

**O CARRO A ÁLCOOL: UMA EXPERIÊNCIA DE POLÍTICA PÚBLICA
PARA A INOVAÇÃO NO BRASIL**

Sergio Figueiredo
Dissertação de Mestrado

Brasília – DF, 6 mar. 2006.



Universidade de Brasília
Centro de Desenvolvimento Sustentável

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**O CARRO A ÁLCOOL: UMA EXPERIÊNCIA DE POLÍTICA PÚBLICA
PARA A INOVAÇÃO NO BRASIL**

Sergio Ferreira de Figueiredo

Orientador: Eduardo Baumgratz Viotti

Dissertação de Mestrado

Brasília – DF, 6 mar. 2006

FIGUEIREDO, SERGIO FERREIRA DE

O carro a álcool: uma experiência de Política Pública para a inovação no Brasil, (UnB-CDS, Mestrando, Política de Ciência e Tecnologia, 2005).

Dissertação para o curso de Mestrado Profissionalizante em Políticas de Ciência e Tecnologia – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Políticas públicas | 2. Inovação |
| 3. Combustível renovável | 4. Carro a álcool |
| 5. Proálcool | |

Orientador: Eduardo Baumgratz Viotti, Doutor em Economia
(New School for Social Research, N.S.S.R., Estados Unidos)

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O CARRO A ÁLCOOL: UMA EXPERIÊNCIA DE POLÍTICA PÚBLICA PARA A
INOVAÇÃO NO BRASIL

Sergio Ferreira de Figueiredo

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política de Ciência e Tecnologia, opção profissionalizante.

Aprovado por:

Eduardo Baumgratz Viotti, Doutor em Economia

Maria Carlota de Souza Paula, Doutora em Ciência Política

Albino José Kalab Leiroz, Doutor em Engenharia Mecânica

Brasília – DF, 6 mar. 2006

Esta dissertação de mestrado é dedicada a todos os funcionários públicos que lidam de alguma forma com a implementação de Políticas Públicas. Tal como o Sísifo da mitologia grega, o funcionário público brasileiro está sempre rolando a pesada pedra da administração pública, enfrentando, às vezes sem perceber, as forças conservadoras que acompanham sempre aqueles que se elegem como governo ou fazem eleger os governos deste País.

AGRADECIMENTOS

Não foi tarefa fácil escolher dentre tantos que nos apoiaram aqueles a quem cabiam agradecimentos especiais pelo apoio dado à redação desta dissertação de mestrado. Precisava ser eleito um critério claro que não deixasse de fora aqueles que mais de perto acompanharam a evolução do trabalho. Algumas pessoas, como pai, mãe, esposa e filhos, são comumente lembradas nos agradecimentos das dissertações pelas contribuições dadas durante a vida. Como se está tratando especialmente deste trabalho, tenho de agradecer a minha esposa, Andréa Bonfim, pelas ajudas eventuais na conferência da redação do texto e pela paciência durante os dois anos do Mestrado. A minha mãe, Lavínia, pelo apoio oportuno na correção da bibliografia. Reconheço, especialmente, aqueles que espontaneamente se dedicaram a apoiar este trabalho, contribuindo com informações e senso crítico. Agradeço, inicialmente, ao Embaixador Roberto Jaguaribe, ex-Secretário de Tecnologia Industrial, e ao Manuel Lousada, Diretor de Políticas Tecnológicas daquela Secretaria, ambos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que apoiaram, desde o início esta empreitada. Agradeço às bibliotecárias do MDIC, Maria Paula de Carvalho, Maria dos Reis Barros Mattos e Maria das Dores Rodrigues da Luz pelas pesquisas por normas e materiais da antiga STI, que se tornaram disponíveis pela iniciativa delas. Ao Eng.º Luiz Celso Parisi Negrão, que participou de algumas fases do Proálcool na década de 1980, agradeço os relatos e comentários feitos sobre uma das últimas versões da dissertação. Aos professores do CDS um sincero agradecimento pela convivência salutar, pois todos deixaram sua importante contribuição na minha formação. Agradeço especialmente ao Prof. Ronaldo Conde Aguiar, pela introdução aos pensamentos de Raymundo Faoro e de Manoel Bonfim, que muito ajudaram a melhorar minha compreensão do Estado brasileiro, e ao Prof. Tirso W. Saenz, por seu inestimável testemunho de vida como administrador público em Cuba. Agradeço à Professora Maria Carlota de Souza Paula e ao Professor Arthur Oscar Guimarães pelos valiosos conselhos desde a fase de qualificação da dissertação e ao Professor Albino Kalab Leiroz pelos seus comentários na fase final deste projeto. Por último por ser o mais importante, agradeço especialmente ao Prof. Dr. Eduardo Viotti que, embora abarrotado de compromissos, aceitou a tarefa de ser o orientador deste trabalho, tarefa que reconheço dificilmente poderia ter sido feita com mais dedicação, apoio e desprendimento.

A comunidade política conduz, comanda, supervisiona os negócios, como negócios privados seus, na origem, como negócios públicos depois, em linhas que se demarcam gradualmente. O súdito, a sociedade, se compreendem no âmbito de um aparelhamento a explorar, a manipular, a tosquiá nos casos extremos. Dessa forma se projeta, em florescimento natural, a forma de poder, institucionalizada num tipo de domínio: o patrimonialismo, cuja legitimidade assenta no tradicionalismo – assim é porque sempre foi. [...] O estamento burocrático comanda o ramo civil e militar da administração e, dessa base, com aparelhamento próprio, invade e dirige a esfera econômica, política e financeira.

Raymundo Faoro

Os donos do poder, 2001, p.819 e p. 826

RESUMO

Se o desenvolvimento depende da capacidade de um país em pesquisar, desenvolver e difundir inovações tecnológicas, o atual estágio de desenvolvimento do Brasil reflete a falta de um Sistema de Inovação Tecnológica, conforme análises de Freeman (1997) e Viotti (2002). O caso do carro a álcool, entretanto, constitui uma experiência rica de lições sobre a interação dos diferentes interesses sócio-econômicos e o papel do governo na mediação desses interesses para a consecução da difusão da inovação tecnológica. O uso do álcool como combustível é visado por políticas públicas desde 1923 no Brasil. Porém, somente após o surgimento de uma crise no balanço de pagamentos agravada pelo aumento dos preços do petróleo e pela perspectiva do fim das reservas é que se consolida uma política pública integrada visando a substituição das importações de petróleo: o Proálcool. Como resultado das diferentes ações adotadas pelo governo, o carro a álcool se difunde na década de 1980 no Brasil, baseado numa rede nacional de abastecimento de etanol, numa escala sem paralelo no mundo. O problema original da dependência de petróleo não foi inteiramente resolvido, dados o crescente aumento do consumo de óleo diesel e a falta de difusão de solução tecnológica de combustível alternativo para os respectivos motores. O carro a álcool entrou em crise no momento em que se combinaram os efeitos da queda dos subsídios ao preço do álcool ao consumidor com a redução relativa dos preços da gasolina, tornando-o desvantajoso em relação à ela. Deste processo de inovação há lições tanto positivas: o alcance da difusão do carro a álcool; quanto negativas: o abandono do problema central visado pelo Proálcool. Lições que podem servir de referência para uma objetiva identificação do papel do Estado no desenvolvimento de inovações tecnológicas através de políticas públicas.

