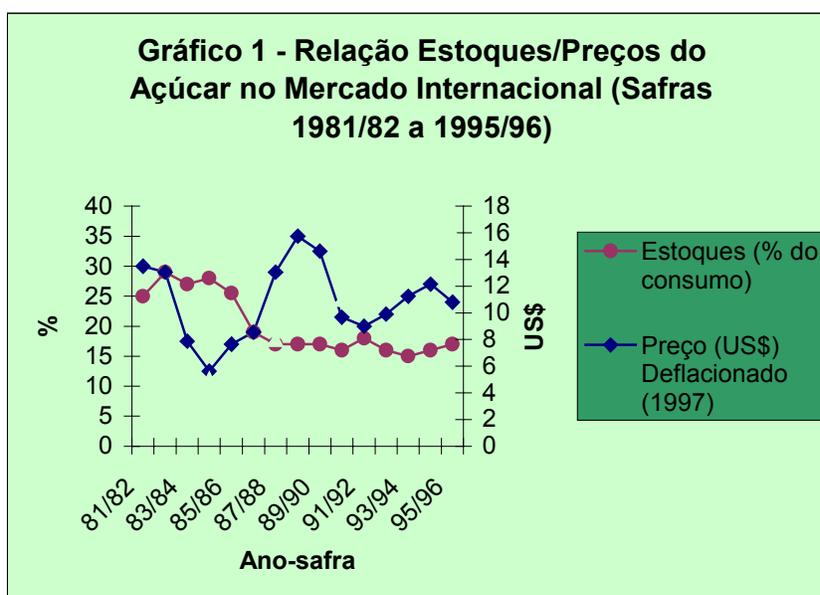
## **1.1 O AÇÚCAR NO MERCADO INTERNACIONAL**

As diferenças entre quantidades produzidas e consumidas de açúcar no mundo afetaram consideravelmente o mercado internacional nos últimos anos, propiciando sérias instabilidades de preços (tabela 2) e variação de estoques (gráfico 1). Uma das causas disso é a tentativa secular de aumento do grau de auto-suficiência em açúcar para diversos países (Shikida & Bacha, 1999).

**TABELA 2** Nova York: cotações de açúcar demerara

ANO	MÉDIA US\$/t	ANO	MÉDIA US\$/t	ANO	MÉDIA US\$/t
1970	82,64	1980	639,66	1990	276,64
1971	99,68	1981	373,31	1991	199,31
1972	163,75	1982	185,54	1992	200,42
1973	211,81	1983	187,13	1998	221,21
1974	661,25	1984	114,24	1994	267,34
1975	451,63	1985	89,03	1995	296,19
1976	255,27	1988	133,40	1996	269,82
1977	178,79	1987	148,02	1997	265,82
1978	172,31	1988	224,28	1998	213,42
1979	207,34	1989	281,97	1999	144,07

FONTE: Sugar and Sweetener, Economic Reserch Service / USDA, jun. 1989, Dec. 1998, May 1999. Licht, v.132, january 4, 2000 apud Agroanalysis (2000).



FONTE: USDA apud AGRIANUAL 97 ( 1997).

As exportações brasileiras de açúcar têm figurado entre as cinco primeiras em termos mundiais, mesmo sendo menor a parcela de produção nacional destinada ao mercado externo (Shikida e Bacha, 1998a). Não obstante a participação brasileira no contexto internacional do açúcar, pode se aferir que o Brasil é atualmente um país “tomador de preços”. De acordo com Shikida e Bacha (1999), as exportações brasileiras não são capazes de determinar os preços do açúcar no mercado internacional. Afora a característica de “tomador de preço”, nota-se pelo menos três aspectos importantes quanto ao comércio externo brasileiro de açúcar: as exportações cresceram menos do que o consumo interno; há uma mudança no tipo de açúcar exportado e ocorreram mudanças nos canais de comercialização.

Pode-se constatar o desempenho das exportações brasileiras ao analisar-se os números que antecederam o PROÁLCOOL. Em 1961, as exportações brasileiras totalizaram 783.292 toneladas, e, em 1974, as exportações de açúcar atingiram 2.254.488 toneladas, ou seja, houve um crescimento de 187,82% no período antecedente ao PROÁLCOOL, conforme dados da FAO (2000).

Analisando a tabela abaixo, verifica-se que nas exportações brasileiras de açúcar, no período que vai de 1975 a 1985 (auge do PROÁLCOOL), houve decréscimo de 39,86% em média; houve um crescimento vultoso de 288,86%, em média, no período de 1986 a 1995 (declínio do PROÁLCOOL), e finalmente, de 1996 a 2000, crescimento de 92,90% em média.

**TABELA 3** BRASIL – açúcar demerara

ANOS	PRODUÇÃO (t)	EXPORTAÇÃO (t)
1975	6.017.000	1.514.644
1976	7.598.000	806.628
1977	8.760.000	1.826.631
1978	7.767.000	1.347.416
1979	7.029.500	1.393.655
1980	8.521.300	1.960.528
1981	8.423.300	1.785.208
1982	9.312.400	1.619.842
1983	9.576.300	1.720.833
1984	9.331.900	1.847.669
1985	8.273.800	1.355.924
1986	8.650.000	1.234.389
1987	8.458.400	1.100.575
1988	8.683.000	984.320
1989	7.793.400	549.380
1990	7.935.000	926.121
1991	9.348.000	978.224
1992	9.986.000	1.345.871
1993	10.038.000	2.132.976
1994	12.618.000	2.716.975
1995	13.594.000	4.800.099
1996	14.775.000	4.090.398
1997	15.975.000	3.844.224
1998	19.232.000	4.788.981
1999	20.995.000	7.821.985
2000	21.178.000	7.890.263

FONTE: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2000) apud Agroanalysis (2000).

De acordo com Veiga e Gonçalves (1998), o mercado internacional do açúcar passou por transformações acentuadas nas duas últimas décadas, repercutindo as mudanças ocorridas no desenvolvimento dos principais países produtores e consumidores deste produto. O comércio, antes dos anos 90, era dominado pelos acordos preferenciais, tais como o acordo URSS-Cuba e aqueles entre os países europeus e suas ex-colônias na África. Isso impunha uma característica de fragmentação ao mercado internacional e uma extrema volatilidade aos preços formados nesse mercado (tabela 2), os quais também eram influenciados pelos resultados das políticas protecionistas nacionais. As mesmas possibilitaram a existência de custos de produção elevados e um baixo padrão de competitividade, em meio a flutuações na produção mundial, face a um consumo estável ou com evolução constante, característica esta que se mantém atualmente.

O mercado mundial do açúcar vem passando por dificuldades crescentes devido, sobretudo, a fatores como: manutenção dos estoques em níveis elevados; boas safras de alguns países componentes da UE, inicialmente importadores e agora prósperos exportadores; e a busca crescente de auto-suficiência por parte de alguns países importadores. Segundo Jank (1989), além da tendência secular de aumento do grau de auto-suficiência em açúcar - facilitada pela possibilidade de obter açúcar a partir de fontes de diferentes condições edafoclimáticas -, a demanda de sacarose nos países desenvolvidos tem diminuído, sobretudo no Japão, Canadá e Estados Unidos.

Uma das razões para isto está no fenômeno da concorrência e substitutibilidade que atingem o mercado de açúcar desde a década dos 70, impostos pelos sucedâneos do açúcar: o xarope de milho, stévia, sacarina, ciclamato, aspartame, acesulfame de potássio, talina, anidridos de frutose, e esteviosídeos. Nesse processo, o açúcar comum se transformou de um gênero alimentício de consumo direto em matéria-prima industrial, tornando-se plenamente substituível por outras matérias-primas (Szmrecsányi, 1989).

A instabilidade dos preços no mercado internacional, por outro lado, tem sido compensada ao longo dos anos pelo aumento da produtividade de açúcar por tonelada de cana, pela queda dos custos de produção e, além disso, pelo crescimento do consumo de forma indireta (doces e refrigerantes) no mercado interno.

## 1.2 O AÇÚCAR NO MERCADO NACIONAL

Na figura 1 foram destacados os principais produtos e subprodutos da agroindústria canieira brasileira. A maioria dos itens realçados tem como destino o mercado interno. Uma particularidade do caso brasileiro é que muitas unidades produtivas de açúcar também produzem álcool. Trata-se, pois, de unidades multiprodutoras onde o açúcar e o álcool competem pelos fatores de produção. Conforme Pinazza e Alimandro (2001), durante o processo de crescimento da produção de álcool, a de açúcar se expandiu a taxas bem mais modestas. Somente com o fim do PROÁLCOOL é que houve um abrupto aumento em sua produção. Visto que o crescimento da demanda acompanha o crescimento populacional, a única maneira de se aumentar as vendas é através de novos mercados, em especial o mercado externo (Pinazza e Alimandro, 2001), como mostra o gráfico:



FONTE: Elaborado a partir de dados da UNICA.

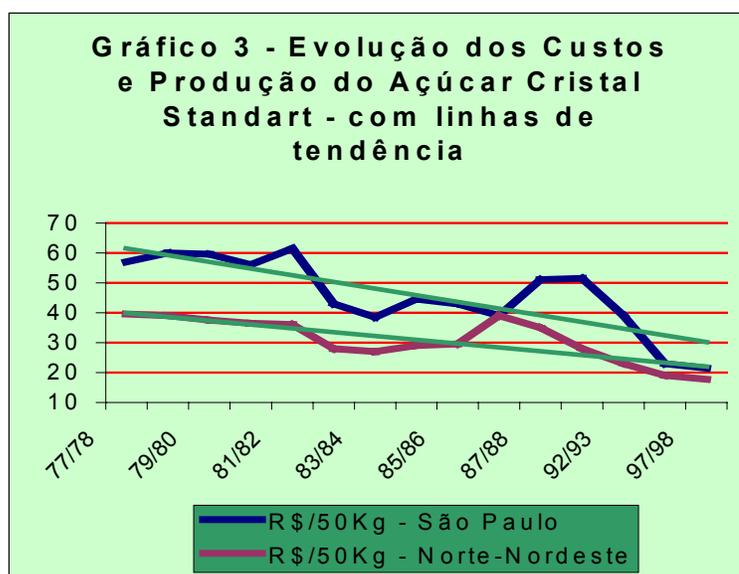
Através dos dados da FAO, temos que a produção nacional de açúcar cresceu 93,01% de 1961 a 1974. Segundo a tabela 3, nos anos de 1975 a 1985 (auge do PROÁLCOOL), o aumento foi de 37,51%, de 1986 a 1995 (declínio do

PROÁLCOOL) o acréscimo foi de 70,81%, em média e finalmente, de 1996 a 2000 o crescimento foi de 42,13%.

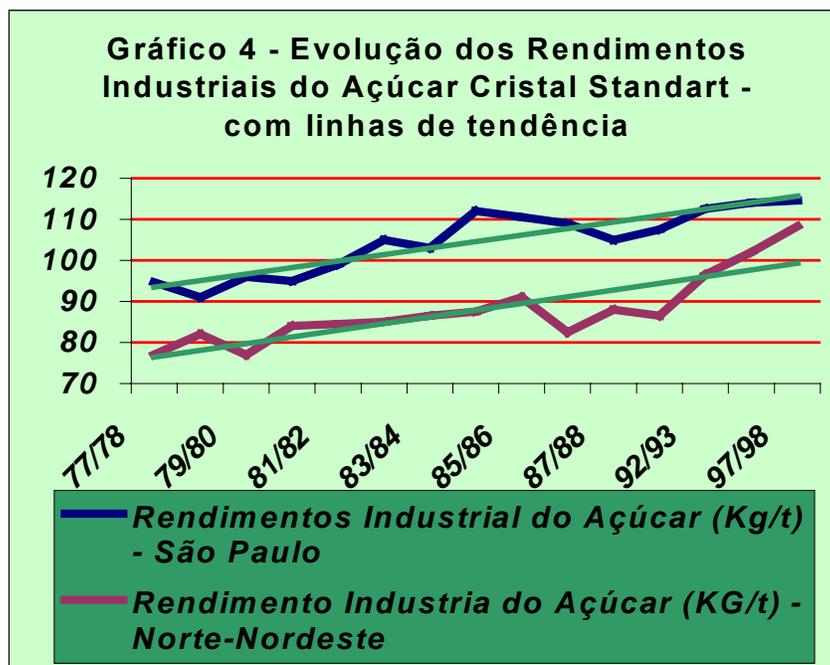
Como vemos, embora o PROÁLCOOL tenha sido o “carro chefe” da agroindústria canavieira durante boa parte do período compreendido pelos anos de 1975 a 1995, a atividade açucareira continuou importante para o Brasil e ambos os produtos se beneficiaram com a queda dos custos da agroindústria canavieira propiciada pelo PROÁLCOOL. Esta redução pode ser verificada em termos de custos industriais de produção do açúcar e álcool, que englobam o custo da matéria-prima no campo, o custo do transporte e o custo industrial propriamente dito (Lima, 1992).

As diferenças nos custos de produção estão evidentemente ligadas às diferentes produtividades. Lima (1992) assinala a diferença entre os rendimentos agroindustriais do açúcar (kg de açúcar/ha) para o Centro-Sul e Norte/Nordeste, no qual o primeiro é mais eficiente que o segundo em aproximadamente 30% (safras 1978/79 a 1985/86). Segundo Arend (2001), através de um subsídio pago pelo governo, tanto aos fornecedores de cana, como aos usineiros, os preços seriam unificados, cobrindo-se a diferença de custos.

Como reflexo dessa política, houve deteriorização do espírito empresarial, visto que não havendo risco de falência, não há preocupação com custos e com eficiência na produtividade (Gomes apud Arend, 2001).



FONTE: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS Instituto Brasileiro de Economia/mar.2000 apud Agroanalysis (2000).



FONTE: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Instituto Brasileiro de Economia/mar.2000 apud Agroanalysis (2000).

Segundo Carvalho (2000), a capacidade competitiva brasileira traz um dilema: nossa capacidade de produzir com custos baixos induz o crescimento da produção numa velocidade nem sempre compatível com a evolução do mercado. Isto traz um desequilíbrio crônico, com oscilações cíclicas entre oferta e demanda dos produtos setoriais, com imediatos reflexos nos preços. Assim, como o consumo do açúcar, internamente, tende a acompanhar o crescimento populacional (em média 1,7% ao ano para o Brasil e 2,2% em termos globais), e como as cotações internacionais desde produto são altamente instáveis (tabela 2), o setor canavieiro tem no álcool uma alternativa na sustentação de seus ganhos.

Convém ressaltar, porém, que na livre concorrência é nos momentos de baixa de preços que os mais eficientes sobrevivem e os consumidores são beneficiados. Isto não ocorreria se houvesse a intervenção estatal, pois além dos preços mais elevados, os consumidores teriam que arcar com os subsídios através de maiores impostos.

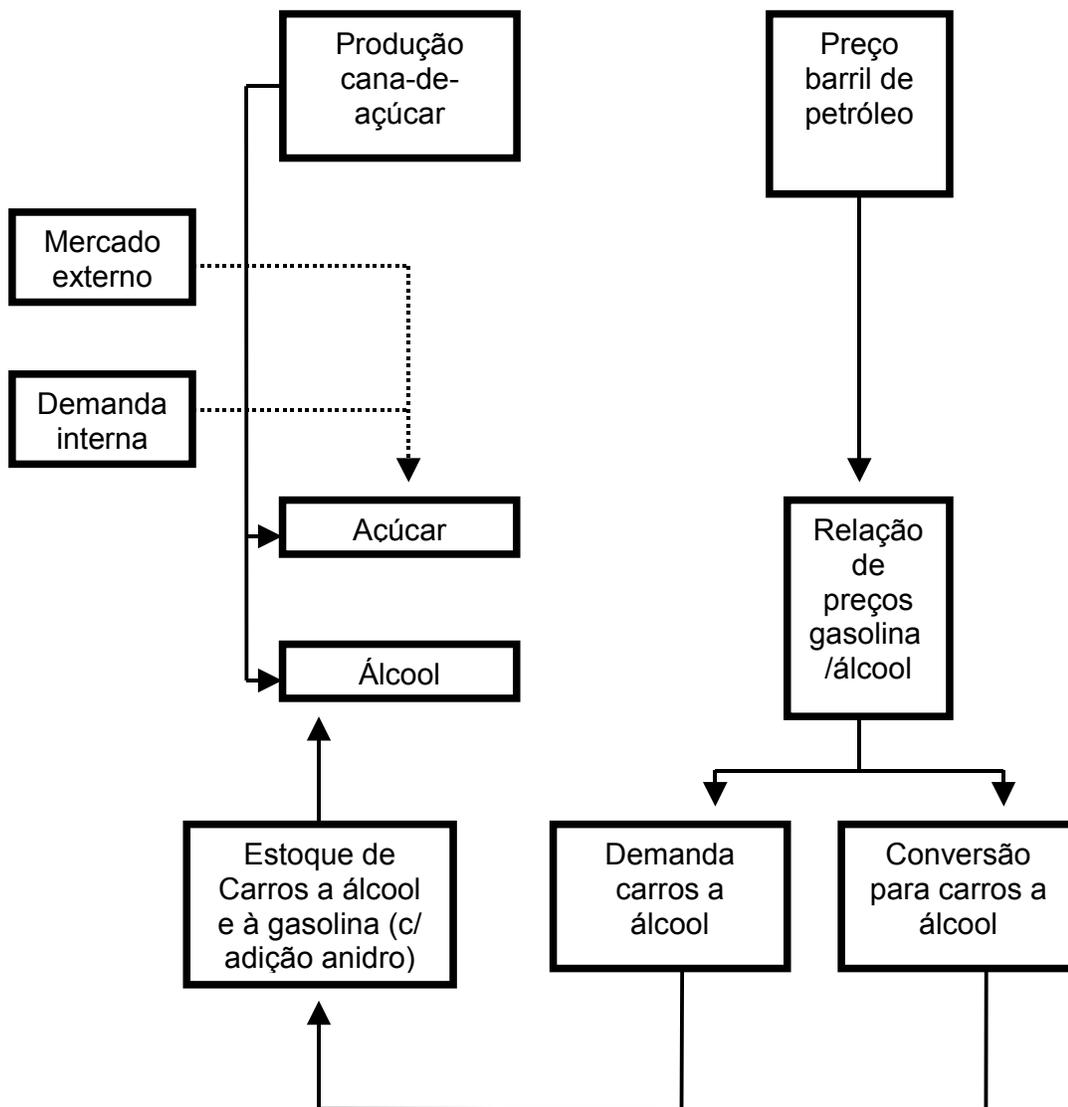
### 1.3 ÁLCOOL

A produção de álcool pode ser realizada a partir de matérias primas de origem agrícola (cana-de-açúcar, milho, beterraba, etc.), florestal e resíduos, o que se convencionou chamar de bioetanol. Além disso, pode também ser obtido de matérias-primas fósseis como o gás natural, a nafta petroquímica e o carvão (Informação UNICA, nº43, set/out.2001).

A partir da cana-de-açúcar são produzidos dois tipos de álcool: álcool hidratado e álcool anidro, que se destinam, em grande parte, ao mercado interno, tendo sido o álcool hidratado a principal inovação, visto que permite a substituição completa da gasolina por esse combustível. O álcool como combustível apresenta as seguintes vantagens em relação à gasolina: é menos poluente do ar e é um produto obtido de fonte renovável.

O mercado de álcool no Brasil apresenta dois segmentos distintos, com possibilidades de evolução diferenciadas frente aos cenários delineados para a matriz energética brasileira. Este mercado está representado pelo álcool anidro, utilizado por meio de mistura obrigatória com a gasolina na proporção atual de 24%, e, ainda, pela utilização do álcool hidratado como combustível sem mistura, que representa o segmento incentivado pelas políticas ensejadas desde o final dos anos 70 no contexto do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) (Veiga e Gonçalves, 1998). Na figura 2 pode-se visualizar o fluxograma do mercado do álcool. Observa-se que, ao contrário do açúcar, este não possui mercado externo, e o mercado interno depende diretamente da demanda por veículos movidos a esse combustível, ou da adição de álcool anidro à gasolina, cuja demanda cresce com o aumento da frota de carros em utilização no Brasil.

**Figura 2 Fluxograma do mercado do álcool**



FONTE: Cenários para o setor de açúcar e álcool - MB Associados apud Agroanalysis (2001)

### 1.3.1 PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL

O acordo de Bretton Woods (1944), ao criar o sistema de taxas fixas de câmbio, adotou o dólar norte-americano como referência para a cotação das demais moedas no mercado internacional. Os desajustes do balanço de pagamentos dos Estados Unidos, todavia, obrigaram o governo norte-americano a emitir papel-moeda em quantidades superiores às reservas metálicas disponíveis (Furtado, 2000).