Palavras chave: Proálcool; inovação, carro a álcool; políticas públicas; combustível renovável.

ABSTRACT

As development depends on the country capacity for researching, developing and issuing technological innovation, the present stage of development of Brazil reflects the absence of the National Innovation System, as studied by Freeman (1997) and Viotti (2002). However, the case of the alcohol car constitutes an experience rich on lessons about the interaction of the different socio economic interests, as well as, about the role of the government in mediating such interests for the success of the technological innovation. The use of alcohol as fuel has been envisaged by Public Policies since 1923 in Brazil. The crisis in the trade balance caused by the raise of petroleum prices and the perspective of the exhausting of its reserves led to the development of an integrated Public Policy for the substitution of petroleum imports in Brazil, named "Proalcool". As a result of the different actions taken by the government, alcohol cars were spread during the 1980's in Brazil, counting on a national network of alcohol fueling stations, in an unprecedented scale. However, the petroleum dependence wasn't completely solved due to the continuous raise of oil consumption and the lack of alternative fuel for Diesel motors, and this brought the alcohol car in crisis exactly in the same moment the removal of subsidies to the alcohol price combined with the decrease of the gasoline prices turned alcohol cars a disadvantage for consumers. From all this innovation process there are positive lessons – the diffusion of alcohol cars in Brazil – as well as negative ones – the abandon of the central problem envisaged by Proalcool. They are lessons that can be useful as references for an objective identification of the State roles in the development of technological innovations by means of Public Policies.

Keywords: Proalcool; innovation, alcohol car; public polices; renewable fuel.

LISTA DE GRÁFICOS

1 – Produção acumulada de veículos e consumo de gasolina antes do efeito do Proálcool	18
2 – Produção de álcool total e anidro 1930-1976	43
3 – Percentual de adição de álcool à gasolina 1950-1979	44
4 – Evolução dos preços internacionais do açúcar e do álcool – safras 1968-69 a 1980-81	47
5 – Evolução da produção de açúcar e álcool – safras 1968-69 e 1980-81	48
6 – Evolução da Produção de Etanol 1970-2003	49
7 – Adição de álcool à gasolina 1970-2003	50
8 – Relação de preços ao consumidor entre o litro do álcool hidratado e da gasolina 1979-2003	51
9 – Evolução do consumo de derivados de petróleo 1970-2003	52
10 – Produção e importação de petróleo 1970-2003	54
11 – Estimativa do consumo de gasolina sem os efeitos do Proálcool	55
12 – Evolução da produção de veículos em milhares de unidades	77
13 – Participação percentual de veículos a álcool e flexíveis	84

LISTA DE TABELAS

1 – Capacidade de produção de álcool anidro, logo após a criação do IAA	13
2 – Produção acumulada de veículos e consumo de gasolina antes do efeito do Proálcool	18
3 – Estimativa de investimento do IAA no Planalsucar	26
4 – Crescimento da produção de destilarias pela CODISTIL 1973-1974	31
5 – Participação de São Paulo na produção de cana-de-açúcar 1990-2004	34
6 - Produção de álcool total e anidro 1930-1976	42
7 – Percentual de adição de álcool à gasolina 1950-1979	43
8 – Participação percentual do álcool anidro na mistura carburante - São Paulo X Brasil	44
9 – Evolução dos preços internacionais do açúcar e do álcool – safras 1968-69 a 1980-81	46
10 – Evolução da produção de açúcar e álcool – safras 1968-69 e 1980-81	48
11 – Evolução da Produção de Etanol 1970-2003	49
12 – Adição de álcool à gasolina 1970-2003	50
13 – Relação de preços ao consumidor entre o litro do álcool hidratado e da gasolina 1979-2003	51
14 – Evolução do consumo de derivados de petróleo 1970-2003	52
15 – Produção e importação de petróleo 1970-2003	54
16 – Estimativa do consumo de gasolina sem os efeitos do Proálcool	55
17 – Patentes relacionadas ao etanol combustível 1982-2004	58
18 – Diferenças de desempenho do motor a álcool comparado ao motor a gasolina – CTA 1976	65
19 – Produção de veículos em milhares de unidades	77
20 – Participação percentual de veículos a álcool e flexíveis	83

LISTA DE QUADROS

1 – As medidas governamentais em prol do gasogênio	2
2 – Condições de financiamento das usinas em 1979	21
3 – Esquema simplificado de produção de etanol	30
4 – Comparativo da versão a álcool com a versão a gasolina - 1981	70
5 – Mudanças tecnológicas na 2ª geração de carros a álcool	74
6 – Metas anuais de consumo 1983-1985	74
7 – Dados comparativos de consumo álcool 1982-2003	82

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

INTRODUÇÃO	1
1 A INOVAÇÃO DO CARRO A ÁLCOOL	6
2 O ÁLCOOL CARBURANTE	10
2.1 MEDIDAS ANTERIORES AO PROÁLCOOL	10
2.2 MUDANÇA DE PARADIGMA	17
2.3 O PROÁLCOOL	20
2.4 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	23
2.4.1 Melhoramento da cana-de-açúcar	25
2.4.2 A mandioca e outras culturas	27
2.4.3 As usinas e as microdestilarias	30
2.4.4 Os resíduos da produção de etanol	34
2.4.5 O álcool da celulose	36
2.5 A DIFUSÃO DO ETANOL	37
2.5.1 Antes do Proálcool 1923-1975	42
2.5.2 Durante o Proálcool	45
2.6 SÍNTESE SOBRE O ETANOL	57
3 MOTORES E AUTOPEÇAS	61
3.1 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	61
3.2 A DIFUSÃO DOS MOTORES	67
3.2.1 A primeira fase de difusão (1979-1981)	67
3.2.2 A segunda fase de difusão (1981-1983)	72
3.2.3 Os efeitos das políticas ou 3a fase de difusão (1983-1990)	76
3.2.4 A pós-difusão: a solução multicomcombustível	80
3.3 SÍNTESE SOBRE A INOVAÇÃO DE MOTORES	86
4 O CARRO A ÁLCOOL: MODELO PARA POLÍTICAS DE INOVAÇÃO?	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

INTRODUÇÃO

Estudo recente (VIOTTI, 2002) apresenta o Brasil como um país no qual não existiria um Sistema Nacional de Inovação, mas um Sistema de Aprendizado Passivo, conceito que é endossado por Freeman (1997). É possível afirmar que há um certo consenso em considerar que a falta de inovações tecnológicas na maioria dos países em desenvolvimento decorreria de uma carência de fatores estruturais que teriam sido objeto de políticas públicas nos países desenvolvidos e naqueles em desenvolvimento que alcançaram a produção de inovações, tais como a Coreia do Sul (VIOTTI, 2002). No caso do Brasil, apesar do crescimento na produção científica nos últimos anos (MCT, 2002), não ocorreria a produção de inovações tecnológicas na escala em que ela ocorre nos países desenvolvidos. O processo inovativo brasileiro, ao contrário do que acontece naqueles países, consistiria principalmente de aperfeiçoamentos incrementais nos processos produtivos, muitos desses aperfeiçoamentos conduzidos em empresas transnacionais. O processo de desenvolvimento e difusão do álcool combustível veicular, pelas razões que serão expostas no capítulo 1, se apresenta como uma inovação tecnológica no uso de uma nova fonte de combustível.

O uso de álcool como combustível para motores a combustão interna, ciclo Otto, não era total novidade pelos idos de 1975, tendo em vista o histórico de seu desenvolvimento anterior a partir do início do século XX. Existia conhecimento teórico e prático sobre os limites da adaptação de um motor a gasolina para o uso do álcool. Entretanto, ainda que a viabilidade estivesse comprovada em escala experimental e para usos específicos, o uso generalizado de álcool combustível não havia antes sido implementado nem no Brasil, nem em outros países. Não se tratava de um pulo radical na direção do futuro desconhecido, mas na consecução de pequenos saltos para consolidá-lo, dentro do arcabouço tecnologicamente estabelecido do complexo da indústria automotiva.

Na análise do período anterior ao Programa Nacional do Álcool, o Proálcool, se demonstrou que, mesmo havendo no Brasil tecnologia de produção de álcool (hidratado e anidro) a partir do cultivo de cana-de-açúcar e tendo sido elaboradas diferentes medidas governamentais no sentido de aumentar esta produção e de se instituir a adição de álcool à gasolina, o álcool não chegou a um estágio de difusão nem como parte da mistura carburante com a gasolina, nem como combustível específico. Basta lembrar que para o racionamento de petróleo imposto durante a II Guerra Mundial, logo após a criação do Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA – cuja competência legal contemplava a adoção de medidas para o aumento da

produção e do consumo de álcool (Decreto n.º 22.789, de 01 jun. 1933), foi estimulada pelo governo¹ a adoção do arcaico sistema do gasogênio² para a produção de combustível veicular em substituição aos derivados de petróleo.

Quadro 1 – As medidas governamentais em prol do gasogênio

Em 4 jun. 1938, o Presidente da República, Getúlio Vargas, instituiu um concurso público para veículos movidos a gasogênio através do Decreto-Lei n.º 468, contendo como critérios de seleção: “[...] o menor custo do veículo a gasogênio, por tonelada de carga útil transportada; [...] a maior velocidade média do veículo no percurso de Belo Horizonte ao Rio de Janeiro; [...]”. Diferentes Decretos cuidaram da implementação do programa, inicialmente restrito à área rural e depois estendido às cidades. Merecem menção o Decreto-Lei n.º 879, 23 nov. 1938, que autoriza a antecipação dos recursos, para o desenvolvimento do sistema e motores, no que seria um exemplo de compra governamental aplicada em P&D, e o Decreto-Lei n.º 1.125, 28 fev. 1939, que cria a Comissão Nacional do Gasogênio – CNG -, institui cursos de gasogênio na área rural e em seu artigo 5º cria a obrigatoriedade de um em cada dez carros de um mesmo proprietário ser movido a gasogênio. A Lei n.º 405, 24 set. 1948, já no governo Dutra, cuida da extinção da CNG. Até o final do programa (1945) teriam sido fabricados cerca de 20 mil aparelhos (Gasogênio – uma velha alternativa para..., fev. 1980, p.110) por cinco fabricantes.

Como regra geral até a crise do petróleo de 1973, com exceções momentâneas e localizadas, as iniciativas de uso de álcool como combustível envolviam a adição à gasolina e visavam principalmente a absorção da produção de álcool na época da safra, quando era interessante sua produção para reduzir a produção de açúcar³. Como forte gerador de divisas, o mercado de açúcar era regulado pelo governo através do Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA – executada com o apoio do Conselho Nacional de Petróleo – CNP.

Em 1975, três fatores contribuíram para a mudança de mentalidade em relação ao álcool combustível: primeiro, o crescimento do consumo de derivados de petróleo que ocorreu após a introdução das montadoras de veículos no Brasil, a partir de 1957; segundo, o problema do balanço de pagamentos asseverado pelo aumento dos preços de petróleo no mercado internacional; terceiro, a previsão mundial de que, preservadas as taxas de crescimento do consumo, as reservas de petróleo então conhecidas estariam esgotadas no ano 2000. Alguns autores, que serão tratados neste trabalho, alegam um quarto fator que teria sido a redução dos preços do açúcar no mercado internacional. Os dados, contudo, demonstram

¹ Decreto-Lei n.º 468 (04/06/1938), Decreto-Lei n.º 879 (23/11/1938), Decreto-Lei n.º 1.125 (28/02/1939), Decreto n.º 4.499 (20/07/1942), Decreto-Lei n.º 4.521 (24/07/1942), Decreto-Lei n.º 8.085 (12/10/1945) e Lei n.º 405 de (24/09/1948).

² O processo consiste de uma fornalha com carvão ou lenha, que depois de acendida, levava cerca de 3 minutos para produzir um gás de poder calorífico inferior ao da gasolina que, portanto, reduzia o desempenho dos motores. A adaptação era feita pelo acréscimo de vasos e cilindros metálicos, cujo peso não era suportado por veículos pequenos.

³ O processo de produção de álcool se dá a partir da mesma matéria prima que pode ser destinada à produção de açúcar.

que este preço era instável e que, provavelmente, a sua redução pode ter atuado no máximo marginalmente para a mudança de mentalidade dos usineiros, que tinham aumentado suas aquisições de usinas de álcool já em 1974, antes, portanto, do Programa Nacional do Álcool ou da aludida crise do preço do açúcar.