Essa situação ocasionou a queda do valor real da moeda norte-americana em 1970, e os países do Oriente Médio, que se constituíam nos principais fornecedores de petróleo ao ocidente, sofreram um grande desajuste em sua balança comercial. Primeiro porque tinham, praticamente, o seu único produto de exportação consumido intensamente no mercado sob influência do dólar e, segundo, porque apresentavam uma grande dependência de importações desse mesmo mercado, inclusive de produtos essenciais, como alimentos. Devemos nos lembrar que, ao efetuarem transações com dólares, não operavam apenas com os EUA, mas com diversos países, inclusive europeus, que pela desvalorização cambial do dólar tiveram sua moeda valorizada, comprando mais petróleo pela mesma quantia e vendendo os seus produtos por preços superiores. Nessas condições, não foi surpresa quando a OPEP, Organização dos Países Exportadores de Petróleo, decidiu, em 1971, elevar o preço oficial do barril de petróleo, estabilizado praticamente havia mais de dez anos, de US\$ 1,80 para US\$ 2,50, preço que, segundo o estabelecido, deveria permanecer estável por cinco anos (Furtado, 2000).

A guerra árabe-israelense do Yom Kippur, ocorrida de 6 a 25 de outubro de 1973 trouxe à reunião dos produtores no Kuwait um componente político que iria alterar profundamente as condições de comercialização do petróleo no mercado internacional. A OPEP decidiu em reunião no dia 21 de outubro de 1973, adotar um corte seletivo nos fornecimentos de petróleo como arma de pressão dos árabes para recuperar os territórios ocupados por Israel. (Furtado, 2000). Essa crise colaborou de maneira direta para a quadruplicação dos preços do barril do petróleo.

Todavia, cabe anotar, segundo Carneiro (1992, p.296), que “a quadruplicação dos preços do petróleo no final de 1973, além de ter sido a primeira exibição de musculatura política e econômica do cartel da OPEP, foi um movimento de preços perfeitamente em linha com os fenômenos básicos do mercado do petróleo: como principal

matéria-prima do mundo industrializado, o descompasso entre o crescimento de sua demanda e os investimentos, seja em fontes alternativas de suprimento energético seja em novos campos de produção de óleo bruto, teria fatalmente de refletir-se, cedo ou tarde, nos preços.”

Portanto, em Shikida (1998), pode-se concluir que o conflito árabe-israelense contribuiu para a crise do petróleo, mas não foi seu fator exclusivo. De qualquer forma, o boicote revelou o alto grau de dependência dos países ocidentais com relação ao petróleo árabe, e os seus efeitos seriam sentidos inclusive no Brasil.

### **1.3.2 REPERCUSSÕES NO BRASIL**

Neste período ocorreu no Brasil a manutenção do crescimento em função da vontade política do governo militar (objetivo do Brasil Potência), que foi contra a tendência mundial de retração do crescimento, a partir da crise do petróleo de 1973-1974 (Gremaud, 1999).

A manutenção do ciclo expansionista dependia cada vez mais de uma situação externa favorável, pois criava obstáculos para a continuidade da política rodoviarista (Belik apud Shikida, 1998). Essa situação foi rompida pela crise internacional desencadeada pelo primeiro choque do petróleo (Gremaud, 1999). Para verificar o impacto disto na economia brasileira, podemos citar que em 1973 o Brasil importava US\$ 606 milhões de petróleo, o que correspondia a 9,78% do valor de suas exportações. Em 1974, para um volume igual de aquisições, despendeu US\$ 2,56 bilhões ou 32,2% do valor das exportações. O saldo da balança comercial passou entre esses dois anos de US\$ 7 milhões positivos para US\$ 4,7 bilhões negativos (Magalhães, 1991).

Vale lembrar que, também em 1974, 18% de toda pauta de exportação brasileira foi obtida com a exportação do açúcar, cujo preço médio no mercado internacional vinha crescendo desde 1970. A partir de novembro de 1974, teve início, no entanto, um período de queda brusca do preço internacional do açúcar, durando até maio de 1975, ficando neste ano com um preço médio 31,7 % inferior ao ano anterior, embora, ainda 446,5% superiores à media de 1970 (tabela 2). Em

função do choque do petróleo, da falência dos acordos internacionais e da tendência à superprodução no setor, as dificuldades internas do setor sucroalcooleiro no Brasil intensificaram-se, as cotas de produção ficaram defasadas, os preços já não eram mais remuneradores e, devido à queda dos preços no mercado internacional, os recursos para aplicação na modernização do setor sucroalcooleiro escassearam (Arend, 2001).

Ainda segundo Arend (2001, p.111), “a economia brasileira passou então por dois choques: por um lado o aumento do preço do petróleo e, por outro, a redução do preço do açúcar. Como forma de superar estes dois impactos negativos, o governo brasileiro resolveu intensificar o processo de substituição de importações, promovendo a internalização do setor de bens de capital e, como resposta à crise do petróleo, começou a formatação de um programa de substituição – parcial inicialmente - do principal derivado do petróleo, a gasolina, através da produção de álcool anidro para adição à gasolina” .

### **1.3.3 A FASE INICIAL DO PROÁLCOOL**

A criação do PROÁLCOOL se deu através do Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975. O Brasil, nesse período, dependia em 80% do petróleo oriundo do exterior (Shikida, 1998).

Com o desequilíbrio das contas externas brasileiras, causado em parte pela crise do petróleo, as autoridades governamentais e fração do empresariado nacional manifestaram interesse em encontrar alternativas para os três derivados mais importantes do petróleo, a saber, óleo diesel, óleo combustível e gasolina. Foram propostos alguns Programas com este caráter, dentre os quais: o PROÓLEO (objetivando substituir o óleo diesel), o PROCARVÃO (objetivando substituir o óleo combustível) e o PROÁLCOOL (objetivando substituir a gasolina). Na prática, o PROÓLEO (produção de óleos vegetais a serem utilizados em motores diesel) mal chegou a ser lançado, e o PROCARVÃO teve, desde o início, sérios obstáculos estruturais, jamais adquirindo amplitude necessária (Magalhães, 1991). Restou, assim, o PROÁLCOOL, que apresentou o maior número de condições necessárias – técnicas, econômicas e políticas – e o álcool, a partir da cana-de-açúcar, foi o

escolhido principalmente devido ao lobby do setor sucroalcooleiro – para resolver o problema do setor devido à queda do preço internacional do açúcar (Arend, 2001).

À primeira vista, um fator externo - crise do petróleo - parece ter determinado o surgimento do PROÁLCOOL. Segundo Magalhães et al. (1991, p.9), o “Programa nasceu exclusivamente em função de um tipo específico de desequilíbrio externo, a saber, dos dois ‘choques’ de petróleo.” Esta visão, entretanto, foi bastante criticada. A crise do petróleo teve início em 1973 e o PROÁLCOOL só foi implementado efetivamente a partir de 1975. A maturação dos investimentos necessários ao Programa não era tão grande assim em seu começo, pois a primeira fase do Programa baseou-se sobremaneira na produção de álcool anidro para mistura com a gasolina (Shikida, 1998). Em 1976, a mistura em São Paulo, no Nordeste, Rio de Janeiro e norte do Paraná ficava entre 10% e 15%. Em 1977 a mistura atingiu 20% na capital paulista, permanecendo abaixo dessa cifra no restante do país. No ano seguinte a mistura chegou a 20% no Nordeste, percentagem que foi generalizada para todo o país em 1979 (Magalhães et al., 1991). Podia-se, portanto, aproveitar a capacidade ociosa do parque alcooleiro nacional, não ocorrendo, então, esse hiato referido. Tal fato levou alguns autores a levantarem outras razões do que a crise do petróleo para explicar o surgimento do PROÁLCOOL (Shikida, 1998).

**TABELA 4** Valor da exportação de açúcar do Brasil, participação dessa exportação no total das exportações brasileiras e preço médio do açúcar (US\$ cents/libra) - mercado Livre, Comunidade Econômica Européia (CEE) e Estados Unidos – 1971 a 1979.

Ano	Valor a bordo no Brasil (em milhares de dólares)	% do açúcar no total das exportações	Mercado livre	CEE	Estados Unidos
1971	152.951	5,3	4,5	5,2	7,9
1972	403.548	10,1	7,5	6,8	8,5
1973	558.686	9,0	9,6	6,7	10,3
1974	1.321.932	16,6	29,9	10,6	29,5
1975	1.099.773	12,7	20,6	15,4	22,5
1976	306.537	3,0	11,6	13,4	13,3
1977	462.704	3,8	8,1	14,0	11,0
1978	350.064	2,8	7,8	15,9	14,0
1979	363.809	2,4	9,7	19,3	15,5

FONTE: Compilado de Abbott (1990), FIBGE (1990), FAO (1992), BACEN (1989 e 1991) apud Shikida (1998).

Os preços da tabela acima para os mercados livres condizem com os da tabela 2. Deve-se observar, porém, que os preços da tabela 2 são US\$ dólar/toneladas, enquanto que os da tabela 4 são US\$ cents/libra – libra inglesa corresponde a 453,592 gr.

Com as quedas dos preços internacionais do açúcar verificada nos anos de 1974 até 1978 (tabela 2) e o aumento das pressões políticas por parte dos usineiros para solucionar a crise de instabilidade da agroindústria açucareira - que já era histórica -, pôde o setor direcionar esforços para dar início a tal Programa. Outro acontecimento que concorreu para retardar o lançamento do PROÁLCOOL, foi a descoberta de petróleo na Bacia de Campos. De acordo com as argumentações anteriormente enfatizadas, percebe-se que a crise do petróleo e a crise da

agroindústria canavieira contribuíram para viabilizar o surgimento do PROÁLCOOL (Shikida, 1998).

A “orquestração” de interesses para viabilização do PROÁLCOOL englobou os empresários das usinas e destilarias, o Estado, o setor de máquinas e equipamentos e a indústria automobilística. Para os usineiros tratava-se de diversificar a produção, de “criar” um novo mercado diante das freqüentes crises da economia açucareira. A questão crucial que se colocava para a agroindústria canavieira era o que fazer com um parque produtivo que precisava avançar tecnologicamente e que estava com tendência à sobrecapacidade (Ramos & Belik, 1989).

Segundo Belik (apud Shikida, 1998), com o PROÁLCOOL, o setor de máquinas e equipamentos (indústria de bens de capital) vislumbrou um quadro de continuidade do crescimento que havia sido iniciado ao final da década de 60 e que atingiu o seu auge no período do “milagre” econômico do País.

As mudanças por que passou a agroindústria canavieira para a implementação do PROÁLCOOL, capitaneadas pela interação estratégica de interesses privados e públicos ante uma condição histórica particular - crise da economia açucareira e choque do petróleo -, possibilitaram a ocorrência de uma série de inovações. Desta forma, podem ser consideradas inovações: o “novo” produto dessa agroindústria - o álcool combustível; suas modernas técnicas de produção; o “novo” mercado criado e as novas composições agroindustriais instituídas - destilarias autônomas; além do “novo” motor adaptado ao uso desse combustível. Na realidade, é preciso reforçar que experiências sobre a utilização do álcool combustível para veículos automotores remontam à segunda década do século passado. Todavia, o maior desenvolvimento tecnológico não só dos motores a álcool, como também deste próprio produto para fins carburantes, só veio lograr êxito com o PROÁLCOOL (Shikida, 1998).

Os instrumentos básicos para implementação do PROÁLCOOL em sua primeira fase consistiam no estabelecimento de preços remuneradores ao álcool através da paridade com o preço do açúcar, na garantia da compra do produto pela PETROBRÁS e na criação de linhas de crédito para financiamento das fases agrícola e industrial (Moreira E., 1989).

Um programa do vulto do PROÁLCOOL, que pretendia inserir com sucesso o álcool na matriz energética brasileira, necessitava de um extraordinário

volume de investimentos na agroindústria canavieira, haja vista a infra-estrutura até então existente, voltada, basicamente, a atender as demandas de alguns setores tradicionais, dentre os quais: cosméticos, produtos farmacêuticos, bebidas e química (detergentes, tintas, vernizes, etc). De 1975 a 1980 foram investidos no PROÁLCOOL US\$ 1,019 bilhão, sendo 75% desta quantia advindos de recursos públicos e 25% advindos de recursos privados (Lopes, 1996).

Para Goldin & Rezende (1993), embora o PROÁLCOOL estivesse inteiramente a cargo do setor privado - o qual diga-se de passagem, é de capital nacional -, seu notável crescimento dependeu de amplas subvenções governamentais. Trata-se, pois, de um caso onde o Estado interferiu no padrão de busca das empresas da agroindústria canavieira, após processos interativos dos ajustes de interesses junto à iniciativa privada.

Cabe frisar que, nessa primeira fase, o PROÁLCOOL teve como diretriz básica a ênfase no aproveitamento da capacidade ociosa das destilarias anexas às usinas de açúcar pré-existentes, no sentido de contribuir para a produção de álcool anidro correspondente ao adicionamento à gasolina. Os estados mais beneficiados com esta política foram, inicialmente, São Paulo, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro que, reunidos, detiveram cerca de 80,8%, em média, do número de destilarias no triênio 1977-1979 (Tabela 5). Neste contexto, a participação das destilarias e usinas de São Paulo no total nacional foi de, respectivamente, 49,9% e 37,3%, em média. O Centro-Sul foi responsável por 58,6% do número de usinas e por 73,8% do número de destilarias. Se considerarmos o total de cana moída segundo o destino (açúcar ou álcool), verificaremos a participação de São Paulo no total nacional de, respectivamente, 45,0% e 75,5%, em média, para as safras 1978/79 e 1979/80. Nesta relação, o Centro-Sul foi responsável por, respectivamente, 62,8% e 83,3%. Estas constatações retratam a superioridade, em termos do número de estabelecimentos e do total de cana moída segundo o destino, de São Paulo perante os demais estados da União e da macrorregião Centro-Sul frente à macrorregião Norte/Nordeste, denotando o caráter diferenciado da evolução da agroindústria canavieira.

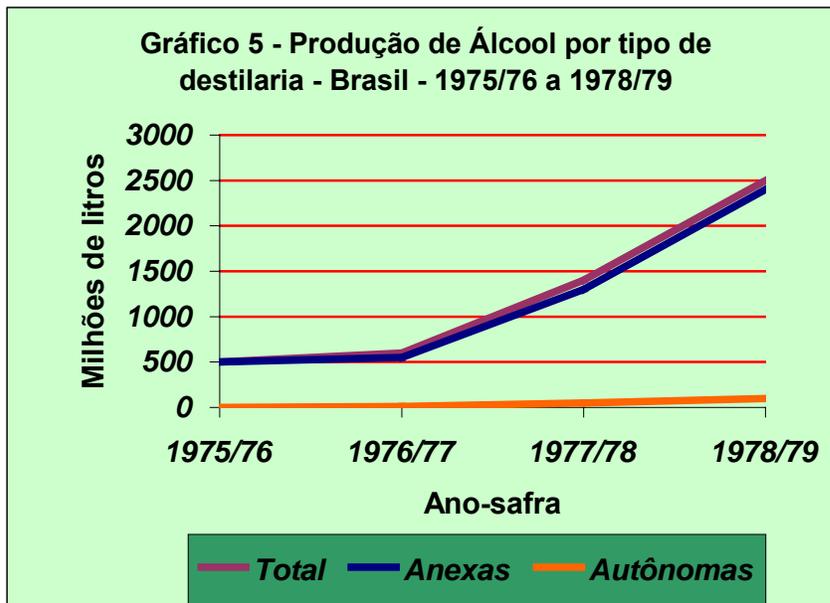
**TABELA 5** Distribuição espacial das usinas de açúcar (U) e destilarias de álcool (D) no Brasil, segundo macrorregião (Centro-Sul; Norte/Nordeste) e principais estados produtores - 1975 a 1979.

ANO	BRASIL		SP		MG		RJ		CENTRO-SUL		PE		AL		NORTE/NORDESTE	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
75	209	...	79	...	14	...	17	...	123	...	36	...	27	...	86	...
76	205	...	77	...	14	...	17	...	121	...	36	...	27	..	84	...
77	206	128	77	69	14	8	17	12	121	99	36	21	27	4	85	29
78	206	150	76	75	14	10	17	16	120	112	36	25	27	5	86	38
79	206	170	76	78	14	9	17	18	120	118	36	25	27	13	86	52

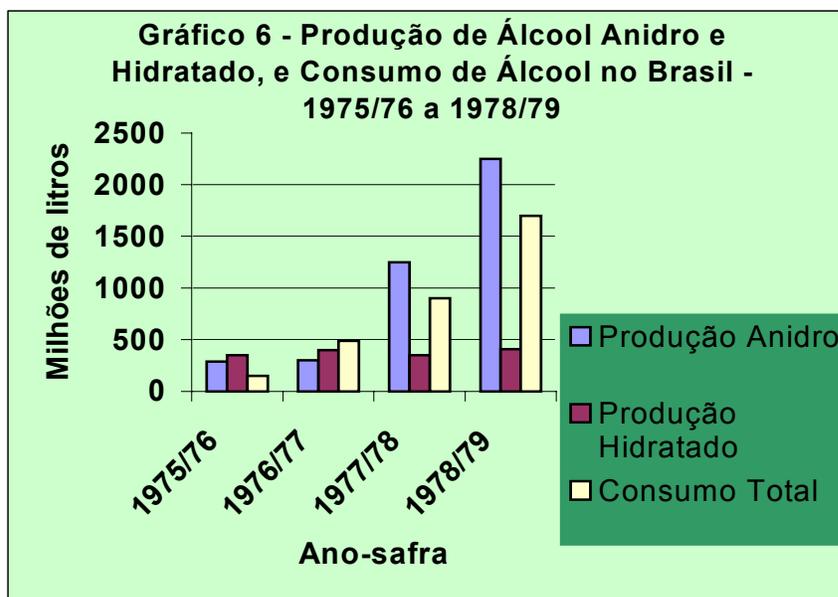
FONTE: Compilado do ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1978) – dados de 1975-76-77; e ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1981) – dados de 1978-79 apud Shikida (1998).

Nota: (...) significa dado não existente.

Para a primeira fase do PROÁLCOOL foi estabelecida a meta de produção de 3 bilhões de litros de álcool na safra 1979/80. Essa meta foi cumprida em 113,2%. Os gráficos 5 e 6 mostram, respectivamente, como a produção de álcool baseou-se sobremaneira em destilarias anexas e como foi expressiva a produção de álcool anidro durante a primeira fase do PROÁLCOOL.



FONTE: IAA (dados primários) apud Shikida (1998).



FONTE: IAA (dados primários) apud Shikida (1998).

### 1.3.4 A SEGUNDA FASE DO PROÁLCOOL

Nesta segunda fase do PROÁLCOOL (1980-1985), tendo-se iniciado um novo conflito no Oriente Médio entre Irã e Iraque, os preços do petróleo atingiram patamares elevados, subindo de US\$ 12,68, para US\$ 28,7 em 1980. Diante de uma majoração das taxas de juros internacionais, acelerou-se a implementação do uso do álcool hidratado como combustível único e deu-se mais ênfase à implantação de destilarias autônomas (Shikida, 1998). Conforme Magalhães (1991, p.19); “apenas nesse momento o governo brasileiro toma plena consciência da gravidade e permanência da crise petrolífera”.

Ainda nesse período verificaram-se três movimentos - não estanques - importantes para uma maior alavancagem do PROÁLCOOL.

Primeiro, no âmbito da agroindústria canavieira, intensificou-se a produção de álcool hidratado a partir da expansão das destilarias autônomas - estas independentes das usinas existentes e voltadas unicamente para a produção alcooleira. Durante a primeira fase do PROÁLCOOL a produção de álcool anidro aumentou quase 12 vezes, enquanto a produção de álcool hidratado duplicou. Já durante a segunda fase a produção de álcool anidro não chegou nem a duplicar, enquanto a produção de álcool hidratado aumentou quase 13 vezes (Shikida, 1998).

Segundo, a PETROBRÁS continuou responsável pela comercialização do álcool, dando ao produtor certa garantia de compra do produto, além de dividir com os produtores parte dos custos de estocagem (Olalde, 1993). Foram tomadas medidas inovadoras de estímulo ao uso do veículo movido exclusivamente a álcool, como a redução da alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) em 1982, da Taxa Rodoviária Única (atual Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores) para veículos privados dessa natureza, isenção do IPI para táxis a álcool e o estabelecimento de um limite do preço ao consumidor de álcool hidratado (Olalde, 1993). Foi definida, também, a obrigatoriedade de adicionamento de 22% de álcool anidro à gasolina ( ANP portaria nº 221 de 25.06.81 apud Shikida, 1998). Para os produtores de álcool, foi instituída uma melhora nos preços desse produto com a redução da paridade de 60 kg de açúcar por 44 litros de álcool, para 60 kg de açúcar por 38 litros de álcool, tornando mais compensador a produção do álcool (Shikida, 1998).

O terceiro impulso à alavancagem do PROALCOOL ocorreu nos âmbitos da indústria de máquinas e equipamentos para a agroindústria canavieira e na indústria automobilística, onde foram estimuladas suas produções diante da possibilidade de expansão de mercados para seus produtos. Especificamente para a indústria automobilística, entre 1975 a 1979, foram intensificadas algumas pesquisas visando otimizar a utilização do álcool hidratado como combustível único (Moreira, E. 1989).