Parece claro, por outro lado, que o Estado desenvolvimentista implementado pelo governo militar atuou quase como um empresário schumpeteriano, por ter assumido todos os custos e riscos financeiros⁴ para viabilizar o aumento da produção de etanol e sua comercialização como combustível automotivo. Outra razão para o uso da denominação de “empresário” dada ao Estado foi o grande envolvimento do governo sobre as três etapas do processo de inovação: ele coordenou os esforços de pesquisa e desenvolvimento – P&D, que foram basicamente conduzidos por instituições públicas, e adotou diferentes políticas públicas para a difusão da inovação, regulando toda a cadeia produtiva do etanol e incentivando a comercialização do carro a álcool. A aplicação do termo “empresário schumpeteriano” ao Estado reflete, por outro lado, os baixos riscos a que usineiros e montadoras foram expostos durante o processo de inovação. Boa parte das políticas públicas de sucesso se efetivou debaixo do chapéu do Programa Nacional do Álcool – Proálcool ou PNA, criado em 1975, e no Programa Tecnológico do Etanol da Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio - MIC-STI. Estas políticas públicas continham uma variedade de mecanismos, tais como: o fomento direto de P&D do processo de produção de álcool e de motores; a aplicação de subsídios ao preço do etanol; a conversão da frota oficial para o álcool; a capacitação de oficinas de retífica para a conversão da frota circulante; etc. Tratava-se, além disso, de projeto de governo esboçado desde o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento - II PND - e que, tal como a Lei de Informática, representava uma das últimas tentativas de implementação do projeto nacionalista do governo militar fundamentado na substituição de importações.

O trabalho de pesquisa bibliográfica desenvolvido nesta dissertação procurou identificar os aspectos mais relevantes da pesquisa, desenvolvimento e difusão do carro a álcool. Durante o trabalho, entretanto, foi-se tornando claro que houve uma predominância de mecanismos públicos de fomento ao incremento da produção de etanol, sob controle do governo, enquanto que os mecanismos de fomento a PD&I do carro a álcool foram limitados pelos interesses e pela participação das empresas multinacionais montadoras de veículos instaladas no país. A relação entre o carro a álcool e a produção do etanol era mesmo de

⁴ E mais tarde os prejuízos decorrentes do calote das dívidas dos usineiros.

subordinação: a pesquisa e o desenvolvimento da tecnologia dos motores a álcool era um dos itens do Programa Tecnológico do Etanol, que era subordinado ao Proálcool. Se o incremento da produção de etanol só se justificava pelo seu consumo, aditivado à gasolina ou puro, por veículos automotores, este consumo poderia se dar em outros países, se considerarmos os prognósticos catastróficos com relação ao fim das reservas de petróleo.

Aquela perspectiva de álcool como substituto mundial dos derivados de petróleo parece ter sido a razão para uma concentração de mecanismos de política pública sobre a produção do etanol, apesar do claro benefício que o programa trazia aos usineiros, tradicional setor da sociedade. Por essa crucial diferença entre a intervenção do governo sobre os processos de inovação do etanol e do carro a álcool, acabou predominando neste trabalho as informações sobre PD&I do etanol em relação ao do carro a álcool.

Dentre as ações de P&D para o etanol, foram incluídas em menor ou maior profundidade aquelas diretamente relacionadas com a produção de álcool para uso combustível, tratando-se superficialmente dos esforços para a produção de óleos vegetais e da pesquisa agropecuária. Com relação à difusão do álcool combustível, se tratou principalmente da questão dos preços relativos sem entrar nos problemas provocados pelas variações de produção e estoques. Para o caso da produção de veículos a álcool, foram relacionados os principais esforços de P&D anteriores ao lançamento do carro a álcool no mercado. Além disso, foi dado destaque aos desenvolvimentos tecnológicos adotados durante a fase de difusão considerando os registros da imprensa especializada da época. Sobre a difusão, foram identificadas as principais medidas de viabilidade empregadas pelo governo para fazer e tentar manter o carro a álcool vantajoso em relação ao a gasolina.

Ao final deste trabalho é apresentada uma avaliação dos efeitos dos instrumentos empregados pelo governo para o alcance dos objetivos originais visados quando da formulação do Proálcool. Em resumo, aos preços que o petróleo alcançou no fim da década de 1970, não havia dúvidas sobre a oportunidade do desenvolvimento de um programa de combustíveis renováveis, genuinamente brasileiros. Ainda que aquela alta de preços logo se amainasse, levando a algumas crises momentâneas causadas pelas dúvidas sobre a continuidade do Proálcool, o comprometimento do governo com o programa levou ao alcance e superação das metas de produção de etanol e de produção de veículos a álcool. Claro é que o programa não conseguiu resolver o problema da auto-suficiência de combustíveis por não ter conseguido conter o crescimento do consumo de óleo diesel. Este descumprimento de uma das metas originais do Proálcool se deu tanto por falta de uma atividade mais consistente de P&D

de combustíveis renováveis para motores Diesel, quanto pelas conseqüências da política de reajustes dos preços de derivados de petróleo para garantir a viabilidade do etanol, o que teria desestimulado o mercado de caminhões movidos a gasolina, que existia no início da década de 1970 mas logo após o início do Proálcool desapareceu.

Se o problema original visado pelo Proálcool e pelo Programa Tecnológico do Etanol era reduzir a dependência das importações de petróleo, a partir de um determinado momento, eles passaram a se concentrar em viabilizar o carro a álcool, saindo de seu objetivo central para um de seus objetivos táticos. Seu problema original acabou sendo principalmente resolvido muito mais tarde e de forma não renovável pela ação de prospecção da Petrobrás, como se demonstrará, por meio de inovações tecnológicas que permitiram a exploração da plataforma continental.

Ainda que tenham perdido o foco sobre o problema que visava originalmente, a política pública para a inovação tecnológica do carro a álcool constitui um exemplo de ação governamental que precisa ser estudado. Há um leque de mecanismos que deram certo e que poderiam ser novamente empregados, como também há inúmeros senões que precisam ser tidos em consideração quando da formulação de novas políticas públicas que visem a promoção do processo de inovação no País.

1 A INOVAÇÃO DO CARRO A ÁLCOOL

Até a década de 1970, o uso de álcool como combustível de motores a combustão interna, ciclo Otto⁵, constituía uma possibilidade técnica não explorada plenamente. Desde as pesquisas de Fonseca da Costa e Souza Mattos em 1923, citadas por Dahab (1986, p. 534) e por Vargas (1994, p. 361), já se tinha uma visão clara das dificuldades envolvidas. Apesar dessas dificuldades, um carro movido a álcool participou da corrida do Circuito da Gávea de 1923, para dar divulgação ao projeto (VARGAS, 1994, p.361). Os mesmos autores reconhecem, contudo, que foi Sabino de Oliveira, através de pesquisa feita no Instituto Nacional de Tecnologia – INT, quem, a partir de 1940, buscou a adaptação dos motores a gasolina para o consumo de álcool e chegou a identificar o limite máximo de álcool na gasolina suportado pelos motores da época (DAHAB, 1986, p. 535; VARGAS, 1994, p. 362).