Nessa segunda fase do PROÁLCOOL a orquestração de interesses foi ainda mais intensa do que na primeira fase, haja vista conseguir reunir interesses que foram desde a indústria de bens de capital até o consumidor final - ou seja, o proprietário de automóvel movido a álcool hidratado - passando por setores como a agricultura, indústria e serviços (Belik, 1992). Segundo Ricci et al ( p.130, 1994), "(...) a consolidação do Programa Nacional do Álcool passou a envolver múltiplos interesses para os quais era fundamental." Outrossim, novamente e de uma forma mais intensa do que na primeira fase, o Estado contribuiu para direcionar as empresas da agroindústria canavieira, para a produção de álcool hidratado.

Devido à nova amplitude, um maior volume de recursos deveria ser investido na segunda fase do PROÁLCOOL. Com efeito, aproximadamente US\$ 5,406 bilhões foram investidos neste Programa entre 1980 e 1984, dos quais 56% sendo capital público e 44% capital privado (Lopes, 1996). Em relação ao período anterior (1975 a 1980), esta monta expressa um crescimento da ordem de 430,5%. Verifica-se a diminuição do percentual do capital público nesse Programa (de 75% passou para 56%).

Cabe destacar algumas considerações relativas à alteração geográfica da produção alcooleira nacional (Ricci et al., 1994). Primeiro, registrou-se o fortalecimento da produção alcooleira em regiões e estados já tradicionais nesse segmento produtivo: São Paulo e Rio de Janeiro (no Sudeste), Alagoas e Pernambuco (no Nordeste). Segundo, a expansão, na área alcooleira, de outros estados dotados de uma razoável infra-estrutura agroindustrial canavieira, direcionada praticamente para a produção açucareira, como Minas Gerais, Paraná, Paraíba e Rio Grande do Norte. Terceiro, estados como Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, sem nenhuma tradição anterior na agroindústria canavieira, passaram a ganhar destaque com produção de álcool (Shikida, 1998).

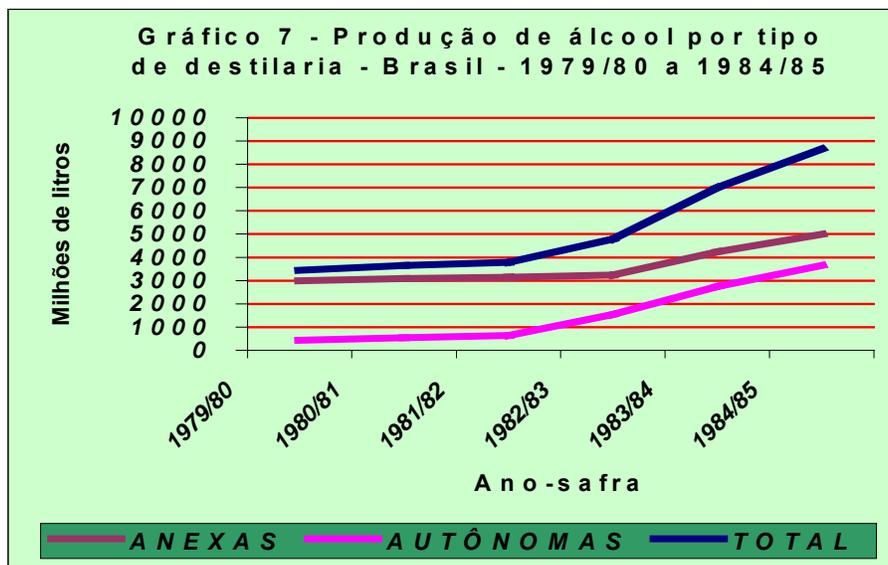
A tabela abaixo, através de um quadro mais abrangente da evolução da capacidade alcooleira do Brasil – onde se destacam a capacidade anterior, a capacidade criada pelo PROÁLCOOL (até 1985) e a capacidade total, contribui para avaliar melhor as observações apresentadas no parágrafo anterior. Convém observar que aumentos absolutos das produções não necessariamente representam melhorias relativas na participação (%) no total nacional.

**TABELA 6** Evolução da capacidade de produção de álcool no Brasil, 1974/1985 (em milhões de litros/safra).

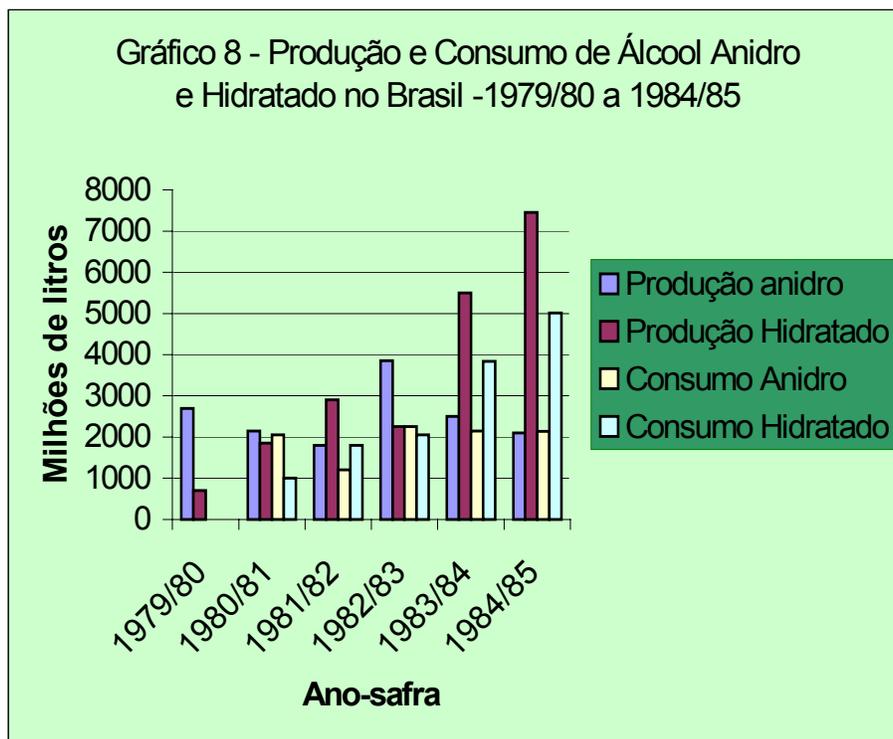
Região	Capacidade anterior ao PROÁLCOOL	%	Capacidade criada pelo PROÁLCOOL	%	Capacidade total	%
Norte	5,4	1,3	153,5	1,3	158,9	1,3
Nordeste	111,9	26,8	2.278,8	19,0	2.390,7	19,2
Sudeste	252,8	60,4	7.282,9	60,5	7.535	60,5
Sul	48,3	11,5	870,8	7,2	919,1	7,4
Centro-Oeste	-	-	1.450,4	12,0	1.450,4	11,6
Brasil	418,4	100,0	12.036,4	100,0	12.454,8	100,0

FONTE: Elaborada a partir de dados da CENAL.

Os empresários tradicionais do setor passaram a concentrar maiores esforços, durante a segunda fase desse Programa, na produção de álcool hidratado (vide Gráfico 7). Por outro lado, diante da revigorada série de vantagens concedidas pelo Estado, subsidiando o uso do carro movido a álcool hidratado, a proporção de vendas de veículos movidos a esse combustível saltou de 28,5% em 1980, para 96,0% em 1985. Os resultados foram, portanto, excepcionalmente bons (ANFAVEA, 2000). Os resultados obtidos com o estímulo da produção e consumo desse tipo de combustível podem ser visualizados no Gráfico 8.



FONTE: IAA (dados primários) apud Shikida (1998).



FONTE: IAA (dados primários) apud Shikida (1998).

Sem dúvida, os fatos acima relatados deram novo ímpeto ao PROÁLCOOL. A Tabela 7 confirma, através do destino da cana moída, o notável crescimento do Programa entre 1980-1985.

**TABELA 7** Destinação de cana moída no Brasil - 1977/78 a 1985 (em 1000 toneladas).

Ano-safra	Produção para álcool	%	Produção para açúcar	%
1977/78	3.457	3,3	101.176	96,7
1978/79	17301	15,8	92413	84,2
1979/80	32.608	27,8	84.717	72,2
1980/81	37.813	28,6	94.249	71,4
1981/82	42.205	31,7	91.081	68,3
1982/83	64.675	38,8	101.981	61,2
1983/84	92.856	46,9	105.149	53,1
1984/85	96.679	47,9	105.137	52,1

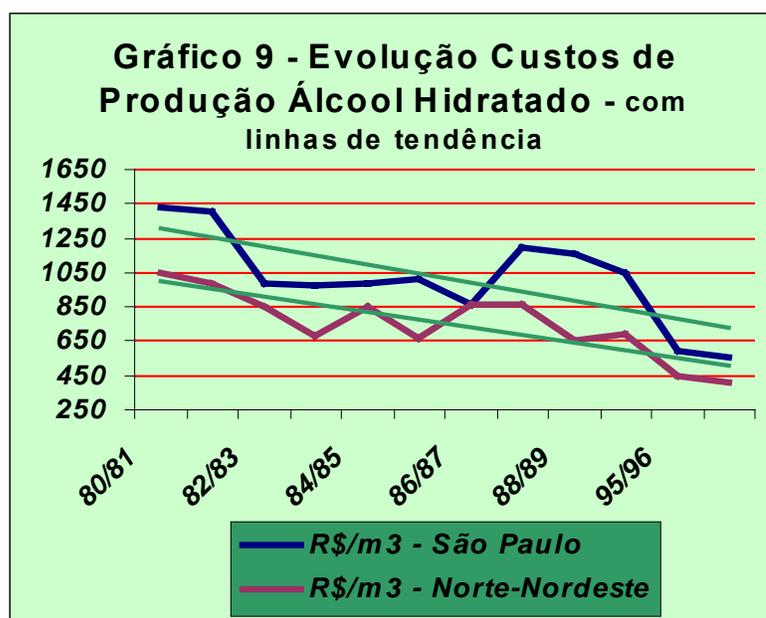
FONTE: Compilado do IAA - dados primários - dados de 1977/78 a 1980/81; ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1983, 1984, 1985 e 1986) - para 1981/82 a 1984/85 apud Shikida (1998).

A destinação da cana moída evidencia não somente aumento dirigido para a produção de álcool, como as oscilações do destino de cana moída para a produção de açúcar. Na tabela acima, vemos que a cana moída para a produção de açúcar cai a partir de 1978/79, não alcançando o mesmo percentual de antes em todo o período que se estende até 1982/83.

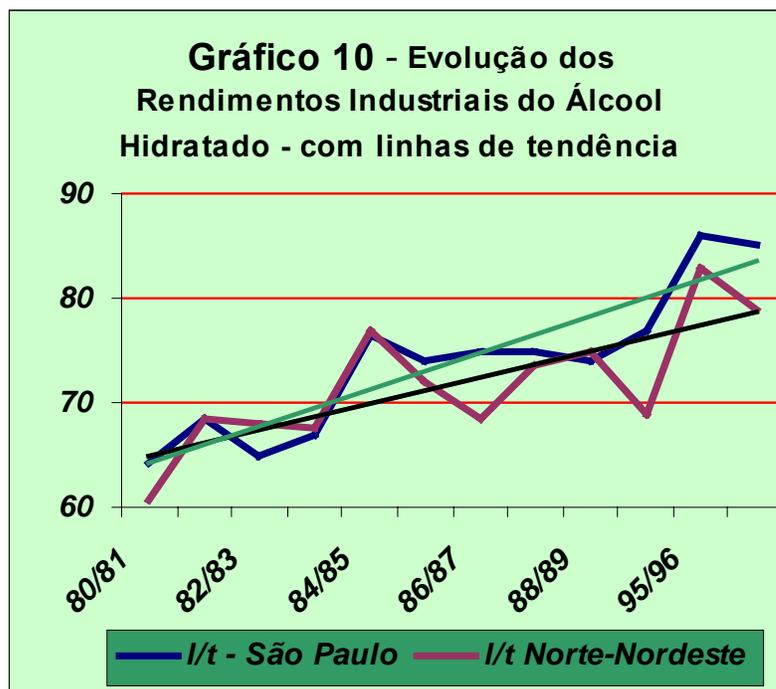
Simultâneos à ampliação do PROÁLCOOL durante 1980/85, ocorreram novos desenvolvimentos tecnológicos que abriram perspectivas de mudanças na dinâmica da agroindústria canavieira. Macedo (1996) assinala a ocorrência de uma nova fase, basicamente a partir de 1981-82 e que se prolongou até 1985, caracterizada pela busca de maior eficiência na conversão da sacarose para o produto final e nas reduções de custo de produção. Com efeito, em 1983 surgiu uma

inovação substancial no método de pagamento da cana, deixando de ser por tonelada de cana (aspecto quantitativo) e passando a ser pelo teor de sacarose e pureza do caldo (aspecto qualitativo). Desse modo, priorizando a cana de melhor qualidade, os fornecedores teriam de se adequar tecnologicamente ao novo processo de pagamento. Este desenvolvimento tecnológico contribuiu para ganhos de eficiência em termos de rendimento agrícola, diminuição dos custos de produção e para o aumento da rentabilidade industrial, de forma mais significativa no Centro-Sul – que investiu mais em tecnologia – que no Nordeste (Shikida e Bacha, 1998).

Esta diferenciação na evolução dos custos de produção e rendimentos industriais do álcool hidratado pode ser visualizada nos gráficos abaixo:



FONTE: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Instituto Brasileiro de Economia apud Agroanalysis (2000).  
Nota: Em R\$ março/2000.



FONTES: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Instituto Brasileiro de Economia apud Agroanalysis (2000).

Como vemos nos gráficos acima, no fim da segunda fase do PROÁLCOOL as disparidades regionais apresentaram um dinamismo próprio, e a partir da terceira fase desse Programa (1986-1995), irá acentuar-se a tendência gradual de afastamento do Estado intervencionista e a crise do álcool enquanto alternativa energética (Shikida, 1998), como analisaremos a seguir.

### 1.3.5 A TERCEIRA FASE DO PROÁLCOOL

O período entre 1986 – 1995 é caracterizado junto à literatura pertinente como período de crise do PROÁLCOOL. Em 1985 o PROÁLCOOL começou a enfrentar sérias restrições, seja porque não havia mais condições de sustentar os elevados subsídios que o viabilizaram, dada a crise das finanças públicas brasileiras, e também porque o combate à inflação passou a ser prioridade (Shikida e Bacha, 1998a). Em Fausto (2001), vemos que no Brasil o problema da dívida interna e

externa subsistia a longo prazo, assim como o da inflação que chegou a 235,5% nesse mesmo ano.

Entre 1985 e 1990 foram investidos no Programa Nacional do Álcool cerca de US\$ 0,511 bilhão, dos quais 39% sendo capital público e 61% capital privado (Lopes, 1996). Após ter atingido seu auge em termos de recursos investidos em 1980-1984, este valor foi o menor já investido numa fase do PROÁLCOOL, significando, respectivamente, 50,1% e 9,5% das quantias aplicadas na primeira e segunda fases desse Programa (Shikida, 1998).

Além da retirada gradual da participação dos investimentos públicos no PROÁLCOOL, antecipando uma tendência de afastamento do Estado intervencionista na agroindústria canavieira (Eid, 1996), a partir da safra 1986/87 começa a despontar a crise no abastecimento de álcool, uma tônica presente em grande parte do Programa. Conforme se pode constatar através da Tabela 8, o descompasso entre a produção e o consumo de álcool no Brasil não foi um fenômeno fortuito. Nas safras 1986/87, 87/88, 88/89, 90/91, e para os anos civis de 1993, 1994 e 1995, o consumo de álcool anidro foi maior do que sua produção. Já o consumo de álcool hidratado foi maior do que sua produção nas safras 1986/87, 88/89, 89/90, e para o ano civil de 1994. O consumo de álcool total (anidro + hidratado) superou sua produção nas safras 1986/ 87, 88/89 e 89/90, e para os anos civis de 1993, 1994 e 1995.

**TABELA 8** Produção e consumo de álcool anidro e hidratado no Brasil 1985/86 a 1995 (em milhões de litros).

Safra ou ano	Produção de Anidro	Produção de Hidratado	Produção total	Consumo Anidro	Consumo Hidratado	Consumo total
1985/86	3.200,0	8.621,0	11.821,0	2.212,6	6.761,7	8.974,3
1986/87	2.163,1	8.352,9	10.516,0	2.426,1	8.760,3	11.186,3
1987/88	1.983,7	9.470,2	11.453,9	2.012,0	8.983,1	10.995,1
1988/89	1.725,9	9.987,3	11.713,3	1.973,6	10.128,3	12.101,9
1989/90	1.451,7	10.429,2	11.880,9	1.332,5	10.614,8	11.947,3
1990/91	1.288,5	10.494,0	11.782,6	1.872,5	9.899,8	11.772,3
1991/92	1.986,8	10.765,3	12.752,1	1.756,2	10.031,2	1.787,4
1992	1.986,8	10.729,4	12.716,2	1.899,0	9.630,7	11.529,7
1993	2.216,4	9.480,6	11.697,0	2.548,3	9.404,4	11.925,7
1994	2.522,6	8.763,0	11.285,6	2.850,4	9.665,1	12.515,5
1995	2.869,1	9.837,7	12.706,8	3.367,8	9.722,0	13.098,8

FONTE: Compilado do IAA (dados primários) - produção de 1985/86; COPERSUCAR (1993) - produção de 1986/87 a 1991/92, e consumo de 1985/86 a 1991/92; DATAGRO (dados primários) - consumo de 1992 a 1995; e FNP Consultoria e Comércio/Associação das Indústrias de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (AIAA), citado por AGRIANUAL 97 - produção de 1992 a 1995 apud Shikida (1998).

Este desequilíbrio entre a oferta e demanda de álcool combustível levou à necessidade de importação do produto a partir de 1989, inclusive na forma de metanol, para adições à gasolina ou ao próprio álcool hidratado (Parro, 1996). Deve-se destacar que um dos objetivos do PROÁLCOOL, entretanto, foi a economia de divisas (via redução da dependência externa do petróleo) e a importação de álcool contradiz esta proposição, à medida que se reduz a importação do petróleo e cria-se a necessidade de importação do álcool combustível e/ou de similares (Shikida, 1998).

Enquanto pelo lado do Estado os recursos públicos investidos no PROÁLCOOL diminuam paulatinamente, pelo lado do produtor de álcool as instabilidades na produção contribuíam para sérios desequilíbrios entre a oferta e

demanda por este produto (tabela 8). Estes fatos têm duas explicações: segundo Magalhães (1991), houve na safra 1986/87 uma quebra de 1,4 milhão de metros cúbicos de álcool na produção do Centro-Sul, como conseqüência da falta de chuvas. O declínio se deveu, portanto, essencialmente a um fenômeno climático. Além disso, o governo optou por reduzir os investimentos no setor. Essa redução de investimentos baseou-se no relatório do Conselho Nacional de Energia que previa um acréscimo na produção entre 1985 e 1992 de 11,8 para 20 milhões de metros cúbicos. O investimento total necessário seria, em princípio, de certa de 1,7 bilhão de dólares. Este total poderia ser reduzido para 1,3 bilhão se o período de safra passasse de 180 para 210 dias, reduzindo a ociosidade do setor. Outros aperfeiçoamentos tecnológicos introduzidos nas unidades mais eficientes permitiriam igualmente o aumento da produção mediante simples investimentos.

Se a formação de expectativas está vinculada à vigência de um estado de confiança quanto ao futuro (Dosi, 1984 apud Shikida, 1998), podemos aferir que estes fatores teriam necessariamente de ser refletidos nos comportamentos de agentes econômicos de suma importância para o PROÁLCOOL: a indústria automobilística e o consumidor álcool combustível.

A Tabela 9 mostra como foi a evolução da proporção da venda interna de veículos desde 1976. Nota-se que, após evoluir de 28,5% para 88,5% nos primeiros quatro anos da década de 80, a venda de carros a álcool ultrapassou a casa dos 90% durante os quatro anos seguintes. A diminuição dessa participação no mercado ocorreria, porém, na década seguinte, já a partir do ano de 1990, quando passou de 61%, para apenas 13,2%. Dessa forma, enquanto em 1994 o veículo a álcool representou 12,2% do volume total das vendas de carros produzidos internamente, em 1995 a participação desse item chegou a ser de apenas 3,0%. Face a esta reação do mercado, dada pela combinação da diminuição da produção de veículos a álcool e redirecionamento do consumidor para o veículo a gasolina, motivados pelo desequilíbrio no abastecimento de álcool hidratado, a crise do PROÁLCOOL ganhou proporções que certamente comprometeram todo o arranjo institucional elaborado para o êxito deste Programa.

**TABELA 9** Vendas Internas de Veículos por Combustível.  
Participação em Porcentagem – 1976/2001

ANO	GASOLINA	ÁLCOOL	ANO	GASOLINA	ÁLCOOL
1976	100,0	-	1989	39,0	61,0
1977	100,0	-	1990	86,8	13,2
1978	100,0	-	1991	77,8	22,1
1979	99,7	0,3	1992	71,4	28,6
1980	71,5	28,5	1993	73,1	26,7
1981	71,3	28,7	1994	87,7	12,2
1982	61,9	38,1	1995	97,0	3,0
1983	11,5	88,5	1996	99,5	0,5
1984	5,4	94,6	1997	99,9	0,1
1985	4,0	96,0	1998	99,9	0,1
1986	7,9	92,1	1999	98,9	1,1
1987	5,6	94,4	2000	99,1	0,9
1988	11,6	88,4	2001	98,9	1,1

FONTE: ANFAVEA – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA/2001

Pergunta-se por que razão o PROÁLCOOL entrou numa fase tão crítica, se sua “orquestração” de interesses, outrora bem sucedida, aparentava-se razoavelmente consolidada? Sobre esta “orquestração” de interesses no âmbito do Estado, existem três frentes a serem discutidas a esse respeito: a posição da PETROBRÁS, a extinção de órgãos públicos ligados à agroindústria canavieira e a alteração do próprio perfil do Estado (Shikida, 1998).

Uma das estratégias que o Estado adotou para manter o PROÁLCOOL foi obrigar a PETROBRÁS a comprar o álcool combustível a um preço maior do que era estabelecido para a venda às distribuidoras e postos de serviços. A diferença, que inclui o prejuízo dessa operação e os custos de transporte, ficava a cargo dessa empresa estatal por determinação superior do seu acionista majoritário, ou seja, o Estado. Ademais, com a elevação do consumo de álcool combustível e a conseqüente diminuição do consumo de gasolina na segunda metade da década de

80, a PETROBRÁS, dado o caráter relativamente rígido do perfil de refino, viu-se obrigada a exportar os excedentes de gasolina a preços não convenientes (Belik, 1992). Isto ocorreu porque os preços internacionais deste produto ficaram relativamente baixos após a oferta excessiva verificada a partir de meados da década de 80 (Olalde, 1993), sendo esses preços de exportação da gasolina inferiores, inclusive, aos preços de importação do álcool, necessário para atender plenamente à demanda nacional (Abreu, 1996). Como o Estado deveria cobrir esta diferença de custo através da Conta-Álcool - dada pela equação do preço de venda do álcool (anidro + hidratado) ao consumidor menos o custo final do álcool combustível (Belik, 1992) - e, sendo os recursos gerados insuficientes para cobrir tais despesas, o que ocorreu novamente foi a transferência do ônus financeiro dessa atividade para a PETROBRÁS (Abreu, 1996).

Além do subsídio dado ao usineiro e da gravidade da Conta-Álcool, que representavam perda de receita dessa estatal e dívida para o Estado (Rennó, 1995), existe uma outra razão que motiva os interesses da PETROBRÁS contra o PROÁLCOOL. Trata-se do aumento da produção nacional de petróleo e a conseqüente diminuição da dependência externa desse produto. De fato, com a intensificação da exploração petrolífera no País a partir dos “choques” do petróleo, acrescida da descoberta de importantes reservas na Bacia de Campos, a produção nacional aumentou de 165 mil barris/dia na segunda metade da década de 70, para mais de 600 mil barris/dia no início da década de 90 (Olalde, 1993).

De acordo com Ricci et al. (1994), o governo Collor tinha como intenção implantar uma política neoliberal, propondo uma maior racionalização da máquina do Estado. Foi neste contexto político que o IAA, através da Medida Provisória nº 151, de 15/03/1990, foi extinto, passando posteriormente, suas atribuições para a Secretaria de Desenvolvimento Regional (SDR). A extinção do IAA teve forte efeito como indicador de uma tendência gradual de afastamento do Estado na economia canavieira, feita com a privatização das exportações do açúcar, antes de exclusividade do IAA e com o desmantelamento da pesquisa agrônômica nessa área, via remanejamento dos funcionários da PLANALSUCAR para algumas universidades federais (Shikida, 1998).

Não obstante a extinção do IAA, continuaram existindo algumas práticas reguladoras, como a fixação de quotas de produção, o planejamento de safra. A permissão para implantação de novas destilarias e usinas ficava à mercê de

autorização da SDR e foram mantidos os subsídios para os produtores do Norte/Nordeste - sob a forma de taxa de equalização de custo (Ricci et al., 1994).

O fato é que com a extinção de um órgão público como o IAA e também a extinção automática de outro importante órgão, voltado para a pesquisa agrônômica na lavoura canavieira - o PLANALSUCAR -, o PROÁLCOOL perdeu duas instituições que poderiam contribuir para criar condições de um desenvolvimento mais equilibrado do setor (Shikida, 1998).

Esse posicionamento do Estado também provocou efeitos em outros interesses do PROÁLCOOL. No âmbito da indústria de máquinas e equipamentos para a agroindústria canavieira, a situação generalizada de escassez de financiamentos interrompeu alguns processos de implantação ou ampliação de destilarias provocando incertezas naquela indústria decorrente da falta de encomendas (Belik, 1992). Para Parro (1996), a falta de confiança na garantia do abastecimento de álcool, o aumento gradativo do preço do álcool hidratado em relação ao da gasolina - a relação entre o preço do álcool e o da gasolina elevou-se para 64,5% em 1979 e para 80% em meados da década de 90 - e a diminuição do estímulo de menor IPI, fizeram com que as vendas de veículos a álcool caíssem (Shikida, 1998).

Percebemos assim que não coube outra saída à indústria automobilística senão diminuir a produção de veículos a álcool e aumentar a produção de veículos à gasolina, redirecionando suas trajetórias tecnológicas. Dessa forma, com a redução da produção de carros movidos a álcool hidratado e aumento da produção de carros movidos à gasolina (com 24% de álcool anidro), diminuiu-se o consumo do primeiro e elevou-se a quantidade consumida do segundo (Gráficos 11 e 12).



FONTE: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Instituto Brasileiro de Economia apud Agroanalysis (2000)



FONTE: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Instituto Brasileiro de Economia apud Agroanalysis (2000).

## **2 VIABILIDADE DOS CARROS A ÁLCOOL**

### **2.1 EVOLUÇÃO DOS CARROS A ÁLCOOL**

O Brasil é um dos países em que mais se desenvolveu a tecnologia de motores de combustão interna de ciclo Otto, movidos a álcool etílico hidratado ou a álcool metílico. Para tanto, foram necessárias modificações no veículo: em função de seu calor latente de vaporização mais elevado, a tubulação de admissão foi reprojeta a fim de permitir fornecimento de mais calor; os calibres de vazão de combustível foram aumentados a fim de alterar a relação ar/combustível; foi instalado um sistema auxiliar, com injeção de gasolina, para facilitar a partida em dias frios; o carburador sofreu tratamento superficial anticorrosivo à base de níquel; o revestimento de estanho e chumbo do tanque de combustível passou a ser de estanho puro; o revestimento de zinco da bomba de combustível passou a ser de cádmio cromatizado; o tubo de aspiração de combustível, de aço zincado, foi substituído por tubo de latão cadmiado; o sistema de filtragem foi redimensionado para atender a uma vazão mais elevada de combustível (Larousse,1999).

A fim de aproveitar a maior resistência do álcool à detonação, a taxa de compressão do motor foi elevada para 10:1 ou 12:1, com conseqüente elevação do rendimento térmico do motor, o que exigiu novo projeto dos pistões e juntas de vedação. As sedes de válvulas, quando de ferro fundido, foram substituídas por ligas sintetizadas ferro-cobalto, fazendo, desta forma, frente à falta de lubrificação provocada pela retirada do chumbo tetraetila. As hastes das válvulas passaram a ser cromadas, e as cabeças, por sua vez, aluminizadas. No sistema de ignição foi aumentada a tensão nas velas (através da introdução do sistema transistorizado sem platinado), foi introduzida nova curva de avanço na inflamação e passaram a ser utilizadas velas de reduzido valor térmico. A curva de potência do motor foi reprojeta para maior conjugado a baixas rotações e potência moderada a altas rotações, o que exigiu, em conseqüência, alteração da transmissão e redução do eixo motor (Larousse,1999).

Todas essas modificações fizeram com que os motores movidos a álcool hidratado tivessem um ganho percentual de eficiência superior aos motores à gasolina. Conforme podemos confirmar na tabela à página seguinte, de fato, entre

1983 e 1985 o desempenho dos veículos a álcool em termo de litros por quilômetros melhorou em média de 8,08% contra 7,69% nos veículos à gasolina. A diferença de ganho de desempenho pode ser pequena (0,4%), mas temos que levar em conta que os motores à gasolina estão há mais de cem anos sendo desenvolvidos, enquanto que somente no final da década de 70 os veículos a álcool passaram a ser objetos de pesquisa e desenvolvimento (adaptação de veículos ao uso do álcool carburante, aperfeiçoamentos, etc).

**TABELA 10** Ganho de eficiência dos veículos a álcool em comparação com modelos à gasolina

	ANO Km/l			GANHO%	
	1983	1984	1985	84/85	83/85
ÁLCOOL					
FIAT	9,65	9,84	10,11	2,74	4,77
FORD	8,95	9,44	10,43	10,49	16,54
GMB	9,59	10,18	10,01	(1,67)	4,38
VWB	9,44	9,78	10,14	3,68	7,42
MÉDIA GERAL	9,40	9,81	10,16	3,57	8,08
GASOLINA					
FIAT	12,83	13,19	12,73	(3,49)	(0,78)
FORD	11,78	12,17	12,79	5,09	8,57
GMB	11,30	11,59	11,58	(0,08)	2,48
VWB	11,78	12,56	12,94	3,02	9,85
MÉDIA GERAL	11,70	12,36	12,60	1,94	7,69

FONTE: MAGALHÃES, KUPERMAN e MACHADO (1991, p.96).

Este ganho percentual em eficiência não bastava para viabilizar suas vendas, pois a diferença era pequena demais para ser percebida pelos consumidores. Além disso os motores a álcool tinham e ainda têm um consumo superior. Logo, teria que se encontrar uma solução para torná-los atrativos.

## 2.2 CUSTO KM RODADO

Para que os carros a álcool hidratado sejam viáveis, faz-se necessário uma compensação, ou seja, se o rendimento por Km rodado do álcool é inferior ao rendimento do Km rodado da gasolina, o combustível tem que ser proporcionalmente mais barato, estabelecendo-se um índice de indiferença técnica.

Em meados dos anos 80, segundo Magalhães et al. (1991. P.184) “no que se refere ao incentivo de preços, adotou-se a norma de que o custo do álcool carburante seria igual 65% do preço da gasolina, essencialmente para compensar uma quilometragem inferior por litro de combustível dos veículos a álcool (cerca de 20% menor)”. Assim, se em 1986 o preço da gasolina fosse R\$ 2,00, o do álcool seria R\$ 1,30 (65%), podendo atingir no máximo R\$ 1,60 (80%).

O cálculo desse índice de indiferença técnica é relativamente simples: trata-se de obter o mesmo preço por quilômetro rodado para a gasolina e o álcool, levando-se em consideração os preços por litro dos dois combustíveis e o rendimento médio dos veículos à gasolina e a álcool ( Alimandro, 2002).

Para exemplificarmos o cálculo do índice de indiferença técnica, no caso da tabela 10, se fizéssemos uma média da média geral de Km rodados para os carros à gasolina, obteríamos 12,22 Km/l, já para os a álcool, seria 9,79Km/l (note que a variação percentual do exemplo é de, aproximadamente, 0,8. Assim, se um carro percorresse 100 Km, seu consumo, caso fosse a gasolina, seria de 8,18 litros, caso fosse a álcool, seria de 10,21 litros (possuindo a mesma variação percentual). Ora, para que ambos os carros fossem atraentes ao consumidor final, seria necessário que ambos os veículos tivessem o mesmo custo neste percurso. Dessa forma, se o valor da gasolina nesta época fosse hipoteticamente R\$ 2,00, este motorista gastaria R\$ 16,36 (8,18 l. x R\$ 2,00). O motorista do carro a álcool, fazendo o mesmo percurso e tendo que gastar também R\$ 16,36, teria, por sua vez, que ter acesso ao álcool ao preço máximo de R\$ 1,60 ( $R\$16,36 : 10,21$ ). Assim mantém-se o índice de indiferença técnica de 80% do preço da gasolina conforme a tabela anterior.

Salientamos, contudo, que este índice de indiferença técnica utilizado para calcular o preço máximo para o álcool alterou-se ao longo dos anos. Os mesmos podem ser vistos na tabela seguinte:

**TABELA 11** Evolução da relação de preços álcool / gasolina  
1979/1993

ANO	relação preço alc/gas	ANO	Relação preço alc./gas
1979	-	1994	78.8
1980	53.9	1995	81.0
1981	61.2	1996	84.5
1982	58.7	1997	84.7
1983	58.9	1998 até jul após ago(a)	84.9
1984	64.9		
1985	64.9	1999 mar(b) mai(c) ago(d) out dez	71.3
1986	65.0		
1987	65.2		
1988	68.9		
1989	75.1		
1990	75.1	total ano	-
1991	78.0		
1992	78.1	jan/2000	68.1
1993	78.6		

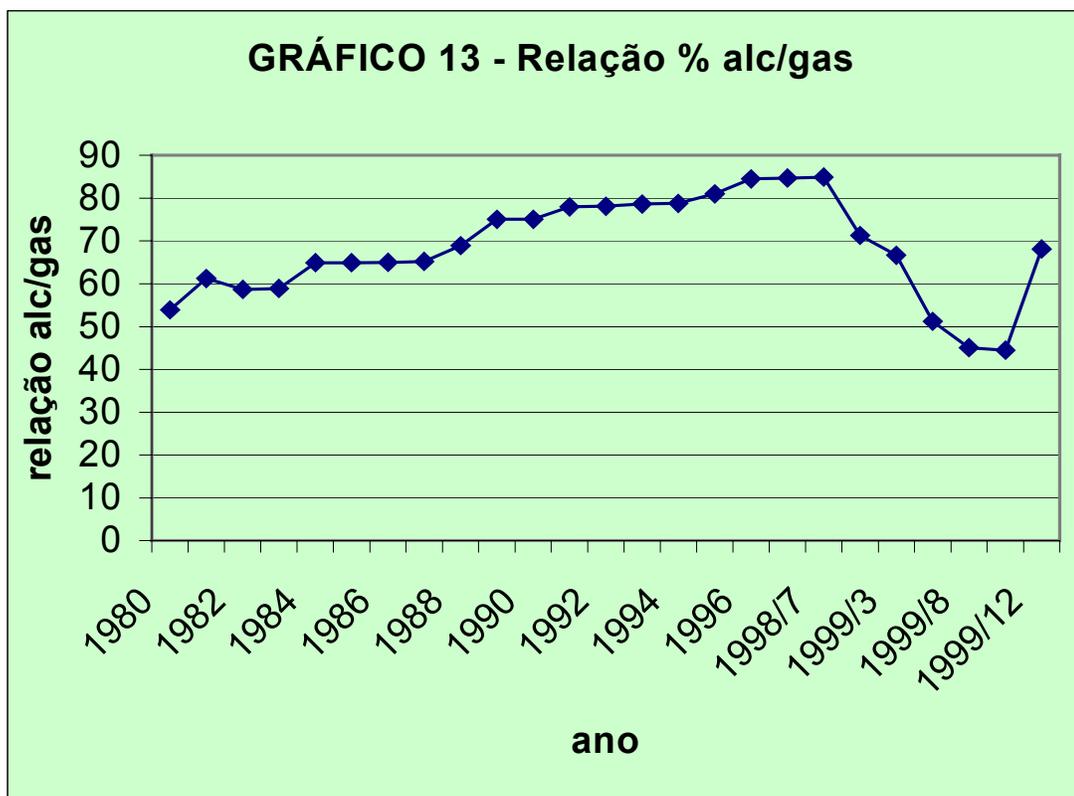
FONTE: ANFAVEA (2001).

Nota: (a): decreto no. 2.706 de 03/08/1998, (b) decreto no. 2.980 de 03/03/1999 ( c): decreto no. 3.069 de 27/05/1999, (d): decreto no. 3.158 de 30/08/1999

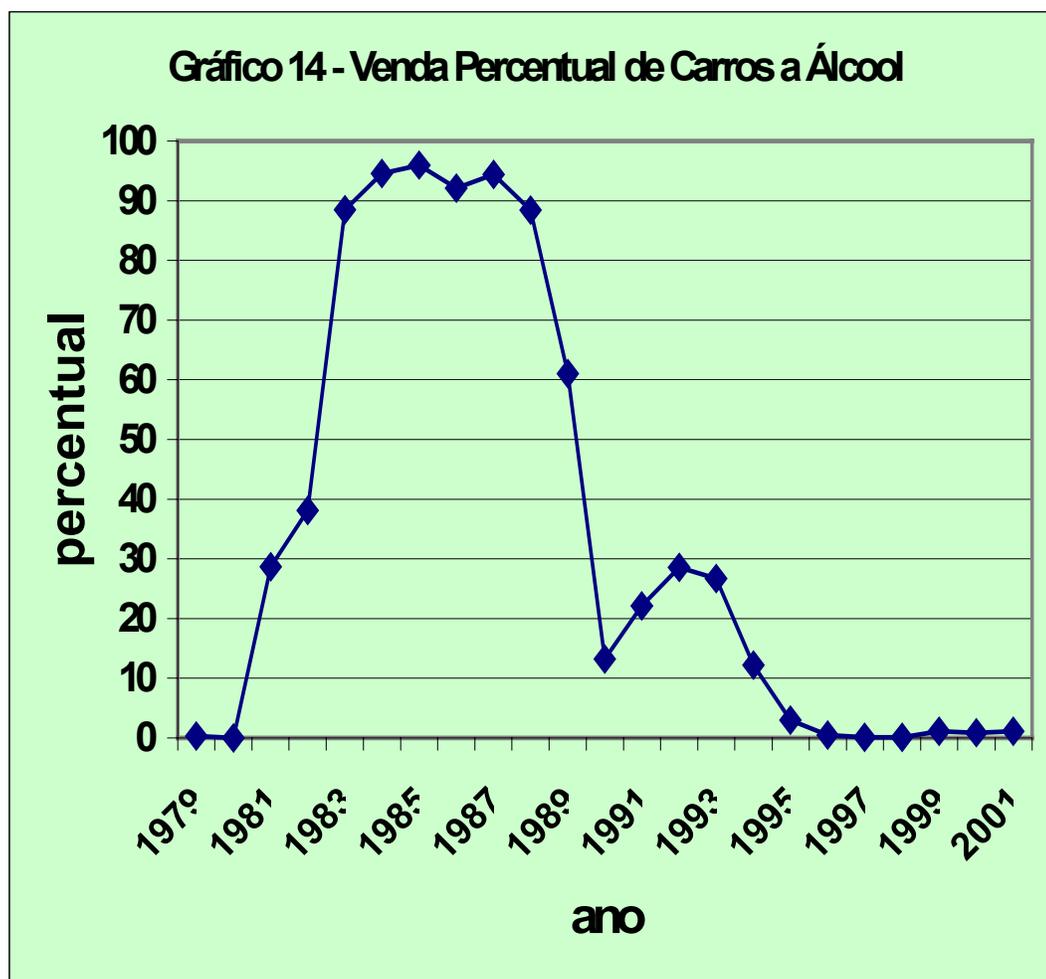
Em 2001, este limite de preço correspondia a 70-75% do valor da gasolina (Pinazza e Alimandro, 2001).

Como vimos, a visão do governo com relação a estes veículos era a da manutenção do “índice de indiferença técnica”. O interessante é que vários autores recentes também aceitam a visão de que o importante para haver uma demanda espontânea por veículos movidos a álcool em uma situação de livre mercado, é manter esta diferença de preço entre os combustíveis. Ora, ao relacionarmos entre si os gráficos 13 e 14, vemos que isso não se sustenta, pois nos anos posteriores a 1997 a relação percentual álcool/gasolina aumentou, havendo maior disparidade entre os preços dos dois combustíveis, fato que deveria ter provocado aumento nas vendas de carros a álcool. No entanto isto não ocorreu, pois enquanto os preços do álcool continuavam a ser inferiores aos da gasolina, as vendas de carros a álcool

despencavam. Esse fato teve sua origem, conforme mencionado na seção 1.3.5 – Terceira fase do PROÁLCOOL, na crise de abastecimento ocorrida no período 86/95 a qual gerou falta de confiança na garantia do abastecimento de álcool (Shikida, 1998) e a conseqüente perda de interesse do consumidor pelo mesmo.



FONTE: ANFAVEA (2001).