Cinquenta e dois anos depois, em 1975, o funcionamento de um motor a combustão interna com álcool não deveria constituir desafio tecnológico. No entanto, o desenvolvimento técnico em termos de regulagens e materiais, a necessidade de estabelecimento de uma rede de distribuição e abastecimento de etanol, o desenvolvimento da escala de produção dos veículos e o incentivo ao consumo consistiam em problemas cujas soluções não haviam antes sido desenvolvidas no mundo. Sem este conjunto de soluções, o uso de álcool como combustível veicular permaneceria teoricamente apenas viável. Foram as resoluções tomadas, principalmente pelo governo dentro do escopo do Proálcool, que, ao fomentarem o desenvolvimento das soluções técnicas, elevaram o conhecimento técnico sobre o etanol e o carro a álcool ao estágio de inovação.

Numa análise sucinta sobre quais aspectos caracterizariam o automóvel movido a álcool como uma inovação tecnológica, é preciso primeiro ter em conta que ele não poderia ser considerado um novo bem, sendo no máximo uma variação de um bem tradicional que continuou sendo vendido com as mesmas características do modelo movido a gasolina. Para o uso do álcool no automóvel não foi necessário um novo método de produção, posto que, para os motores e equipamentos do veículo as diferenças estão ao nível de materiais, alterações dimensionais e regulagens. E não se pode esquecer, que se está tratando de elevar

⁵ Ciclo Otto é o ciclo onde a combustão da mistura de vapor de gasolina e ar se dá por intermédio de uma centelha à volume constante.

ao patamar de 100% um elemento que já compunha o combustível veicular no Brasil, apesar de irregularmente, através da mistura à gasolina. Quanto ao mercado, o álcool veicular foi introduzido no mercado de veículos automotores como um bem (fonte de energia) substituto da gasolina.

Nos primórdios da indústria automobilística, a viabilidade do combustível foi fator fundamental para a predominância dos motores a gasolina. A produção em massa e o automóvel como seu filho pródigo, foram estudados por Freeman e Soete (1997). Em seu estudo, eles destacam que o processo de escolha entre as alternativas tecnológicas de motores disponíveis no início do século XX - vapor, elétrico e combustão interna - foi decidido pelo rápido desenvolvimento da rede de abastecimento de combustível fóssil. O que pesou a favor dos veículos com motor a combustão interna foi, além da rede de distribuição, a vantagem deles possuírem tanques com capacidade para oferecer a maior autonomia em relação às demais alternativas. Além disso, para as áreas rurais desprovidas de infra-estrutura, a gasolina podia ser guardada em casa. Ainda que um motor a vapor funcionasse mais suavemente e o elétrico fosse mais fácil de operar pela dispensa dos sistemas de partida e de câmbio, a disponibilidade de combustível em uma rede de abastecimento foi o fator predominante para o sucesso do motor a gasolina. Não é surpresa, assim, que a disponibilidade de combustível também tenha sido fundamental para o sucesso da nova tecnologia do motor a álcool.

Para atender à nova escala que se propunha para a demanda do álcool combustível, a oligarquia mais tradicional do país, que controla o cultivo da cana-de-açúcar e a produção de álcool na usina, precisou, além de aumentar a produção, reorganizar sua atividade, o que ocorreu, principalmente, por meio da transformação de lavouras no estado de São Paulo – cf. Tabela 5, pág. 34. O sistema de abastecimento e distribuição, ainda que basicamente utilizando a infra-estrutura existente para os outros combustíveis, teve de ser alongado, alcançando o campo, e duplicado em caminhões, reservatórios e postos. Assim, o uso do álcool como combustível se constituiu em uma inovação tecnológica devido a dois fatores (SCHUMPETER, 1982, pp. 48-49): primeiro, porque representou a conquista de uma nova fonte de matéria-prima para o mercado de combustíveis, o que demandou, como segundo fator, o estabelecimento de uma nova organização das indústrias sucro-alcooleira e do sistema de distribuição e abastecimento de combustíveis.

O Manual Oslo da OCDE contempla, por seu lado, a seguinte definição de inovação tecnológica:

Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos. Uma inovação TPP é considerada **implantada** se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção (inovação de processo). Uma inovação TPP envolve uma série de **atividades** científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. (FINEP, 2004, pp.54, grifos do autor)

No caso do carro a álcool, vale destacar as seguintes definições específicas:

Produto tecnologicamente aprimorado. É um produto existente cujo desempenho tenha sido significativamente aprimorado ou elevado. Um produto simples pode ser aprimorado (em termos de melhor desempenho ou **menor custo**) através de componentes ou materiais de desempenho melhor, ou um produto complexo que consista em vários subsistemas técnicos integrados pode ser aprimorado através de modificações parciais em um dos subsistemas. [...]

Inovação tecnológica de processo é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo **métodos de entrega dos produtos**. Tais métodos podem envolver **mudanças** no equipamento ou **na organização da produção**, ou uma combinação dessas mudanças, e podem derivar do uso de novo conhecimento. Os métodos podem ter por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes. (FINEP, 2004, pp.56, grifos do autor e nossos)

De acordo com estas definições, o desenvolvimento do carro a álcool, fundamentado no uso do álcool como combustível veicular, constitui uma inovação tecnológica por pelo menos duas características. Primeiro, houve o aperfeiçoamento do produto, o automóvel, no sentido da redução das despesas com combustíveis. Segundo, houve a implementação de uma nova organização da agroindústria do álcool, em termos de produção, distribuição e qualidade do etanol. Sua concretização, por outro lado, não foi alcançada naturalmente: dependeu da execução das etapas tecnológica, organizacional e comercial, que foram coordenadas por intermédio de programas do governo federal.

O insucesso das políticas pré-Proálcool, quando havia políticas para o uso do álcool combustível que não conduziram ao seu amplo uso, indica que a expansão da produção do álcool e o alcance de metas próximas de 100% dos veículos comercializados em meados da década de 1980 não aconteceram por acaso. Ao contrário, o carro a álcool resulta numa inovação tecnológica porque o pequeno salto que faltava para a sua viabilidade em termos de

motores a álcool, mas que era imenso em termos de suprimento e distribuição de etanol, é dado por meio da aplicação de políticas públicas a partir de 1975.