FONTE: ANFAVEA – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA/2001

Percebemos, portanto, que devem existir outras variáveis que influem na escolha do consumidor. Talvez os cálculos do “índice de indiferença técnica”, por usarem hipóteses simplificadoras (como o uso de médias), tornem o exercício da comparação um pouco irrealista. Assim, é de suma importância analisarmos a real influência dos preços dos combustíveis na demanda por veículos a álcool. Além disso, aproveitaremos para verificar o índice de influência que uma maior diferença de IPI dos carros a álcool exerce nas vendas dos carros movidos a esse combustível

para que haja demanda espontânea dos mesmos. Isto será feito através de estudo econométrico apresentado na seção seguinte.

### **3 ESTUDO ECONOMÉTRICO**

#### **3.1 O MODELO GERAL**

Segundo Hill et al. (2000), o modelo de regressão simples, com uma variável explicativa, aplica-se a várias situações. A maioria dos problemas, entretanto, envolve duas ou mais variáveis explicativas que influenciam a variável dependente  $y$ , como é o nosso caso. Na equação de demanda, procuramos verificar a influência que os preços relativos álcool / gasolina e incentivos fiscais, exercem em condições de livre mercado, para existir demanda espontânea por carros a álcool hidratado.

Muitos eventos mudam com o tempo, dependendo do valor de sua própria grandeza. Analogamente, a quantidade de dinheiro em uma conta bancária a juros, cresce dependendo da quantidade de dinheiro na conta. Ou seja, as quantidades resultantes guardam relação com as quantidades já existentes. Assim, a demanda sofre a influência do que já estava presente. Em outras palavras, uma mudança no nível de vendas em um período afetará o nível de vendas em outros, por motivo de substituição ou imitação. Para expurgar essas influências, utiliza-se os logaritmos naturais (Munem e Foulis, 1982). Em virtude disso, decidimos utilizá-los em nosso estudo econométrico, pois a venda de veículos em um mercado de livre concorrência também guarda relação com os veículos já em circulação. Além disso, usar logaritmos permite a interpretação dos coeficientes como elasticidade, o que é prático.

Lançamos inicialmente a hipótese de que a demanda de carros a álcool hidratado esteja relacionada com os preços dos combustíveis, ou seja, que ela dependa dos preços do álcool hidratado e da gasolina, afinal, o custo para rodar um veículo é determinante na escolha do tipo de combustível (Pinazza e Allimandro, 2001). Além disso, supomos que a demanda seja também influenciada pela diferença de alíquota no IPI praticado. Os preços dos automóveis não foram incluídos pelo fato dos mesmos serem similares, sendo a diferença de alíquota de IPI o motivo pelo qual o valor pago pelo veículo é diferente. Ao efetuarmos os

cálculos pelo imposto cobrado e não pelo valor do produto, utilizou-se a variável original e não o resultado dela (preço final dos veículos). Acresceu-se, ainda, outras duas variáveis: a crise de abastecimento ocorrida nas safras 1986/87, 88/89, 89/90, e para o ano civil de 1994 e a variável de tendência. O processo de estimação por mínimos quadrados é o que foi utilizado por ser o mais comum e, de acordo com Hill et al. (2000), os melhores estimadores não-tendenciosos e consistentes.

Com o intuito de facilitar a compreensão, utilizaremos as seguintes nomenclaturas:

$$\mathbf{Qvalc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\mathbf{alreal}) + \beta_3 \ln(\mathbf{gasreal}) + \beta_4 \ln(\mathbf{ipi}) + \beta_5 \ln(\mathbf{salreal}) + \beta_6 \ln(\mathbf{crise}) + \beta_7 \ln(\mathbf{vartend}) + e_1$$

Em que:

**Qvalc** = quantidade de veículos a álcool vendida.

**Alreal** = preço do álcool combustível ( em reais).

**Gasreal** = preço da gasolina ( em reais).

**Ipi** = diferença de alíquota de IPI entre carros a álcool e à gasolina.

**Salreal** = valor do salário mínimo (em reais).

**Crise** = período de crise de abastecimento.

**Vartend** = variável de tendência.

Os dados das variáveis **Alreal** e **Gasreal** foram obtidos através da Agência Nacional do Petróleo (ANP) – Superintendência do Abastecimento, sendo posteriormente confrontados e confirmados pelos dados fornecidos pela Fundação Joaquim Nabuco através de seus Indicadores Econômicos; os dados da variável **Ipi** foram fornecidos pela ANFAVEA (vale ressaltar que, para destacarmos a influência deste último, utilizaremos as variáveis Dummy, sendo 0 (zero) para o primeiro período, quando a diferença de IPI era 5%, e 1(um) para o período, no qual a diferença de IPI foi de 8%). A variável **Salreal** (salário mínimo real – já transformados em valores atuais) teve, finalmente, seus dados obtidos através do site do IPEADATA ([ipeadata.gov.br](http://ipeadata.gov.br)). O modelo é uma regressão em série de tempo,

na qual a variável quantidade de carros vendida é uma função dos preços dos combustíveis, da alíquota de IPI e da renda.

Em nosso estudo, para a variável renda foi utilizado o salário mínimo. Lembrando que em grande parte do período em questão a inflação era um componente sempre presente, foi utilizado como deflator o IGPM, o qual tinha por função trazer os valores monetários em termos reais para março de 2002. Cabe ressaltar, que não utilizamos a renda per capita, por não haver registro da mesma ao longo de todo o período em estudo.

Consideramos importante adicionar o componente renda, pois segundo Train apud Negri (1998), entre as variáveis explicativas utilizadas para estimar o número de carros que o consumidor deseja possuir, está a renda da família - o que coaduna com a teoria microeconômica tradicional, que diz que a demanda depende da renda e dos preços.

De acordo com Negri (1998, p. 08), “a literatura sobre demanda de automóveis no Brasil não é muito extensa. Baumgarten Jr. (1972), Milone (1973) e Vianna (1988) utilizaram modelos de ajustamento de estoque para estimar a demanda de automóveis. Uma característica comum desses trabalhos é o fato de que o estoque de automóveis não mostrou ser uma variável significativa para explicar a demanda por carros novos. Nesses estudos, a hipótese de ajustamento de estoque foi abandonada em favor de modelos que incluíram renda e preço como variáveis explicativas.”

Para avaliar a influência da variável **Crise** utilizamos as variáveis Dummy, sendo 0 (zero) para o período onde não houve crise de abastecimento e 1 (um) para os períodos em que a mesma ocorreu.

A fim de dar mais robustez aos resultados e complementar nosso estudo, efetuamos regressão com tendência heteroscedasticidade e autocorrelação que, de acordo com Gujarati (2000), visa estabelecer se existe um movimento sustentado crescente ou decrescente no comportamento de uma variável. Muitas vezes a variável de tendência serve de substituta para uma variável básica que está afetando a variável dependente Y. Essa variável básica pode não ser diretamente observável ou seus dados podem não estar disponíveis. Estando essa variável relacionada com o tempo, é mais fácil introduzir a variável tempo propriamente dita (Gujarati, 2000). Dessa forma, podemos verificar como a variável dependente se comporta no decorrer do tempo, tirando do efeito das variáveis as tendências comuns, autônomas.

Para nosso estudo, não optamos por utilizar os preços relativos, pois estes impõem restrição ao modelo, pois pressupõe que as elasticidades sejam iguais, porém com sinais contrários. Logo, preferimos trabalhar com um modelo mais amplo.

As estimativas foram realizadas com dados mensais a partir de julho de 1979, quando os carros a álcool começaram a ser efetivamente utilizados (de 1975 ao início de 1979 eram utilizados apenas para testes) até maio de 2001.

Os coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , ...,  $\beta_k$ , são parâmetros desconhecidos. O parâmetro  $\beta_k$  mede o efeito de uma modificação na variável  $\ln(x_{1k})$  sobre o valor esperado de  $y_1$ ,  $E(y_1)$ , mantidas constantes todas as outras variáveis. O parâmetro  $\beta_1$  é o termo intercepto. A variável à qual  $\beta_1$  está ligado é  $\ln(x_{t1})$ .

### 3.2 PRESSUPOSTOS DO MODELO

Para tornar completo o modelo estatístico, devemos fazer algumas suposições (Hill et al., 2000) sobre a distribuição de probabilidade dos erros aleatórios  $e_t$ . São elas:

1.  $E(e_t) = 0$ . Cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com média zero. Alguns erros serão positivos, outros serão negativos; porém eles terão média zero. A partir desse pressuposto, afirmamos que a média de todas as variáveis omitidas e de quaisquer outros erros cometidos na especificação do modelo é zero. Estamos, assim, afirmando que nosso modelo, em média, é correto.

2.  $\text{var}(e_t) = \sigma^2$ . Cada erro aleatório possui distribuição de probabilidade com variância  $\sigma^2$ . A variância  $\sigma^2$  é um parâmetro desconhecido e mede a incerteza presente no modelo estatístico. É a mesma para cada observação e, assim, para nenhuma observação a incerteza do modelo será maior, ou menor, nem estará diretamente vinculada a qualquer variável econômica. Os erros com essa propriedade chamam-se homocedásticos.

3.  $\text{cov}(e_t, e_s) = 0$ . A covariância entre dois erros correspondentes a duas observações diferentes quaisquer é zero. O tamanho do erro de uma observação não tem qualquer influência sobre o tamanho provável do erro de outra observação. Dessa forma, qualquer par de erros é não-correlacionado.

4. Admitiremos ainda que os erros aleatórios  $e_t$  tenham distribuição de probabilidade normal; isto é,  $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ .

Ainda segundo Hill et al. (2000), como cada observação sobre a variável dependente  $y_t$ , depende do termo estocástico  $e_t$ , cada  $y_t$  é também uma variável aleatória. As propriedades estatísticas de  $y_t$ , decorrem das de  $e_t$ . São elas:

$$1. E(y_t / \mathbf{x}) = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend}).$$

O valor esperado (médio) de  $y_t$  depende dos valores das variáveis explicativas e dos parâmetros desconhecidos. Essa suposição é equivalente a  $E(e_t) = 0$ ; ela nos diz que o valor médio de  $y_t$  varia para cada observação e é dado pela *função regressão*  $E(y_t / \mathbf{x}) = \mathbf{y} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend})$ .

2.  $\text{var}(y_t / \mathbf{x}) = \text{var}(e_t) = \sigma^2$ . A variância da distribuição condicional de probabilidade de  $y_t$  não se modifica em cada observação. Nenhuma observação sobre  $y_t$  tem chance de estar mais afastada da função regressão do que outra.

3.  $\text{cov}(y_t, y_s / \mathbf{x}) = \text{cov}(e_t, e_s) = 0$ . Duas observações quaisquer sobre a variável dependente são sempre não-correlacionadas, uma vez controlado o efeito das variáveis explicativas. Por exemplo, se uma observação está acima de  $E(y_t | X)$ , uma observação subsequente não tem maior nem menor probabilidade de estar acima de  $E(y_t | X)$ .

4. Admitiremos eventualmente que os valores de  $\mathbf{y}$  se distribuem normalmente em torno de sua média. Ou seja,  $y/x \sim N [ (\mathbf{y} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend}), \sigma^2]$ , o que equivale a supor que  $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ .

Além das suposições acima sobre o termo estocástico ( $e_t$ , conseqüentemente, sobre a variável dependente), assumiremos dois pressupostos sobre as variáveis explicativas. Elas são exógenas ao modelo, isto é, o preço da gasolina e a renda não dependem do nível de vendas dos automóveis no período. Estamos, assim, supondo que os valores das variáveis aleatórias sejam conhecidos antes de observarmos os valores da variável dependente. Esse pressuposto é realista para o caso dos preços dos combustíveis, que modificam-se todos os meses

e dependem do preço do petróleo internacional, quando não são administrados pelo governo.

O segundo pressuposto é que nenhuma das variáveis explicativas é uma função linear exata de qualquer das outras, o que equivale a admitir que nenhuma variável é redundante. Se esse pressuposto for violado — uma condição chamada multicolinearidade exata —, o processo de mínimos quadrados falha.

Um programa de computador usado para cálculos de regressão múltipla resolve sistemas como o da equação  $Q_{valc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend})$  para obter estimativas de mínimos quadrados. Em nosso estudo será utilizado o Microsoft Excel 97.

Utilizando-se dos dados do Anexo A, e efetuando a respectiva regressão múltipla, obtivemos os seguintes resultados:

**Tabela 12** Resultado Econométrico da Equação  $Q_{valc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend})$  - Modelo sem Correções

<b>Qvalc</b>	<b>Coeficientes</b>	<b>Desvios Padrões</b>	<b>Stat t</b>
Constante	15,00687	3,319534	4,520776
ln(alreal)	-4,95356	0,879055	-5,63509
ln(gasreal)	4,150754	0,804972	5,156397
ln(IPI)	3,461525	0,359582	9,626525
ln(salreal)	-1,55251	0,636796	-2,438
ln(crise)	1,248717	0,23238	5,373595
Ln(vartend)	-0,02635	0,001756	-15,007
R <sup>2</sup>		0,625593	
Estimativa Variância Erros		1,439293	
Teste F		71,29125	
F de significação		8,09E-52	

FONTE: Elaborada pelo autor

Número de observações = 263 (período: julho/1979-junho/2001)

Conforme Gujarati (2000), os modelos em logaritmos possuem uma característica atraente que os torna populares em trabalhos aplicados: seu coeficiente de inclinação mede a elasticidade de Y com relação a X, ou seja, a variação percentual em Y para uma dada variação percentual em X. A elasticidade encontrada reflete, portanto, a variação na quantidade demandada de carros nacionais a álcool em função da variação do preço do álcool hidratado (na bomba), do preço da gasolina (na bomba), da alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), do valor real dos salários e da crise de abastecimento. Esse modelo também expressa qual a tendência apresentada no período. Os dados da tabela anterior demonstram que os veículos movidos a álcool hidratado têm sua elasticidade de demanda afetada pela variação dos preços da gasolina e dos preços do álcool. Isto verifica-se através dos coeficientes de ambos, onde para o álcool temos  $-4,95$ , o que em termos de elasticidade significa que cada aumento de 1% no preço do álcool, teremos 4,95% de decréscimo nas vendas de carros movidos a este combustível, mantendo os outros fatores constantes. Da mesma forma, para a gasolina, cujo coeficiente é  $4,151$ , temos a cada 1% de aumento neste combustível, 4,151% de aumento nas vendas de carros a álcool.

No caso da terceira variável (IPI), de acordo com Gujarati (2000), por tratar-se de variável Dummy, sua interpretação deve ser sempre em relação ao grupo base ou de referência, ou seja, o grupo que assume o valor zero. Em nosso caso tal grupo representa 5% de diferença na alíquota de IPI. Tomando-se por base Gujarati (2000), a variável Dummy serve para quantificar a diferença de alíquota (de 5% para 8%). Por tratar-se de cálculo com logaritmos, usaremos seu antilogaritmo subtraindo um (1) do resultado. Dessa forma obtemos 30,8807, o que significa que a venda de carros a álcool é 3.088,07% maior quando a diferença de alíquota é 8% - um percentual bem significativo.

Através da magnitude dos coeficientes (com exceção das variáveis dummy a que já nos referimos), é que identificamos a maior ou menor influência das variáveis em relação às demais. Assim a renda é o item que menos influência exerce sobre a demanda destes veículos.

A variável crise, por ser uma variável Dummy, terá o antilogaritmo de seu resultado (1,248717) subtraído de um, obtendo-se então 2,4859. Assim, as vendas de carros movidos a álcool hidratado seriam 248,59% maiores nos períodos de crise

de abastecimentos desse tipo de combustível, o que é incoerente com a lógica. Havia, ainda, no período, tendência decrescente nas vendas de quase 3% ao mês.

Antes, porém, de aceitarmos os resultados da regressão, convém checar a existência de multicolinearidade, heteroscedasticidade e autocorrelação.

### **3.3 VARIÁVEIS ECONÔMICAS COLINEARES**

Em sua maioria, os dados econômicos utilizados para estimar relações econômicas são não-experimentais. Na verdade, quase sempre são apenas dados coletados para fins administrativos ou semelhantes. Consequentemente, os dados não são resultado de um experimento planejado, em que se especifica um plano experimental para as variáveis explicativas.

Em experimentos controlados podemos atribuir valores às variáveis do membro direito de um modelo estatístico, de tal forma que possamos identificar e estimar com precisão seus efeitos individuais. Quando os dados resultam de um experimento não-controlado, muitas das variáveis econômicas podem caminhar juntas de maneira sistemática.

Tais variáveis chamam-se colineares, e o problema é chamado colinearidade, ou, em nosso caso, quando estão em jogo várias variáveis, multicolinearidade. Nesse caso não há garantia de que os dados sejam ricos em informação, nem de que seja possível isolar as relações ou parâmetros econômicos de interesse (Hill et al., 2000).

#### **3.3.1 CONSEQÜÊNCIAS ESTATÍSTICAS DA COLINEARIDADE**

Conforme Hill et al (2000), podemos resumir as conseqüências das relações de colinearidade entre variáveis explicativas em um modelo estatístico:

1. Sempre que há uma ou mais relações lineares exatas entre as variáveis explicativas, existe a condição de colinearidade exata, ou multicolinearidade exata. Neste caso, o estimador de mínimos quadrados não é definido. Não podemos obter estimativas dos  $\beta_k$ 's aplicando o princípio dos mínimos

quadrados. Se há uma relação linear exata entre  $x_{12}$  e  $x_{13}$  por exemplo, então a correlação entre elas é  $r_{23} = \pm 1$ , e a variância de  $\beta_2$  não é definida, pois aparece um 0 (zero) no denominador. O mesmo se diz quanto à covariância e às fórmulas de  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$ .

2. Quando existem dependências lineares quase exatas entre as variáveis explicativas, algumas variâncias, desvios-padrão e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados podem ser grandes. Grandes desvios-padrão para os estimadores de mínimos quadrados implicam alta variabilidade amostral, instabilidade dos coeficientes estimados em relação a pequenas variações na amostra ou na especificação do modelo, intervalos de estimação dilatados e informações relativamente imprecisas proporcionadas pelos dados amostrais sobre os parâmetros desconhecidos.
3. Se os desvios-padrão do estimador forem grandes, é possível que os testes  $t$  usuais levem à conclusão de que as estimativas dos parâmetros não são significativamente diferentes de zero. Esse resultado pode ocorrer a despeito de valores possivelmente elevados de  $R^2$  ou  $F$ , indicando poder explanatório “significativo” do modelo como um todo.
4. Os estimadores podem ser muito sensíveis ao acréscimo ou à supressão de algumas observações, ou à supressão de uma variável aparentemente insignificante.
5. A despeito das dificuldades em isolar os efeitos de variáveis individuais em tal amostra, ainda é possível fazer previsões precisas se a natureza da relação de colinearidade permanece a mesma dentro das novas (futuras) observações amostrais.

Resumindo, existe multicolinearidade quando há uma ou mais relações lineares exatas entre as variáveis explicativas. Essa condição faz com que os estimadores de mínimos quadrados tenham variâncias inflacionadas, resultando em estimativas imprecisas e pouco confiáveis (Hill et al., 2000).

### 3.3.2 DETECTANDO MULTICOLINEARIDADE

Para verificarmos a multicolinearidade, utilizamos a fórmula do FIV (Fator de Influência da Variância):

$$FIV = \frac{1}{1 - R^2}$$

O  $R^2$  será obtido através de regressões onde cada variável explicativa assume o papel de variável dependente em relação às demais variáveis. Gujarati (2000) afirma que, à medida em que  $R^2$  aumenta em direção a unidade, ou seja, conforme aumenta a colinearidade de X, o FIV também aumenta e, no limite, pode ser infinito. Assim, quanto maior o FIV, mais problemática ou colinear é a variável X. Como regra prática, ainda segundo Gujarati (2000), se o FIV de uma variável exceder 10 (que será resultado de um  $R^2$  superior a 0,90), diz-se que essa variável é altamente colinear.

Comparando os dados temos:

**TABELA 13** Multicolinearidade

REGRESSÃO	FIV	R <sup>2</sup>	Estim. Variân.erro	F	F significaç
Ln(alcreal)	2,96956	0,66325	0,024402	101,235	1,1E-58
Ln(gasreal)	3,15447	0,68299	0,021074	110,741	4,87E-62
Ln(IPIreal)	1,13341	0,11771	0,02249	6,85746	5,02E-06
Ln(salreal)	1,21823	0,17914	0,120421	11,2175	8,55E-10
Ln(crise)	1,00770	0,00764	0,425335	0,3957	0,85157
Ln(vartend)	1,04044	0,03887	0,038866	2,0785	0,06853

FONTE: Elaborada pelo autor

Número de observações em cada regressão = 263  
(período: julho/1979-junho/2001)

Em nosso caso a multicolinearidade não é sentida pelo valores do FIV serem inferiores a dez (10).

### 3.4 HETEROSCEDASTICIDADE

Quando as variâncias não são as mesmas para todas as observações, dizemos que existe heteroscedasticidade (Hill et al., 2000).