O fato da pesquisa, do desenvolvimento e da difusão terem sido objetos de políticas públicas, demonstram que sem uma ação efetiva dos “agentes inovadores”, e o Estado está dentre eles, no sentido de prover a infra-estrutura para a realização da inovação tecnológica, o álcool combustível veicular não teria alcançado a fase de difusão. Ainda que após 1990 o carro a álcool tenha perdido sua vantagem econômica, já que aos preços de mercado seu custo era maior que o da gasolina, ele permaneceu como uma inovação adormecida. Por idos de 2003, tanto uma nova circunstância conjuntural, a elevação dos preços da gasolina, quanto a redução dos custos de produção do álcool da cana-de-açúcar permitiram a retomada do etanol como combustível veicular. Não se pode negar que somente devido ao esforço empreendido pelo governo na década de 1980, o país se encontra hoje pronto para optar pelo consumo de etanol como combustível de uso rodoviário, o que avaliado na sua dimensão estratégica só encontra par nos Estados Unidos, a custa de subsídios bem maiores do que aqui foram empregados.

Diferentes aspectos demandaram atenção na análise conduzida nesta dissertação, mas talvez o mais relevante seja o fato de que, ainda que mantida artificialmente por intermédio de intervenções do governo sobre a relação de preços entre o álcool e a gasolina, a inovação tecnológica esteve presente tanto no carro a álcool quanto no processo de incremento da produção de etanol. O atual uso por motores multicomcombustíveis, todavia, não tem a mesma dimensão de inovação tecnológica que o carro a álcool tinha na década de 1980, apesar de estar fundada na tecnologia da injeção eletrônica de combustível, disponível no Brasil apenas a partir de 1990. São duas as razões: primeira, porque a viabilidade do álcool combustível já havia sido comprovada àquela época e, segunda, porque a fronteira tecnológica hoje se encontra na obtenção do etanol diretamente da biomassa, seja para uso em motores a combustão, seja para uso em células de energia.

2 O ÁLCOOL CARBURANTE

A história do uso do álcool como combustível veicular é muito anterior ao Proálcool, apesar de nunca se ter alcançado um estágio de maturidade tecnológica e difusão que se aproximasse daquele alcançado na década de 1980. É, no entanto, extremamente relevante conhecer a experiência do período que vai até 1975, tanto para identificar as diferenças entre aquelas circunstâncias e políticas públicas com as que se implementaram a partir de 1975, quanto para determinar quais fatores levaram à crise de 1990.

2.1 MEDIDAS ANTERIORES AO PROÁLCOOL

Reportagem de outubro de 1961 sobre os problemas da baixa octanagem⁶ da gasolina brasileira (Coquetel Brasileiro, out. 1961, pp.22-27) afirmava que a adição de álcool à gasolina se origina em 1931 com a proporção de 5%, alcançando 20% por idos de 1952 nos estados brasileiros em que havia produção de álcool e apenas durante o período da safra. Por falta de reservatórios para armazenamento e da característica higroscópica⁷ do álcool, a adição só aconteceria durante as safras e haveria proporções de até 50% de adição neste período: “Conclusão: a gasolina, nos estados produtores de cana, só tem álcool na época das safras de cana-de-açúcar. Para “compensar”, nessas ocasiões, nosso combustível tem álcool demais” (Coquetel Brasileiro, out. 1961, p.26, grifo do autor).

Os representantes das montadoras de automóveis, estabelecidas no Brasil a partir de 1957, apresentavam na mesma reportagem comentários sobre a mistura (p.27), que, em síntese, era considerada útil para o aumento da octanagem, mas prejudicial à eficiência energética e ao funcionamento do motor dada a constante necessidade de regulagem devido aos diferentes ajustes estequiométricos⁸ do motor, como a reportagem aponta. Tal reportagem

⁶ Octanagem: medida da capacidade anti-detonante do combustível para motores de combustão interna ciclo Otto, baseada na equivalência entre a mistura de hidrocarbonetos que compõem a gasolina e a composição exclusiva de um único hidrocarboneto: a octana. Quanto maior a octanagem do combustível maior taxa de compressão do motor e maior a eficiência energética.

⁷ Característica do etanol de absorver a umidade do ar e se auto diluir, degradando-se.

⁸ Relação entre os volumes de ar e combustível para que ocorra a reação química completa da oxidação do combustível (queima) pelo ar, que são diferentes para gasolina (15:1) e álcool (9:1).

parece apresentar um cenário bastante realista dos efeitos da “política pública” de então para uso do álcool como combustível veicular.

Os mecanismos de políticas públicas em favor do uso do álcool combustível se iniciam, segundo Moreira e Goldemberg:

[...] desde 1903, quando o Primeiro Congresso Nacional sobre as Aplicações Industriais do Álcool propôs o estabelecimento de uma infra-estrutura para a promoção da produção e uso do álcool. Durante a primeira guerra mundial, de fato, o uso do álcool no país foi compulsório. (MOREIRA e GOLDEMBERG, jul. 2005)⁹

Esta afirmação do uso compulsório conflita com as informações de Dahab e Vargas, citadas na Introdução deste trabalho, de que em 1923 ainda se estava numa etapa de experimento e estão também em desacordo com a reportagem de 1961, supracitada, que relata o descontrole dos órgãos oficiais sobre o uso do álcool carburante. Não há dúvida, contudo, que foi no primeiro governo de Getúlio Vargas que se produziu o primeiro relevante arcabouço normativo de incentivo à produção de álcool e ao seu uso como aditivo ao combustível veicular, através da criação do Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA – em 1933.

Antes da criação do IAA, ocorreram outras tentativas de intervenções do governo na produção do álcool, embora elas estivessem associadas às políticas de preços e exportação do açúcar. Dentre as medidas estavam: a criação da Caixa Reguladora do Açúcar (1922) e o Plano Geral de Defesa do Açúcar, Aguardente e do Álcool (1928) (SZMRECSÁNYI, 1979, pp. 163-177). Segundo Szmrecsányi (1979, p.170) a partir da década de 1930, o “álcool passou a ganhar nova importância, deixando de constituir um simples subproduto, para tornar-se um fator de equilíbrio da agroindústria canavieira [...]”. A primeira medida neste sentido teria sido o Decreto n.º 19.717, de 20 fev. 1931, que relacionava o “pagamento de direitos de importação de gasolina” à comprovação “de haver o importador adquirido, para adicionar à mesma, álcool de procedência nacional na proporção de 5%”, isto, além de obrigar que a frota oficial utilizasse gasolina com 10% de álcool.