A heteroscedasticidade não é uma propriedade necessariamente restrita a dados em corte transversal. Com dados de séries temporais, em que temos dados ao longo do tempo sobre uma unidade econômica, como uma firma, uma família ou mesmo toda a economia, é possível que a variância do erro se modifique. Isso ocorre quando um choque ou variação externa nas circunstâncias criam maior ou menor incerteza sobre  $y$ . O resultado é que o estimador de mínimos quadrados não é mais o melhor, isto é, embora ainda seja não-tendencioso, não é mais o melhor estimador linear não-tendencioso. Os desvios padrão comumente calculados para o estimador de mínimos quadrados são incorretos (Hill et al., 2000). Assim, os intervalos de confiança e os testes de hipótese que utilizam esses desvios-padrão podem ser enganosos. Como os desvios padrão de mínimos quadrados convencionais são incorretos sob heteroscedasticidade, devemos encontrar uma maneira de contornar esse problema através da dedução de um estimador alternativo que seja o melhor estimador linear não tendencioso.

#### 3.4.1 DETECTANDO HETEROSCEDASTICIDADE

Segundo Arend (2001, p.191-192), o teste de White “é semelhante ao proposto por Breusch-Godfrey para autocorrelação e, após a estimação do modelo pelos métodos usuais e obtenção do termo perturbação  $\hat{u}_t^2$ , consiste nos seguintes passos adicionais:

- a) roda-se nova regressão, agora de  $\hat{u}_t^2$  contra todos os regressores do modelo original, o quadrado destes regressores e seu produto cruzado e separa-se o  $R^2$  desta regressão auxiliar;
- b) se não há heteroscedasticidade, o tamanho da amostra multiplicado pelo coeficiente de determinação da regressão do passo anterior ( $n \cdot R^2$ ) segue uma distribuição  $X^2_{gl}$ , ou seja, assintoticamente segue uma distribuição qui-quadrado com graus de

liberdade igual ao número de regressores da regressão auxiliar, excluía a constante.

Sob a hipótese nula, na regressão auxiliar  $\hat{u}_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2,t} + \alpha_3 X_{3,t} + \alpha_4 X_{2,t}^2 + \varepsilon_t$ , os coeficientes  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  e  $\alpha_4$  são simultaneamente iguais a zero, ou seja, não há heteroscedasticidade. Se o resultado de  $n \cdot R^2$  exceder o valor crítico de  $X^2$ , pode-se rejeitar a hipótese nula, caso em que pelo menos um  $\alpha$  é significativamente diferente de zero”.

Ao fazermos o teste de White, utilizamos todas as variáveis de nosso modelo e obtivemos 169,2205120. Esse valor encontra-se muito acima do qui-quadrado crítico a 5%, para uma distribuição com 12 gl, que é 21,0261. Portanto, na zona de rejeição da hipótese nula. Logo, existe heteroscedasticidade. Para termos certeza, porém, faremos ainda, o teste de Glejser, utilizando novamente todas as variáveis de nosso modelo, que por uma questão prática pode ser usado para amostras grandes, tal como o teste de White. O teste de Glejser utiliza os resíduos e o ABS (raiz quadrada dos resíduos). Através dele obtivemos 129,72475, um valor novamente muito acima de 21,0261. Portanto, na zona de rejeição da hipótese nula, comprovando a existência de heteroscedasticidade.

Cabe ressaltar que, ao solicitar regressão auxiliar, obtém-se os resíduos e os Y Previstos (denominados Z). Tanto a variável dependente (Y), como as variáveis explicativas (X) serão multiplicadas pelo W correspondente. O W é o resultado da expressão  $(1/\text{raiz}(Z))$  e, assim, elimina-se a heteroscedasticidade dos dados.

Na seqüência também deve-se verificar a existência de autocorrelação, pois esta possibilidade deve ser sempre levada em conta quando trabalha-se com dados de séries temporais.

### 3.5 AUTOCORRELAÇÃO

Quando temos dados de séries temporais, em que as observações seguem uma ordenação natural com o correr do tempo, existe sempre a possibilidade de que erros sucessivos estejam correlacionados uns com os outros (Hill et al, 2000). Em outras palavras, autocorrelação significa dependência temporal

dos valores sucessivos dos resíduos, ou seja, os resíduos são correlacionados entre si (Matos, 2000).

Dessa forma, um choque em geral permanece vários períodos atuando no sistema. Isso significa que, em qualquer período, o termo estocástico corrente contém não apenas os efeitos de choques correntes, mas também o efeito acumulado remanescente de choques prévios. Esse efeito remanescente estará correlacionado com os efeitos de choques anteriores. Quando circunstâncias como essas levam a termos estocásticos correlacionados, dizemos que existe autocorrelação (Hill et al., 2000). Como resultado, os intervalos de confiança das estimativas serão mais amplos e pode-se declarar um coeficiente como sendo estatisticamente insignificante mesmo que, na realidade, ele possa ser significativo (Arend, 2001). Quando os resíduos são autocorrelacionados, as estimativas de mínimos quadrados ordinários dos parâmetros não são eficientes, isto é, não apresentam variância mínima, além de seu erro padrão ser viesado, o que conduz a testes e intervalos de confiança incorretos. Se a autocorrelação for positiva, quando os resíduos são diretamente correlacionados entre si, os erros padrões serão subestimados e, conseqüentemente, os valores da estatística  $t$ , superestimados. Se a autocorrelação for, ao contrário, negativa, os erros-padrões serão superestimados e o valor de  $t$ , subestimado. A autocorrelação positiva é, portanto, a mais danosa, porque existirá, no caso do teste  $t$ , o risco de rejeitar-se a hipótese nula de ausência de efeito, quando se deveria aceitá-la (Matos, 2000).

### **3.5.1 DETECTANDO AUTOCORRELAÇÃO**

A existência de autocorrelação normalmente é checada através da estatística 'd' de Durbin-Watson ou por Godfrey (Matos, 2000). O primeiro é, sem dúvida, o mais importante para detectar erros de autocorrelação de primeira ordem.

Segundo Hill et al. (2000), para detectar a presença desses erros, aplicamos o teste de Durbin-Watson para testar a hipótese nula  $\rho = 0$  contra a alternativa  $\rho > 0$ .

Desta forma, para checarmos se há autocorrelação através de Durbin-Watson, temos:

$$DW = \frac{\sum (U_i - [U_i - 1])^2}{\sum U_i^2}, \quad \text{onde } U_i \text{ são os resíduos.}$$

Em nosso estudo, obteve-se como resultado  $DW = 0,256570933$ . De acordo com Gujarati (2000, p.824), para  $n = 263$  e 6 variáveis explicativas, temos o intervalo 1,707 a 1,831 onde não existe autocorrelação, o que não é o nosso caso, pois pelo resultado vê-se que ela existe.

Substituindo na fórmula  $D_p = 2 (1 - \rho)$ , obtêm-se:

$$0,256570933 = 2 (1 - \rho), \text{ que resulta: } \rho = 0,871714534,$$

ou seja, aceita-se  $H_1 = \rho > 0$ . Em outras palavras, há correlação positiva estatisticamente significativa.

Conforme Gujarati (2000, p.424), “se  $D_w$  for igual a 2 em uma aplicação, podemos presumir que não há autocorrelação de primeira ordem, seja positiva ou negativa“. No nosso caso, chegamos a 0,256570933, existindo, assim, autocorrelação. Gujarati assinala, ainda, que “se  $\rho = +1$ , indicará uma correlação positiva perfeita“. Ao substituímos nosso  $D_w$ , obtivemos 0,871714534, ou seja, embora não seja correlação positiva perfeita, ela existe. Rejeita-se  $H_0 : \rho = 0$

Nosso próximo passo é resolvê-la. Para fazermos isso, rodamos nova regressão que será obtida transformando-se a variável dependente  $Y$ , bem como as variáveis explicativas em  $\ln(Y^*)$ ;  $\ln(\text{alreal}^*)$ ;  $\ln(\text{gasreal}^*)$ ;  $\ln(\text{ipi}^*)$ ;  $\ln(\text{salreal}^*)$  respectivamente. Para tal, utilizaremos  $\ln(Y^*) = \text{raiz}(1 - \rho)^*(\ln(Y_i))_{(\text{sem hetero})}$ ;  $\ln(\text{alreal}^*) = \text{raiz}(1 - \rho)^*(\ln(\text{alreal}))_{(\text{sem hetero})}$  etc. (que são os resultados dos cálculos que fizemos anteriormente, na seção 3.4.1, quando solucionamos o problema de heteroscedasticidade) para o primeiro período. Para os demais períodos, utilizaremos:  $\ln(Y^*) = \ln(Y^*_i) - (\rho^* Y^*_{i-1})$ ;  $\ln(\text{alreal}^*) = \ln(\text{alreal}^*) - (\rho^* \ln(\text{alreal}^*_{i-1}))$ ; Assim, obtemos nossa regressão livre de autocorrelação e de heteroscedasticidade.

**TABELA 14** Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heteroscedasticidade e Autocorrelação. Período: julho/1979-junho/2001

$$Qvalc^* = \beta_1 + \beta_2 \ln(alreal)^* + \beta_3 \ln(gasreal)^* + \beta_4 \ln(ipi)^* + \beta_5 \ln(salreal)^* + \beta_6 \ln(crise)^* + \beta_7 \ln(vartend)^*$$

Qvalc	Coefficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	-0,04074	0,088984	-0,45787
ln(alreal)	2,254545	0,737452	3,057209
ln(gasreal)	-3,16168	0,616157	-5,13129
ln(IPI)	3,051589	1,09913	2,776366
ln(salreal)	1,680658	0,217233	7,736653
ln(crise)	1,269852	0,103004	12,32817
ln(vartend)	-0,01154	0,000592	-19,4908
R <sup>2</sup>		0,997607	
Estimativa Variância Erros		1,4328	
Teste F		17.788,72	
F de significação		0	

FONTE: Elaborada pelo autor

Notas: \* = Significa que são dados livres de Heterocedasticidade e Autocorrelação.

Número de observações = 263

### 3.6 ANÁLISE DA EQUAÇÃO

Ao analisarmos a equação de demanda de carros a álcool, percebe-se através da tabela 14 que a elasticidade da demanda em função do preço do álcool é positiva e igual a 2,255, o que é incoerente com a lógica, afinal, aumentos de preços neste combustível devem influenciar negativamente as vendas de carros movidos a

álcool hidratado por encarecerem o custo da utilização deste tipo de veículo. Após resolvermos os problemas de heteroscedasticidade e autocorrelação, verificou-se que aumentos no preço da gasolina na bomba têm uma elasticidade negativa de 3,162 sobre as vendas de carros movidos a álcool. Isto significa que para cada 1% de aumento no preço da gasolina, teremos diminuição de aproximadamente 3,2% nas vendas de carros a álcool - novamente um resultado incoerente.

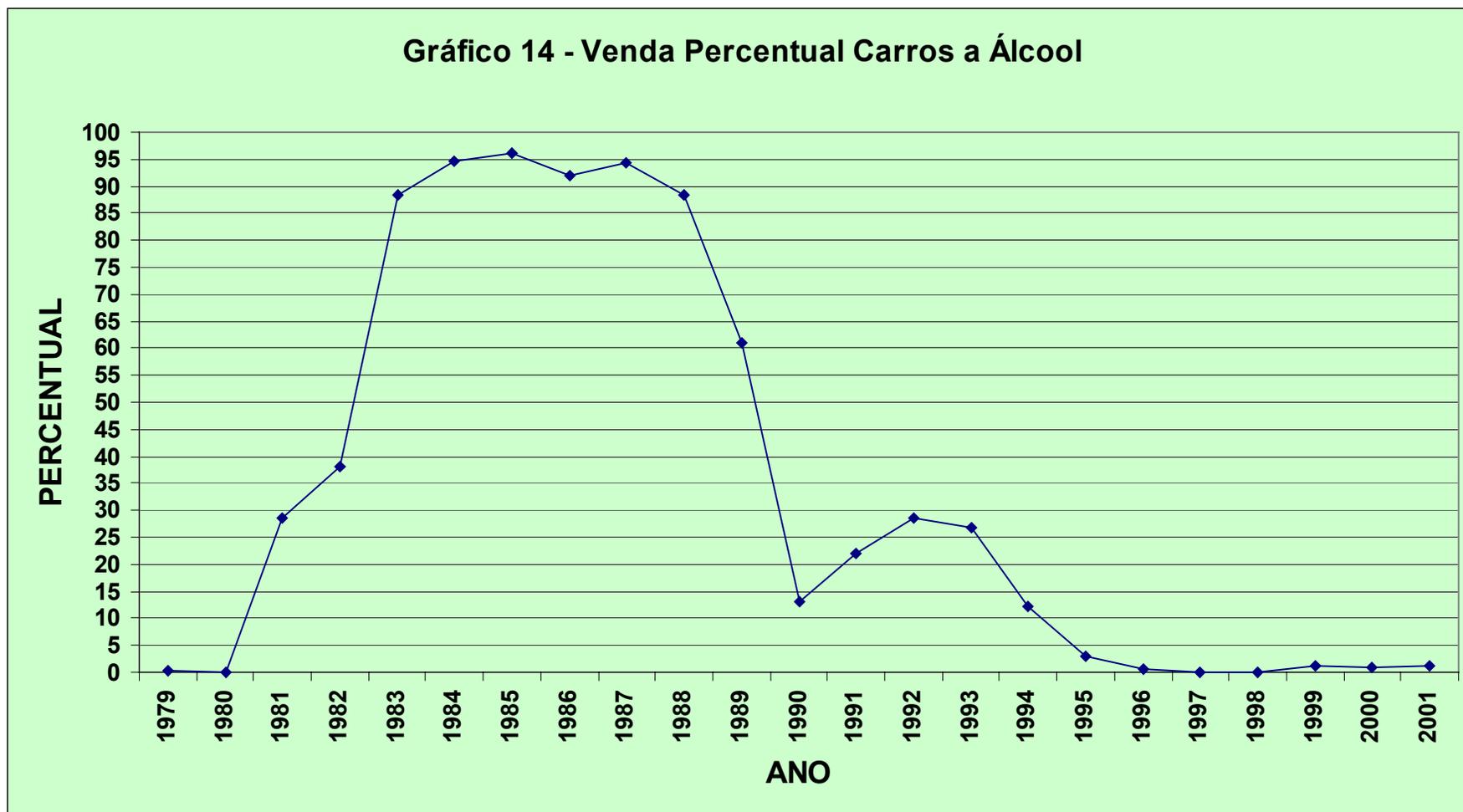
No tocante à alíquota de IPI por ser uma variável dummy, utiliza-se o anti-logaritmo subtraído de um. Obtêm-se como resultado vendas de carros a álcool 2.014,89% maiores quando existe diferença de 8% na alíquota a favor do carro movido a este combustível.

Analisando a variável renda, constatamos que um aumento de 1% nos salários eleva em 1,68% as vendas deste tipo de veículo.

A variável crise (variável dummy) nos diz que nos momentos de crise de abastecimento, as vendas de carros a álcool são 356,03% superiores aos momentos de não crise, novamente um resultado inconsistente.

Com relação a variável de tendência, no período estudado, houve uma tendência decrescente sobre a variável dependente (Y), venda de carros a álcool, de aproximadamente 1% ao mês.

Em vista dos resultados acima, visando facilitar a compreensão do leitor, reproduzimos novamente o gráfico 14.



FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA/2001



Pela análise do gráfico 14, vê-se que os períodos em que houve crises de abastecimento coincidem com quedas nas vendas de veículos. Ressalta-se que na primeira crise, ocorrida nas safras 86/87, 88/89 e 89/90, as vendas aumentaram logo em seguida. Na crise de 1994, porém, as vendas demoraram a retomar seu crescimento e quando o fizeram foi de forma tímida. Conforme Gujarati (2000), pode ter havido uma mudança estrutural, isto é, os parâmetros dos consumidores mudaram.

Para verificarmos se houve esta mudança, faremos o teste de Chow que consiste na utilização da seguinte fórmula:

$$\frac{(\text{SQResid}^{07/79-06/2001} - [\text{SQResid}^{07/79-06/1994} + \text{SQResid}^{07/94-06/2001}]) / 7}{[\text{SQResid}^{07/79-06/1994} + \text{SQResid}^{07/94-06/2001}] / (263 - 14)}$$

O teste de Chow segue a distribuição F. Se o F calculado pela fórmula acima exceder o valor crítico de F em nível de  $\alpha$ , rejeita-se a hipótese de que as regressões são iguais, ou seja, rejeita-se a hipótese de estabilidade estrutural. Ao efetuarmos o teste acima mês a mês comprovou-se a mudança estrutural em junho/julho de 1994, quando obteve-se 6,44, valor acima dos 2,01 previsto pela tabela F. Portanto, existiu mudança estrutural entre o período 07/1979 - 06/1994 e 07/1994 - 06/2001. Analisaremos os dois períodos mencionados, rodando regressões separadamente.

Ao analisarmos o período julho/1979 - junho/1994 obtivemos:

**TABELA 15** Resultado Econométrico da Equação Modelo sem Correções Período: julho/1979-junho/1994  

$$Q_{valc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(alreal) + \beta_3 \ln(gasreal) + \beta_4 \ln(ipi) + \beta_5 \ln(salreal) + \beta_6 \ln(crise) + \beta_7 \ln(vartend)$$

Qvalc	Coeficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	-4,46577	2,68978	-1,66027
ln(alreal)	-2,85332	1,107039	-2,57744
ln(gasreal)	5,217682	1,106526	4,715374
ln(IPI)	2,012714	0,244019	8,248186
ln(salreal)	1,578165	0,467399	3,376486
ln(crise)	-0,44972	0,200204	-2,24629
ln(vartend)	0,022727	0,004508	5,04127
R <sup>2</sup>		0,492649	
Estimativa Variância Erros		0,896885	
Teste F		27,99785	
F de significação		3,11E-23	

FONTE: Elaborada pelo autor  
 Número de observações = 180

Ao testar heteroscedasticidade nos dados da tabela anterior, pelo teste de White obtivemos 73,21068, e no de Glejser obtivemos 59,32764, valores acima de 21,0261. Logo, existe heteroscedasticidade. No teste de Durbin-Watson obtivemos DW = 0,385051922 e  $\rho = 0,807474$ . Portanto, além de heteroscedasticidade, também temos autocorrelação. Rodamos nova regressão livre delas e obtivemos:

**TABELA 16** Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heteroscedasticidade e Autocorrelação  
Período: julho/1979-junho/1994

$$Q_{\text{valc}}^* = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal})^* + \beta_3 \ln(\text{gasreal})^* + \beta_4 \ln(\text{ipi})^* + \beta_5 \ln(\text{salreal})^* + \beta_6 \ln(\text{creise})^* + \beta_7 \ln(\text{vartend})^*$$

Qvalc	Coeficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	0,082297	0,054543	1,508854
ln(alreal)	-3,84905	0,778066	-4,94694
ln(gasreal)	3,607108	0,783717	4,602565
ln(IPI)	3,264934	0,425721	7,669188
ln(salreal)	1,203883	0,118702	10,14202
ln(criese)	-0,28954	0,215027	-1,34651
ln(vartend)	-0,00759	0,002166	-3,50381
R <sup>2</sup>		0,999197	
Estimativa Variância Erros		0,621788	
Teste F		17.929,76	
F de significação		7,5E-239	

FONTE: Elaborada pelo autor

Notas: \* = Significa que são dados livres de Heteroscedasticidade e Autocorrelação.

Número de observações = 180

Pelo resultados acima, vemos que no período de 07/79 a 06/94 aumentos no preço do álcool na ordem de 1% refletiam-se em decréscimo de 3,85% nas vendas deste tipo de veículo; já, se o aumento fosse na gasolina, as vendas cresceriam 3,6%. Se houvesse aumento de 5% para 8% na diferença de alíquota de IPI a favor do carro a álcool, as vendas seriam 2.517,84% superiores do que se essa diferença fosse de apenas 5% (lembre-se que por ser variável dummy, trabalha-se com o antilogaritmo, menos um). Aumentos de 1% nos salários aumentariam as vendas em 1,2%.

Nos períodos de crise de abastecimento, as vendas eram 33,58% menores que nos períodos de não crise (novamente dummy); e, finalmente, havia

uma tendência de decréscimo nas vendas da ordem de 0,007%, o que é natural, afinal, havia um afastamento progressivo do Estado e diminuição de subsídios ao setor.

Ao analisarmos o período julho/1994 - junho/2001, obtivemos:

**TABELA 17** Resultado Econométrico da Equação Modelo sem Correções Período: julho/1994-junho/2001  

$$Q_{valc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(alreal) + \beta_3 \ln(gasreal) + \beta_4 \ln(ipi) + \beta_5 \ln(salreal) + \beta_6 \ln(crise) + \beta_7 \ln(vartend)$$

Qvalc	Coefficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	1,279321	13,48833	0,094846
ln(alreal)	-5,75216	1,132973	-5,07704
ln(gasreal)	1,056718	1,777711	0,554426
ln(salreal)	-2,09606	3,02229	-0,69353
ln(crise)	3,342894	0,775523	4,310502
ln(vartend)	0,059842	0,023698	2,52517
R <sup>2</sup>		0,530478	
Estimativa Variância Erros		1,395275	
Teste F		14,49944	
F de significação		5,95E-11	

FONTE: Elaborada pelo autor  
 Número de observações = 83

Testando-se a presença de heteroscedasticidade, através do teste de White, obtivemos 51,910358 e por Glejser, 45,200223, ou seja, acima de 21,0261. Portanto existe heteroscedasticidade. No teste de Durbin-Watson obtivemos  $\rho = 0,807474$  e  $DW = 0,478631968$ . Para uma regressão com  $n = 83$  e 6 variáveis explicativas, têm-se o intervalo de DW entre 1,500 a 1,801, onde não existe autocorrelação, o que não é o nosso caso. Há, dessa forma, autocorrelação. Rodamos nova regressão livre delas e obtivemos:

**TABELA 18** Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heteroscedasticidade e Autocorrelação  
Período: julho/1994-junho/2001

$$\text{Qvalc}^* = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal})^* + \beta_3 \ln(\text{gasreal})^* + \beta_4 \ln(\text{ipi})^* + \beta_5 \ln(\text{salreal})^* + \beta_6 \ln(\text{creise})^* + \beta_7 \ln(\text{vartend})^*$$

Qvalc	Coeficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	-9,09274	16,78391	-0,54175
ln(alreal)	-4,19799	1,088258	-3,85753
ln(gasreal)	4,103512	1,828159	2,244614
ln(salreal)	2,235186	3,18689	0,701365
ln(creise)	2,788791	1,05037	2,655056
ln(vartend)	0,009117	0,022103	0,412497
R <sup>2</sup>		0,989878	
Estimativa Variância Erros		1,228878	
Teste F		1.255,094	
F de significação		7,4E-74	

FONTE: Elaborada pelo autor

Notas: \* = Significa que são dados livres de Heteroscedasticidade e Autocorrelação.

Número de observações = 83

Pela análise dos resultados acima, vemos que no período, aumentos nos preços do álcool da ordem de 1% refletiam-se em diminuição de 4,19% nas vendas. Se esse aumento ocorresse no preço da gasolina, as vendas cresceriam 4,1%. Ao analisarmos a variável IPI (constante), vemos que, havendo maior diferença de preço a favor do carro a álcool, as vendas caíam 888.951,27% - uma incoerência. Ao analisarmos a variável renda, percebe-se que, com aumento de 1%, as vendas cresceriam 2,24%. Convém ressaltar que pelos resultados acima, aumentos na renda refletem-se em aumentos nas vendas; porém se o preço do automóvel baixa (via alíquota do IPI), as vendas despencam, o que é ilógico. Na variável crise, vemos que as vendas aumentam 1.526,13% no período de crise de abastecimento, novamente incoerente; e, finalmente, havia uma tendência de decréscimo nas

vendas de 0,009% ao mês. Como vemos, para este segundo período, os resultados mostraram-se absurdos.

Desta forma decidiu-se rodar uma regressão utilizando-se as médias de 12 meses dos logaritmos. Ou seja, a observação um seria a média aritmética do somatório das 12 primeiras observações; a observação dois seria a média aritmética do somatório das 12 observações seguintes, e assim sucessivamente. A idéia era retirar a forte sazonalidade e flutuações radicais obtidas nos dados mensais. Os dados não são exatamente médias anuais, pois começam em julho de 1979. Os resultados podem ser vistos na tabela seguinte.

**TABELA 19** Resultado Econométrico da Equação Modelo de Médias sem Correções Período: julho/1979-junho/2001

$$\text{Qvalc} = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal}) + \beta_3 \ln(\text{gasreal}) + \beta_4 \ln(\text{ipi}) + \beta_5 \ln(\text{salreal}) + \beta_6 \ln(\text{crise}) + \beta_7 \ln(\text{vartend})$$

Qvalc	Coefficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	46,93554	19,04473	2,46449
ln(alreal)	-8,01075	4,106666	-1,95067
ln(gasreal)	8,496009	3,897531	2,179844
ln(IPI)	4,094422	1,308566	3,128938
ln(salreal)	-7,35594	3,485176	-2,11064
ln(vartend)	-0,37113	0,072127	-5,14553
R <sup>2</sup>		0,732284	
Estimativa Variância Erros		1,428028	
Teste F		8,753177	
F de significação		0,000371	

FONTE: Elaborada pelo autor  
Número de observações = 22

No teste de Durbin-Watson obtivemos DW = 1,563434352. De acordo com Gujarati

(2000, p.824), para uma regressão com  $n = 22$  e 5 variáveis explicativas, têm-se o intervalo de 0,863 a 1,940 onde não existe autocorrelação, o que é o nosso caso. Portanto, não existe autocorrelação.

Para checar a heteroscedasticidade, ao fazer-se o teste de White, obteve-se 19,49805 e no teste de Glejser, obteve-se 18,735772, valores acima de 11,0705, levando-se a crer que existe heteroscedasticidade. Convém ressaltar que as observações são poucas e, tecnicamente, a correção de heteroscedasticidade e autocorrelação possui melhores propriedades econométricas em grandes amostras. Caso contrário, podem ser geradas estimativas viesadas (Gujarati,2000), o que ocorre em nosso caso, pois ao tentarmos corrigir a pequena heteroscedasticidade, obtivemos:

**TABELA 20** Resultado Econométrico da Equação Corrigida para Heteroscedasticidade e Autocorrelação  
Período: julho/1979-junho/2001

$$\text{Qvalc}^* = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{alreal})^* + \beta_3 \ln(\text{gasreal})^* + \beta_4 \ln(\text{ipi})^* + \beta_5 \ln(\text{salreal})^* + \beta_6 \ln(\text{creise})^* + \beta_7 \ln(\text{vartend})^*$$

Qvalc	Coeficientes	Desvios Padrões	Stat t
Constante	-0,99255	0,416662	-2,38215
ln(alreal)	0,123523	3,714099	0,033258
ln(gasreal)	0,207238	3,206178	0,064637
ln(IPI)	5,023658	1,655236	3,03501
ln(salreal)	1,479249	0,424025	3,488589
ln(vartend)	-0,26272	0,076594	-3,43002
R <sup>2</sup>		0,998086	
Estimativa Variância Erros		1,389124	
Teste F		1.668,765	
F de significação		3,8E-21	

FONTE: Elaborada pelo autor

Notas: \* = Significa que são dados livres de Heteroscedasticidade e Autocorrelação.

Número de observações = 22

Pela tabela acima, aumentos de 1% no preço do álcool repercutem em crescimento nas vendas de 0,12%; se o mesmo aumento ocorrer na gasolina, o acréscimo nas vendas é de 0,2%, no entanto ambos são irrelevantes estatisticamente, já que de acordo com a estatística t, seu efeito é nulo. A diferença de alíquota de IPI de 5% para 8% a favor do carro a álcool representa 15.096,62% de incremento nas vendas. Aumentos de renda da ordem de 1% significam acréscimo de 1,5% nas vendas de carros a álcool e finalmente, há tendência de decréscimo de 3% nas vendas de carros a álcool anualmente.

### **3.7 CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO ECONOMÉTRICO:**

Após ter-se feito as regressões supra e ter-se verificado que houve mudança estrutural no período, concluiu-se que as regressões da tabela 16, que trata do período 07/79 à 06/94 (livre de heteroscedasticidade e autocorrelação) e também da tabela 19, que trabalha com as médias do período inteiro (sem correção de heteroscedasticidade, devido à correção não ser confiável em pequenas amostras), são as que serão utilizadas para a análise.

A influência de 1% de aumento do preço do álcool repercutiria em queda de 3,84% nas vendas do primeiro período (07/79 à 06/94), passando a ser de 8% quando se analisa o período todo. Da mesma forma, se o mesmo aumento fosse na gasolina, as vendas cresceriam 3,61% no primeiro período e 8,5% no geral. Nota-se aqui que, com o passar do tempo, a tendência era de avaliar-se cada vez mais o custo do uso do bem.

No tocante à alíquota de IPI (dummy), vê-se que enquanto no primeiro período, havendo maior diferença de alíquota as vendas seriam 2.517,84% maiores, na análise geral as vendas seriam 5.900,46% maiores. Novamente vemos o componente vantagem financeira presente.

Quanto à renda, percebe-se que sua influência modificou-se. No primeiro período, aumentos de 1% na renda representavam aumento de 1,2% nas vendas. Quando a análise é feita no geral, porém, vê-se que o aumento da renda repercutiria em decréscimo de 7,3% nas vendas de carros a álcool. Aqui vale lembrar que, com

o fim dos subsídios e com a entrada de modelos de carros importados (gasolina), a indústria centrou suas campanhas publicitárias nos carros movidos pelo derivado de petróleo e, dessa forma, a frota de carros a álcool não foi renovada e sucateou-se. Vale observar que os carros a álcool deixaram de ser vistos como bens normais e passaram a ser vistos como bens inferiores, dado que o sinal da variável renda passou de positivo a negativo.

## 4 CONCLUSÃO

Até meados dos anos 70, a produção de álcool estava em segundo plano dentro do setor sucroalcooleiro. Com o advento do PROÁLCOOL, porém, esta posição se inverteu. De 500 milhões de litros produzidos em 1977, passamos a 12 bilhões de litros em 1987 e, nos dias atuais, superou-se a marca de 15 bilhões de litros.

Os anos 80 foram praticamente dominados pelos carros a álcool, que em 1985 representaram, segundo dados da ANFAVEA, 96% das vendas internas de veículos de passeio. As vantagens que este tipo de veículo trazia para o consumidor eram grandes, entre elas a menor taxaço de IPI e o próprio preço do combustível, além do diferencial ambiental.

Apesar disso, a diminuição desse mercado ocorreria na década seguinte, quando o veículo a álcool representou 12,2% do volume total de vendas e, em 1997, com o fim do PROÁLCOOL, a frota movida a este combustível chegou a representar apenas 0,1% (ANFAVEA).

Desde o início de 1998 até o final de 2000, constatou-se, entretanto, um aumento percentual nas vendas de veículos leves movidos a álcool, quando a lógica apontaria para o fim da comercialização desse tipo de veículo. Sob esta ótica, o estudo foi uma tentativa de identificar a real influência das variáveis preço da gasolina na bomba, preço do álcool hidratado na bomba, diferença de alíquota de IPI para carros a álcool e renda para viabilizar as vendas de carros a álcool hidratado no contexto atual.

Fornecemos inicialmente, em nosso estudo, uma visão geral do setor sucroalcooleiro, pois consideramos importante inteirar o leitor sobre o contexto que envolve o carro a álcool. O PROÁLCOOL mereceu uma análise mais detalhada por ter sido ele o programa que viabilizou os altos níveis de comercialização deste tipo de veículo.

Na primeira fase, vimos que o governo optou pela cana-de-açúcar devido à forte orquestraço de interesses empresariais do setor. Já na segunda fase acelerou-se a implantaço do referido programa e deu-se mais ênfase à implantaço

de destilarias, reduziu-se a alíquota do IPI e a indústria de máquinas e equipamentos para a agroindústria canavieira foi estimulada. Assim, a capacidade de produção do álcool expandiu-se. Na terceira fase, o PROÁLCOOL entrou em período de crise e ocorreu a extinção de órgãos públicos ligados à agroindústria canavieira e à alteração do próprio perfil do Estado.

Embora vários autores defendam que o importante é a diferença percentual entre os preços gasolina/álcool, constatamos, através de nosso estudo econométrico, que isso não se confirma. Dentre as variáveis escolhidas, observamos que em ordem de maior influência temos a diferença na alíquota de IPI, o preço da gasolina, o preço do álcool e, por fim, a renda. E ainda, como o coeficiente do preço do álcool não é igual ao oposto do coeficiente do preço da gasolina, não é a razão de preços que é importante, mas uma função destes. Se apenas a razão alreal/gasreal fosse importante, na regressão teríamos  $\beta \ln(\text{alreal/gasreal}) = \beta (\ln(\text{alreal}) - \ln(\text{gasreal})) = \beta \ln(\text{gasreal}) - \beta \ln(\text{alreal})$ . Como o coeficiente do preço do álcool não é igual ao oposto do coeficiente do preço da gasolina, podemos sugerir que a razão de preços tem um efeito não linear no consumo, não capturado por uma simples razão de preços, como no capítulo 2. Além disso, o consumidor é influenciado, no momento da compra, pelo preço mais barato (via IPI menor) e pela renda, que é o que lhe possibilita adquirir o bem. Outro fato a ser observado é a mudança estrutural ocorrida a partir de julho de 1994 (início do Plano Real). Esta foi provocada por uma nova crise de abastecimento, a qual gerou o afastamento do consumidor pela perda da confiança no veículo movido a este combustível e, conseqüentemente, queda nas vendas. A tendência decrescente das vendas foi mantida, mesmo levando-se em conta os movimentos da renda e do preço dos combustíveis.

As implicações de nosso estudo dizem que o carro movido a álcool hidratado pode ter seu espaço de retomada de crescimento, desde que haja, principalmente, retorno da confiança do consumidor no produto e crises de abastecimento sejam evitadas. Outros fatores necessários são diferença de IPI com seu similar à gasolina e preço do álcool competitivo ante o derivado de petróleo. Nos dias atuais, entretanto, a diferença de preços é tão grande quanto na época áurea de 1986 e mesmo assim as vendas não se igualaram. Nesse sentido percebe-se que o retorno da confiança do consumidor nos veículos movidos a esse combustível é a questão primordial.

A partir daí, por possuírem tecnologia e desempenho semelhantes, os percentuais de vendas deverão aumentar, o que chamará a atenção dos fabricantes, que investirão em marketing, direcionando a mídia para este segmento, completando assim o quadro para a retomada. O papel do álcool como fonte de energia renovável será importante, vide o recente acordo comercial com a Alemanha que incentivará a produção de carros a álcool no Brasil (Carrer Jr, 2002).

Convém, nesse ponto, fazermos uma ressalva sobre nosso estudo econométrico: os resultados por ele apontados refletem as implicações apenas das variáveis utilizadas. Como futuras extensões do presente trabalho, poder-se-ão realizar estudos econométricos mais abrangentes utilizando outras variáveis, como por exemplo, a separação dos carros de acordo com sua potência (1000 cilindradas ou acima), o que não foi possível utilizar no presente trabalho, visto, em grande parte do período estudado, não existir tal tipo de veículo; extensão das análises para períodos mais recentes, posteriores a junho de 2001, limite do período por nós analisado. Além disso, mais pesquisas podem ser empreendidas para examinar mais profundamente o setor sucroalcooleiro e entender melhor a oferta de álcool combustível para o mercado nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. L. A visão do setor petróleo. In: FERNANDES, E. S. L.; COELHO, S. T. (orgs.) **Perspectivas do álcool combustível no Brasil**. São Paulo: USP Instituto de Eletrotécnica e Energia, 1996.

ABREU, Marcelo de Paiva [et al]. **A Ordem do Progresso: cem anos da política econômica republicana, 1889-1999**. 10.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

AGRIANUAL 96. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 1996. p. 392.

AGRIANUAL 97. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 1997. p. 435.

AGUIAR, Danilo R. D.; PINHO, J. B. **O Agronegócio Brasileiro – Desafios e Perspectivas**. 1ª ed. Paraná. SOBER – Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. v.1.

AGROANALYSIS. Fundação Getúlio Vargas - Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia. Rio de Janeiro, v.20, n.3, março 2000.

AGROANALYSIS. Fundação Getúlio Vargas - Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia. Rio de Janeiro, , v.21, n.9, set 2001.

ALIMANDRO, Regis. AGROANALYSIS Instituto Brasileiro de Economia (regis @ fgv.br) cópia 17 jan.2002. E-mail para Jací Natal Tasca (jntasca @ terra.com.br).

ANFAVEA - **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira.** 2001

AREND, Silvio Cezar. **O Instituto do Açúcar e do Álcool: os usineiros e a busca de renda.** Porto Alegre, Faculdade Ciências Econômicas /UFRGS/PPGE 2001.

ARRUDA, José Jobson. **Brasil: Período Colonial.** 2.ed. São Paulo: Ática, 1999.

BELIK, W. **Agroindústria processadora e política econômica.** Campinas, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas 1992 (Tese Doutorado).

BERTELLI, Luiz Gonzaga (debatedor). O futuro do PROÁLCOOL. In: FERNANDES, Eliana Santos & COELHO, Suani Teixeira (org.). **Perspectivas do Álcool Combustível no Brasil.** São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Engenharia USP, p.155 – 157, 1996.

CARNEIRO, D. D. Crise e Esperança: 1974-1980. In: ABREU, M. de P, (org.) **A Ordem do Progresso: 100 anos de política econômica republicana, 1889 – 1989.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

CARRER JR., NELSON. **O Estado de São Paulo** Frotistas Terão Crédito de R\$ 1.000,00 Para Carro a Álcool. São Paulo: set/2002. Disponível em: <http://www.estadão.com.br/autos/noticias/2002/set/17/61.htm>.

CARVALHO, L. C. Corrêa. Pesos Diferentes. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia.** v. 20, n.3, p. 41-44, mar. 2000.

CASTRO, A. B. de; SOUZA, F. E. P. **A economia brasileira em marcha forçada**. 2.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

CENAL - CENSO AGROPECUÁRIO DO BRASIL - 1975 - 1980 - 1985. Rio de Janeiro. (para os estados de SP, MG, ES, RJ, PR, MS, MT, AL, PE, SE, PB, BA, RN, e CE)

CONFERÊNCIA NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI), **Avaliação do PROÁLCOOL**. São Paulo: Ed. COASE, mar.1987.

EDITORIAL: O VIGOR ECONÔMICO DA CANA – **Informação UNICA - Boletim Informativo da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo**. Ano 4, n.37, p.2, out. 2000.

EID, F. Progresso técnico na agroindústria sucroalcooleira. **Informações Econômicas**. v.26, n.5, p. 29-36, maio 1996.

FAUSTO, Boris. **História do Brasil**. 9.ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

FURTADO, Milton Braga. **Síntese da Economia Brasileira**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 13.ed., São Paulo: Nacional, 1975.

GOLDIN, I.; REZENDE, G. C. **A Agricultura Brasileira na Década de 80: Crescimento Numa Economia em Crise**. Rio de Janeiro: IPEA, 1993.

GREMAUD, Amaury Patrick. **Economia Brasileira Contemporânea**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

HILL, C. R.; GRIFFITHS, W. E.; JUDGE, G. G. **Econometria**. São Paulo: Saraiva, 2000.

INFORMAÇÃO UNICA. São Paulo, União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. n.43, set/out 2001.

HOBBSAWN, Eric. **As Origens da Revolução Industrial**. São Paulo: Global Editora, 1979.

JANK, M. S. A revolução tecnológica e o papel da CEE no mercado de açúcar. **Revista Brasileira de Comércio Exterior**, v.22, p. 30-34, mar./abr. 1989.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina Andrade. **Metodologia Científica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAROUSSE, GRANDE ENCICLOPÉDIA – 1999. Nova Cultural. Álcool, v.1

LIMA, J. C. de S. **A Intervenção Governamental no Setor Açucareiro: ênfase à Problemática do Subsídio de Equalização**. São Paulo, 1992.

LIMA, J. P. R. O Estado e a agroindústria canavieira do Nordeste: a acumulação administrada. **Revista Econômica do Nordeste**. v.19, n.4, p. 431-449, out./dez. 1988.

LIMA, J. P. R. Estado e grupos não hegemônicos; o lobby sucroalcooleiro do Nordeste. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 16., Belo Horizonte, 1988. **Anais**. Brasília: ANPEC, 1988a.

LOBO, R. Haddock. **História Econômica e Administrativa do Brasil**. 17.ed. São Paulo: Atlas, 1972.

LOPES, L. A. Vinte anos de PROÁLCOOL: Avaliações e Perspectivas. **Economia & Empresa**. v. 3, n. 2, p. 49-57, abr./jun.1996.

MACEDO, Isaiás de Carvalho. Cana 'High Tech'. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 39-40, mar. 2000.

MACEDO, I. de C. A tecnologia para o setor sucroalcooleiro: situação atual e perspectivas. In: FERNANDES, E. S. L.; COELHO, S. T. (orgs.) **Perspectivas do álcool combustível no Brasil**. São Paulo: USP - Instituto de Eletrotécnica e Energia, 1996. p.57-64.

MAGALHÃES, J. P. de A.; KUPERMAN, N.; MACHADO, R. C. **Proálcool: uma avaliação global**. Rio de Janeiro: Astel, 1991.

MATOS, Orlando Carneiro de. **Econometria Básica: Teoria e Aplicações**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MELLO, Leonel I. A. C. (et al.). **História do Brasil**. 4.ed. São Paulo: Scipione, 1996.

MELLO, Rubens Ometto Silveira; Desafios Claros. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 25-26, mar. 2000.

MELO, Gilberto Tavares de; Liberação Desigual. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 38, mar. 2000.