Por meio de Resolução do Ministério da Agricultura de 04 ago. 1931 é criada a Comissão de Estudos sobre o Álcool Motor – CEAM, sendo estabelecida, pelo Decreto n.º 20.356, de 1º set. 1931, normas de especificação técnica para o álcool anidro¹⁰ que não era ainda produzido no Brasil e cuja produção foi estimulada pela criação de um prêmio para a

⁹ MOREIRA, José. GOLDEMBERG, José. **Custos do Etanol** in O Programa do Álcool. São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/alcohol4.htm>. Acesso em: 14 jul. 2005.

¹⁰ Álcool anidro: o álcool com mínima presença de água, para uso em indústria química e para a mistura à gasolina.

primeira destilaria, que deveria ter uma capacidade de 15 mil litros diários (SZMRECSÁNYI, 1979, pp.171-172). Szmrecsányi considera que os mecanismos de política pública em favor do álcool daquela época “não puderam ser postos em prática, em parte devido à falta de uma infraestrutura tecnológica, e em parte devido à insuficiência de estímulos econômicos oferecidos pelo governo”, circunstância decorrente do “estágio da industrialização” brasileira e da “política de preços” do açúcar que podia implicar no aumento ou na redução da produção do álcool, em função do preço internacional do açúcar (SZMRECSÁNYI, 1979, p.172). Outra iniciativa referida foi o Decreto n.º 21.201, de 14 mar. 1932, que “autorizou o Ministério da Agricultura a assinar contratos com entidades particulares para a implementação de destilarias de álcool anidro, e a conceder-lhes incentivos fiscais e tarifários” (SZMRECSÁNYI, 1979, p.175). Em seguida, o Decreto n.º 22.152, de 28 nov. 1932, “foi o primeiro a contemplar simultaneamente o açúcar e o álcool, limitando a produção do primeiro em todo o território nacional, e criando novos incentivos para a produção de álcool anidro no país” (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 176).

Esta tentativa de implantar uma indústria de álcool carburante no Brasil culmina com a criação do Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA - em 1933, que representou a institucionalização do braço do Estado sobre as políticas de açúcar e álcool.

O IAA foi criado em 1º de junho de 1933 pelo Decreto n.º 22.789, durante o governo provisório de Getúlio Vargas, e extinto no início do governo Collor pela Lei n.º 8.029, 12 abr. 1990. O preâmbulo do Decreto estabelecia a “[...] necessidade de assegurar o equilíbrio do mercado de assucar¹¹” e atentava “[...] para as dificuldades da indústria assucareira [...]” que “[...] está em derivar para o fabrico do álcool industrial uma parte crescente das matérias primas utilizadas para a produção do assucar ; [...]”

Entre as previsões do decreto de criação do IAA, vale destacar:

- a) as incumbências de fomentar e estimular a fabricação do álcool anidro, mediante instalação de “destilarias” e a responsabilidade de abastecê-las durante todo o ano com matérias primas (§ b e §c do Art. 4º);
- b) a isenção de “impostos ou taxas de qualquer natureza, federais, estaduais ou municipais [para]: a) todo o álcool anidro produzido no país; b) toda aguardente e álcool destinados ao fabrico de álcool anidro; c) todo o álcool

¹¹ Algumas citações contêm a grafia da época para termos como “assucar”, por exemplo.

destinado á preparação dos carburadores, cujas fórmulas tenham sido aprovadas pelo Instituto do Assucar e do Alcool.” (Art. 5º);

- c) a isenção, por meio de requisição ao IAA, de impostos e taxas de importação de “aparelhos destinados á fabricação de álcool anidro” e matérias-primas relevantes ao processo industrial (Art. 6º);
- d) a isenção da “taxa de viação federal e de quaisquer impostos e taxas semelhantes” sobre os tambores e tonéis empregados no transporte de álcool anidro ou da mistura carburante. (Art. 7º);
- e) a atribuição ao “Govêrno da União, pelos Ministérios da Agricultura e da Fazenda” da contratação de financiamento para o desenvolvimento da produção de açúcar e álcool (Art. 11); e
- f) especialmente, fazia referência aos “termos de responsabilidade assinados com as companhias importadoras de gasolina” para o fornecimento de álcool de 96º GL (Art. 30).

Os primeiros efeitos da criação do IAA são visíveis no aumento da produção de álcool de 5 mil litros/dia em 1933 para 225 mil litros/dia em 1937 e na existência de veículos movidos a álcool de mandioca durante a II Guerra Mundial (VARGAS, 1994, p. 362). Estes efeitos também são percebidos no levantamento feito por Szmrecsányi sobre a capacidade de produção de álcool anidro no período 1933 a 1941, cf. Tabela 1.

TABELA 1 – Capacidade de produção de álcool anidro, logo após a criação do IAA

	1933	1939	1941
destilarias	1	31	44
capacidade anual em mil litros	100	38.000	76.600

FONTE: Szmrecsányi, 1979, p.205.

Vargas (1994) e Szmrecsányi (1979) informam que antes da II Guerra teriam sido adotadas medidas para a adição de 20% de álcool à gasolina. Szmrecsányi afirma que “essas medidas, entretanto, não surtiram os efeitos esperados” (1979, p. 209), informando sobre a redução da produção de etanol a partir da safra de 1943/1944, por causa da interrupção das importações de produtos químicos necessários à desidratação do álcool hidratado produzido pelas usinas. Szmrecsányi reconhece, contudo, a vinculação da produção

de álcool à produção de açúcar e que a redução da produção daquele se deu também devido à oportunidade do açúcar brasileiro assumir uma fatia maior do mercado mundial a partir do fim da II Guerra Mundial. Esta análise coincide com a de Santos (1982), que indica que a política pró-uso do álcool como combustível teria sido efetiva apenas durante parte do período da II Guerra Mundial. O álcool anidro teria sido usado com esta finalidade combustível até 1942, quando, pelas restrições de importação de desidratantes, a adição à gasolina teria sido feita com o álcool hidratado. Esta adição¹² duraria até o momento em que a liberação do comércio exterior de açúcar implicou no retorno à lógica do “equilíbrio estatístico”, que é como a autora reconhece e denomina a relação de dependência entre a exportação de açúcar e a produção de álcool (SANTOS, 1987, pp.87-88). Por conseguinte, para a safra de 1950/51 o IAA liberaria a produção de açúcar, deixando livre ao usineiro a escolha entre exportar os excedentes ou transformá-los em álcool, ainda que houvesse um crescimento da demanda deste último produto (SZMRECSÁNYI, 1979, pp. 237-238). Santos (1982, p.30) informa que: “com raros períodos de exceção, o volume de álcool anidro entregue para mistura será sempre inferior à sua quota legal”. Em seu longo estudo sobre o álcool, Santos (1982, p.124) atribui ao período 1960-1975 a denominação “álcool negligenciado”, estabelecendo um consenso com as análises dos demais autores de que a prioridade do álcool carburante só teria ocorrido por época da II Guerra Mundial.