MOREIRA, E.F.P. **Expansão, concentração e concorrência na agroindústria canavieira em São Paulo: 1975 a 1987**. Campinas, 1989, dissertação Instituto de Economia – Universidade Estadual de Campinas.

MOREIRA, M. M. **Progresso técnico e estrutura de mercado: o caso da indústria de teleequipamentos**. Rio de Janeiro: BNDES, 1989.

MUNEM, M. A. ;FOULIS, D. J. **Cálculo.**, Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1982. v. 1.

NEGRI, JOÃO ALBERTO DE. **Elasticidade – Renda e Elasticidade – Preço da Demanda de Automóveis no Brasil**. Brasília – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1998. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br> (texto para discussão número 558).

OLALDE, A. R. **Desenvolvimento Tecnológico e Competitividade da Indústria Brasileira: A Indústria Sucro-alcooleira**. Campinas: Relatório Final – Contrato – SCTDE/FECAMP/UNICAMP – IE, 1993.

OLIVEIRA, Sílvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

PARRO, J. E. A visão do setor automobilístico. In: FERNANDES, E. S. L.; COELHO, S. T. orgs. **Perspectivas do álcool combustível no Brasil**. São Paulo: USP - Instituto de Eletrotécnica e Energia, 1996.

PINA, H. **A Agroindústria Açucareira e sua Legislação**. Rio de Janeiro, APEC, 1972.

PINAZZA, Antônio Luiz ; ALIMANDRO, Regis. Via Crusis. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 14-20, mar. 2000.

PINAZZA, Antônio Luiz ; ALIMANDRO, Regis. Os espantosos números do álcool. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 21, n.9, p. 11-14, set. 2001.

PINAZZA, Antônio Luiz ; ALIMANDRO, Regis. Uma proposta de regulamentação. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 21, n.9, p. 22-25, set. 2001.

PRADO JR., Caio. **História Econômica do Brasil**. 16.ed. São Paulo: Brasiliense, 1973.

RAMOS, P.; BELIK, W. Intervenção estatal e a agroindústria canavieira no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v.27, n.2, p. 197-214, abr./jun. 1989.

REVISTA FROTA E Cia., São Paulo. Ano 3, n.6, ago/97.

RENNÓ, J. M. Álcool e petróleo - aspectos da questão. **Agroanalysis**. v.15, n.3, p. 23-24, mar. 1995

RICCI, R., [et al.]. **Mercado de trabalho do setor sucroalcooleiro no Brasil**. Brasília: IPEA, 1994.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis. **A Evolução Diferenciada da Agroindústria Canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. Cascavel: Edunioeste, 1998.

SHIKIDA, P. F. A. & BACHA, C. J. C. Aspectos econômicos da geração de tecnologia e a utilização dos principais produtos e subprodutos da agroindústria canavieira do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.36, n.2, p.09-29, abr./jun. 1998.

SHIKIDA, P. F. A. & BACHA, C. J. C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1986 a 1995. In: AGUIAR, D. R. D. & PINHO, J. B., Editores; **Agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas**. Brasília: SOBER, v. 1. p.533-546, 1998a.

SHIKIDA, P. F. A.. & BACHA, C. J. C. Alguns Aspectos do Mercado Externo Açucareiro e a Inserção Brasileira Neste Mercado. **Revista Econômica do Nordeste**. v.30, n.3, p.373-383, 1999.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Série “Os economistas”)

SOCIEDADE DOS PRODUTORES DE ÁLCOOL (SOPRAL). Nove Anos de Proálcool. **SOPRAL informativo**. p.23-32,dez., 1984.

SOTERO, A. Por uma nova política de açúcar e álcool. **Agroanalysis**. v.16, n.11, p. 22-23, nov. 1996.

SZMRECSÁNYI, Tamás. **Agroindústria Canavieira. Avaliação do Planejamento no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, 1975.

SZMRECSÁNYI, T. **Concorrência e Complementaridade no Setor Açucareiro**. In Cadernos de Difusão de Tecnologias. EMBRAPA, Brasília. v.6, n.2/3, mai – dez/89.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e Degradação Ambiental: o caso da agroindústria canavieira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 24, n.10, p. 73-81, out. 1994.

TECNOLOGIA amplia uso dos adoçantes. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, p.5. 26/set/1993.

THAME, Antonio Carlos de Mendes. Mais Competitividade. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 27-28, mar. 2000.

UM MERCADO EM EXPANSÃO – **Informação UNICA - Boletim Informativo da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo**. Ano 5, n.43, p.1-8, set/out 2001.

VEIGA FILHO, Alceu de Arruda; GONÇALVES, José Sidnei. **Açúcar e Álcool**. Prognóstico Agrícola. 1998.

VILLANOVA, J. A. Panorama Estrutural do Segmento Sucroalcooleiro. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 15, n.3, p. 08-12, mar. 1995.

VILLANOVA, Joaquim. Fruto da Tenacidade. **Agroanalysis Centro de Estudos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Economia**. v. 20, n.3, p. 21-22, mar. 2000.

WILLIANSON, J. **Economia Aberta e Economia Mundial**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

## ANEXO A

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1979	7	53	6,720	10,200	0	1,0437
1979	8	108	6,720	10,200	0	1,0580
1979	9	159	6,720	12,600	0	1,0772
1979	10	238	6,720	14,300	0	1,0523
1979	11	716	11,400	15,700	0	1,0560
1979	12	983	11,400	22,600	0	1,0729
1980	1	736	11,400	22,600	0	1,0625
1980	2	1780	11,400	22,600	0	1,0420
1980	3	3225	11,400	24,020	0	1,0657
1980	4	1282	11,400	25,530	0	1,0570
1980	5	9460	11,400	28,200	0	1,0640
1980	6	14066	18,200	30,700	0	1,0587
1980	7	14113	18,200	34,500	0	1,0844
1980	8	21628	18,200	38,000	0	1,0693
1980	9	28652	24,700	38,000	0	1,0527
1980	10	39681	24,700	44,500	0	1,0765
1980	11	45397	24,700	45,000	0	1,0756
1980	12	46332	27,500	48,800	0	1,0589
1981	1	40418	27,500	51,000	0	1,0656
1981	2	22449	31,360	59,000	0	1,0849
1981	3	15311	32,000	60,000	0	1,0735
1981	4	16315	34,670	61,600	0	1,0548
1981	5	8955	42,000	66,000	0	1,0619
1981	6	4690	42,600	66,900	0	1,0446
1981	7	3033	48,000	75,000	0	1,0679
1981	8	4033	48,000	75,000	0	1,0502
1981	9	3116	48,000	75,000	0	1,0508
1981	10	3557	49,810	79,500	0	1,0435
1981	11	3237	52,000	85,000	0	1,0531
1981	12	3565	52,000	85,000	0	1,0380
1982	1	3508	52,000	85,000	1	1,0629
1982	2	3285	58,430	95,200	1	1,0685
1982	3	4501	64,000	104,000	1	1,0723
1982	4	7343	64,000	104,000	1	1,0535
1982	5	8870	66,610	106,100	1	1,0612
1982	6	13217	73,000	125,000	1	1,0799
1982	7	17373	74,810	128,200	1	1,0606
1982	8	19304	77,000	132,000	1	1,0580
1982	9	21271	80,500	138,000	1	1,0366

continua

**ANEXO A**  
continuação

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1982	10	34914	84,000	144,000	1	1,0478
1982	11	36354	84,000	144,000	1	1,0500
1982	12	41821	85,350	146,200	1	1,0614
1983	1	39632	98,000	167,000	1	1,0905
1983	2	38635	98,000	167,000	1	1,0852
1983	3	47814	115,740	190,700	1	1,1009
1983	4	50014	123,000	210,000	1	1,0920
1983	5	52527	123,000	210,000	1	1,0670
1983	6	39016	163,330	268,100	1	1,1228
1983	7	37138	178,000	303,000	1	1,1331
1983	8	49213	192,520	327,200	1	1,1011
1983	9	50239	208,000	353,000	1	1,1279
1983	10	45383	208,000	353,000	1	1,1326
1983	11	41013	245,800	402,600	1	1,0843
1983	12	47777	262,000	445,000	1	1,0756
1984	1	33274	275,550	468,000	1	1,0981
1984	2	43782	332,000	564,000	1	1,1226
1984	3	40386	332,000	564,000	1	1,0995
1984	4	40866	359,730	610,800	1	1,0894
1984	5	42759	396,000	672,000	1	1,0886
1984	6	42870	448,200	737,400	1	1,0925
1984	7	37065	570,000	890,000	1	1,1032
1984	8	45803	589,350	919,700	1	1,1062
1984	9	42812	720,000	1120,000	1	1,1051
1984	10	44983	720,000	1120,000	1	1,1258
1984	11	49883	856,000	1320,000	1	1,0988
1984	12	39082	918,390	1413,900	1	1,1053
1985	1	47623	1110,000	1710,000	1	1,1264
1985	2	46284	1120,710	1726,400	1	1,1016
1985	3	52964	1410,000	2170,000	1	1,1271
1985	4	17596	1410,000	2170,000	1	1,0722
1985	5	28639	1410,000	2170,000	1	1,0778
1985	6	39263	1410,000	2170,000	1	1,0784
1985	7	54230	1483,550	2286,100	1	1,0892
1985	8	56749	1604,520	2477,100	1	1,1400
1985	9	57789	1739,670	2682,700	1	1,0913
1985	10	69319	1942,260	2990,600	1	1,0905
1985	11	63255	2126,670	3276,700	1	1,1495
1985	12	44466	2387,740	3674,800	1	1,1320
1986	1	43629	2740,000	4220,000	1	1,1779

Continua

**ANEXO A**  
continuação

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1986	2	56565	3,060	4,700	1	1,1498
1986	3	59781	3,100	4,770	1	1,0552
1986	4	59791	3,100	4,770	1	0,9942
1986	5	62291	3,100	4,770	1	1,0032
1986	6	53259	3,100	4,770	1	1,0053
1986	7	51652	3,290	5,070	1	1,0063
1986	8	45349	3,960	6,100	1	1,0133
1986	9	62612	3,960	6,100	1	1,0109
1986	10	54980	3,960	6,100	1	1,0139
1986	11	27927	4,760	7,320	1	1,0246
1986	12	41454	6,350	9,770	1	1,0756
1987	1	30806	6,350	9,770	1	1,1204
1987	2	33708	6,420	9,880	1	1,1411
1987	3	25213	7,350	11,300	1	1,1500
1987	4	37809	8,560	13,170	1	1,2008
1987	5	33887	11,860	18,190	1	1,2758
1987	6	25464	15,370	22,730	1	1,2588
1987	7	30696	16,800	25,800	1	1,0933
1987	8	28483	16,800	25,800	1	1,0450
1987	9	26503	17,970	27,510	1	1,0802
1987	10	38671	19,880	30,490	1	1,1115
1987	11	36411	22,650	34,720	1	1,1447
1987	12	39525	26,620	40,820	1	1,1589
1988	1	35115	30,020	46,120	1	1,1914
1988	2	36152	34,540	53,070	1	1,1765
1988	3	43260	39,290	60,230	1	1,1816
1988	4	35327	44,460	68,080	1	1,2033
1988	5	40192	53,310	81,800	1	1,1951
1988	6	43731	65,240	98,480	1	1,2083
1988	7	48094	81,870	114,350	1	1,2154
1988	8	47174	94,190	142,130	1	1,2289
1988	9	38849	118,670	171,600	1	1,2576
1988	10	42066	140,870	203,650	1	1,2758
1988	11	38839	161,000	233,000	1	1,2797
1988	12	43221	200,160	290,580	1	1,2889
1989	1	38108	0,290	0,390	1	1,3656
1989	2	33506	0,320	0,430	1	1,1180
1989	3	32832	0,320	0,430	1	1,0423
1989	4	26619	0,320	0,430	1	1,0517

continua

**ANEXO A**  
continuação

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1989	5	26780	0,390	0,510	1	1,1276
1989	6	37626	0,450	0,600	1	1,1968
1989	7	29089	0,610	0,810	1	1,3591
1989	8	32310	0,790	1,060	1	1,3692
1989	9	26118	1,190	1,590	1	1,3992
1989	10	22802	1,650	2,210	1	1,4064
1989	11	17002	2,250	3,000	1	1,4048
1989	12	22806	3,570	4,760	1	1,4713
1990	1	18449	6,900	9,200	1	1,6146
1990	2	13108	11,380	15,190	1	1,8129
1990	3	4731	21,070	30,220	1	1,8885
1990	4	4928	27,700	36,900	1	1,2835
1990	5	3681	27,700	36,900	1	1,0593
1990	6	2199	27,700	36,900	1	1,0994
1990	7	2128	27,700	36,900	1	1,1201
1990	8	2512	31,270	41,640	1	1,1362
1990	9	3475	29,110	38,750	1	1,1280
1990	10	3663	33,240	44,240	1	1,1297
1990	11	5870	42,320	56,330	1	1,1686
1990	12	5506	47,800	63,630	1	1,1800
1991	1	7084	54,560	72,620	1	1,1770
1991	2	5635	82,580	110,000	1	1,2102
1991	3	6314	82,580	110,000	1	1,0919
1991	4	3954	82,580	110,000	1	1,0781
1991	5	8309	83,090	110,670	1	1,0748
1991	6	11037	90,430	120,450	1	1,0848
1991	7	14249	99,020	131,990	1	1,1332
1991	8	14410	112,270	149,690	1	1,1525
1991	9	13577	128,910	171,860	1	1,1493
1991	10	15937	157,010	209,330	1	1,2263
1991	11	14781	184,720	238,240	1	1,2562
1991	12	13852	230,820	309,790	1	1,2363
1992	1	10694	292,440	389,920	1	1,2356
1992	2	12418	367,030	489,370	1	1,2786
1992	3	6200	440,320	587,090	1	1,2139
1992	4	16978	528,830	705,100	1	1,1994
1992	5	12603	627,150	836,190	1	1,2043
1992	6	14943	767,800	1059,170	1	1,2361
1992	7	15575	1001,550	1335,400	1	1,2184

continua

**ANEXO A**  
continuação

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1992	8	15698	1536,230	2048,300	1	1,2463
1992	9	15473	1553,340	2071,110	1	1,2527
1992	10	16287	1886,360	2515,130	1	1,2676
1992	11	14217	2050,090	2733,450	1	1,2343
1992	12	13754	2603,090	3470,780	1	1,2508
1993	1	11462	3408,910	4545,220	1	1,2583
1993	2	14102	4606,020	6141,350	1	1,2842
1993	3	18387	5586,670	7448,890	1	1,2625
1993	4	17202	7077,920	9437,230	1	1,2883
1993	5	20226	9156,440	12208,580	1	1,2970
1993	6	19646	12229,080	16305,440	1	1,3149
1993	7	20786	16461,180	21948,240	1	1,3125
1993	8	22099	21,860	29,150	1	1,3179
1993	9	21683	29,470	39,290	1	1,3528
1993	10	22605	39,740	52,980	1	1,3504
1993	11	21400	54,160	72,210	1	1,3615
1993	12	17691	73,080	97,440	1	1,3832
1994	1	15977	100,330	133,770	1	1,3907
1994	2	12957	137,020	182,690	1	1,4078
1994	3	17302	187,190	249,590	1	1,4571
1994	4	13296	268,470	357,960	1	1,4091
1994	5	13854	0,280	0,370	1	1,4258
1994	6	9399	0,240	0,320	1	1,4521
1994	7	7709	0,250	0,330	1	1,0433
1994	8	8343	0,250	0,330	1	1,0394
1994	9	7289	0,250	0,330	1	1,0175
1994	10	5545	0,240	0,320	1	1,0182
1994	11	4787	0,240	0,320	1	1,0285
1994	12	2745	0,240	0,320	1	1,0084
1995	1	2366	0,240	0,320	1	1,0092
1995	2	3436	0,240	0,320	1	1,0139
1995	3	3378	0,240	0,320	1	1,0112
1995	4	2393	0,240	0,320	1	1,0210
1995	5	3122	0,240	0,320	1	1,0058
1995	6	1563	0,240	0,320	1	1,0246
1995	7	2309	0,240	0,320	1	1,0182
1995	8	4544	0,240	0,320	1	1,0220
1995	9	3053	0,250	0,330	1	0,9929
1995	10	2218	0,250	0,330	1	1,0052

continua

**ANEXO A**  
continuação

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1995	11	2588	0,250	0,330	1	1,0120
1995	12	1838	0,250	0,330	1	1,0071
1996	1	841	0,250	0,330	1	1,0173
1996	2	1150	0,250	0,330	1	1,0097
1996	3	1402	0,250	0,330	1	1,0040
1996	4	599	0,280	0,370	1	1,0032
1996	5	483	0,280	0,370	1	1,0155
1996	6	335	0,280	0,370	1	1,0102
1996	7	351	0,280	0,370	1	1,0135
1996	8	265	0,280	0,370	1	1,0028
1996	9	448	0,280	0,370	1	1,0010
1996	10	282	0,280	0,370	1	1,0019
1996	11	148	0,280	0,370	1	1,0020
1996	12	29	0,280	0,370	1	1,0073
1997	1	2	0,630	0,740	1	1,0177
1997	2	12	0,627	0,742	1	1,0043
1997	3	21	0,630	0,745	1	1,0115
1997	4	12	0,632	0,744	1	1,0068
1997	5	110	0,636	0,745	1	1,0021
1997	6	50	0,631	0,743	1	1,0074
1997	7	121	0,631	0,744	1	1,0009
1997	8	220	0,633	0,744	1	1,0009
1997	9	114	0,637	0,749	1	1,0048
1997	10	78	0,639	0,751	1	1,0037
1997	11	85	0,663	0,780	1	1,0064
1997	12	99	0,682	0,805	1	1,0084
1998	1	5	0,738	0,874	1	1,0096
1998	2	33	0,740	0,874	1	1,0018
1998	3	31	0,741	0,873	1	1,0019
1998	4	5	0,735	0,869	1	1,0013
1998	5	1	0,738	0,871	1	1,0014
1998	6	5	0,733	0,869	1	1,0038
1998	7	19	0,736	0,873	1	0,9983
1998	8	116	0,696	0,835	1	0,9984
1998	9	140	0,683	0,825	1	0,9992
1998	10	153	0,669	0,807	1	1,0008
1998	11	209	0,664	0,807	1	0,9968
1998	12	264	0,600	0,815	1	1,0045
1999	1	265	0,596	0,838	1	1,0084

continua

**ANEXO A**

conclusão

ANO	MÊS	Vendas carro AL	preço álcool*	Preço gasolina*	IPI	IGP-M
1999	2	78	0,593	0,870	1	1,0361
1999	3	235	0,603	0,911	1	1,0283
1999	4	378	0,554	0,949	1	1,0071
1999	5	285	0,490	0,983	1	0,9971
1999	6	242	0,471	0,976	1	1,0036
1999	7	629	0,511	1,097	1	1,0155
1999	8	1267	0,513	1,178	1	1,0156
1999	9	1183	0,501	1,195	1	1,0145
1999	10	2268	0,530	1,188	1	1,0170
1999	11	1085	0,699	1,235	1	1,0239
1999	12	1936	0,790	1,234	1	1,0181
2000	1	904	0,786	1,225	1	1,0124
2000	2	1010	0,802	1,217	1	1,0035
2000	3	738	0,792	1,259	1	1,0015
2000	4	429	0,791	1,256	1	1,0023
2000	5	420	0,791	1,252	1	1,0031
2000	6	937	0,774	1,244	1	1,0085
2000	7	827	0,873	1,360	1	1,0157
2000	8	1146	1,037	1,479	1	1,0239
2000	9	741	1,057	1,472	1	1,0116
2000	10	264	1,046	1,477	1	1,0038
2000	11	564	1,030	1,497	1	1,0029
2000	12	1627	1,076	1,621	1	1,0063
2001	1	1269	1,102	1,628	1	1,0062
2001	2	824	1,094	1,627	1	1,0023
2001	3	1052	1,089	1,630	1	1,0056
2001	4	939	1,036	1,603	1	1,0100
2001	5	924	1,027	1,587	1	1,0086
2001	6	906	1,027	1,587	1	1,0098

FONTE: - VENDAS DE CARROS A ÁLCOOL e IPI: ANFAVEA  
 - PREÇO ÁLCOOL E PREÇO GASOLINA: AGÊNCIA NACIONAL  
 DO PETRÓLEO E FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO.

OBS: Tabela compilada pelo autor.

Moedas nacionais:

- de 07/1979 até 02/1986 - Cruzeiro
- de 03/1986 até 12/1988 - Cruzado (Cruzeiro / 1000)
- de 01/1989 até 02/1990 - Cruzado Novo (Cruzado / 1000)
- de 03/1990 até 07/1993 - Cruzeiro (Cruzado Novo = Cruzeiro)
- de 08/1993 até 06/1994 - Cruzeiro Real (Cruzeiro / 1000)
- de 07/1994 até dias atuais - Real (Cruzeiro Real / 2750)