Em termos das medidas legais que vieram depois da criação do IAA, o governo permaneceu intervindo na questão do açúcar e do álcool, sempre nesta ordem de prioridade, pelo menos até a década de 1970. Das principais medidas de intervenção sobre o setor sucro-alcooleiro, destacamos as seguintes normas e os seus dispositivos que especialmente dizem respeito ao álcool:

- a) Decreto-Lei n.º 4722, 22 set. 1942, que declara a indústria alcooleira de interesse nacional e estabelece preços mínimos (Art. 2º) para o álcool por quatro anos a partir da safra 1943/1944;
- b) Decreto-Lei n.º 5988, 18 nov. 1943, que dispõe sobre a distribuição de álcool, fixando a obrigatoriedade de venda através do IAA;
- c) Decreto n.º 25.174-A, 03 jul. 1948, que buscava re-incentivar a produção de álcool carburante pela fixação pelo IAA de planos de produção para as usinas, que deveriam superar a relação de “7 litros de álcool por saco de

¹² Não se pode, todavia, deixar de lembrar o predominante papel do gasogênio, que foi uma das opções adotadas pelo governo como fonte de energia para o transporte, durante a II Guerra Mundial.

açúcar” (Art. 5º), estabelecendo como principal incentivo uma política de preços mínimos correspondentes ao do açúcar em seu Art. 2º:

“Ao álcool produzido diretamente da cana ou mel rico, o I. A. A. procurará assegurar preço final em correspondência ao fixado para o açúcar cristal, sobre vagão, usina, no Estado do Rio de Janeiro, mediante a distribuição de bonificações aos produtores sobre o álcool fabricado.”;

- d) Decreto-Lei n.º 16, 10 ago. 1966, e Decreto-Lei n.º 56, 18 nov. 1966, que tratam do transporte clandestino de álcool;

É necessário destacar que de todas as normas legais baixadas no período pré-Proálcool e que foram identificadas em pesquisa realizada pelo autor no banco de dados do Senado Federal¹³, apenas o Decreto n.º 22.789, 22 jun. 1933, e o Decreto n.º 25.174-A, 03 jul. 1948, antes referidos, contêm dispositivos para o fomento da produção de álcool visando seu uso como combustível.

No nível de regulação da produção e comercialização do álcool, Szmrecsányi (1979, pp.362-373) relata a existência dos “Planos de Defesa do Álcool” que passaram a compor os “Planos de Safra” a partir de 1942, o qual especificamente previa o alcance da produção de 100 milhões de litros de álcool anidro na safra 1942/43 e dava ao IAA a capacidade de requisitar melação e álcool para a produção de álcool anidro (LIMA SOBRINHO apud SZMRECSÁNYI, 1979, pp.362-363). O “Plano de Desenvolvimento da Produção do Álcool” (Resolução IAA n.º 034/42, 30 jul. 1942) apropriava ao IAA 80% da produção das destilarias brasileiras, dando-lhe um quase monopólio do comércio de álcool. Aquele plano foi seguido do “Plano de Controle do Álcool” (Resolução IAA n.º 039/42, 13 ago. 1942) que aprofundava o controle do comércio, limitava o uso combustível aos estados produtores e criava a “Caixa do Álcool” que servia como fundo para o pagamento de bonificações aos usineiros que alcançassem as metas de produção.

Para a safra 1944/45 (SZMRECSÁNYI, 1979, p.364) surgiu o primeiro plano para o álcool que era independente dos planos de safra: o “Plano do Álcool”. Este plano para a safra 1948/49 (Resolução IAA n.º 210/48, 16 set. 1948) orientava a produção nacional a direcionar o álcool anidro para uso combustível, em cumprimento ao Decreto n.º 25.174-A, de 1948 (SZMRECSÁNYI, 1979, p.365). Para esta safra, a produção era estimada em 114 milhões de litros, correspondendo segundo Szmrecsányi a 650 mil sacas de açúcar (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 366).

¹³ <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em 15 maio 2005.

Somente a partir do Plano para a safra 1958/59 “passam a vigorar cotas anuais de álcool anidro” (SZMRECSÁNYI, 1979, p.368). O “Plano de Defesa da Produção do Álcool” da safra 1966/67 (Resolução IAA n.º 1972/66, 28 jul. 1966) dimensionava a respectiva produção em 240 milhões de litros de álcool hidratado e 370 milhões de litros de álcool anidro, destes sendo 340 milhões de litros para fins carburantes entregues às distribuidoras de São Paulo, Pernambuco e Rio de Janeiro, tendo sido recomendado que as “entregas deveriam obedecer a quotas mensais, a fim de que fossem ‘mantidas proporções uniformes da mistura’” (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 369, grifo do autor).

Neste período precedente ao Proálcool, são dois os aspectos que se destacam a partir da observação das medidas adotadas pelos governos para a promoção da produção e consumo de álcool carburante. Um é a fraqueza do controle sobre a execução das medidas, dada a inexistente reação à não concretização de suas metas, especialmente a de adição de álcool anidro à gasolina. Outro é que, apesar da enorme capacidade de intervenção do Estado sobre os fatores econômicos relacionados ao álcool e açúcar - o câmbio, as tarifas, os impostos e preços mínimos -, sempre predominou a lógica do interesse comum entre o governo e usineiros na exportação do açúcar.

Não há, no período, registro de uso do álcool combustível além de eventualmente em algumas localidades, conforme relatado por alguns autores (DAHAB, 1986; VARGAS, 1994). Tanto o interesse do governo em divisas, quanto o interesse dos usineiros em participar do mercado de açúcar, uma *commodity* internacional consolidada, faziam com que a iniciativa do álcool fosse deixada em posição subordinada. Em termos de situação interna, o Brasil estava se transformando nas décadas de 1960/70, deixando de ser um país agrário para urbanizar-se, inclusive como consequência da introdução das montadoras de veículos no país. No início vieram apenas as empresas de menor expressão internacional: DKW, Simca, Volkswagen e Willys Overland. É por volta de 1967 que as grandes empresas: GM, Ford e Chrysler passam a se interessar pela produção de veículos no país, chegando aqui com produção própria ou através da compra das empresas pioneiras. A Fiat só chegaria em 1975. O crescimento da frota e o desenvolvimento da malha rodoviária, em conjunto com o crescimento da urbanização, contribuíram para o problema de abastecimento de combustíveis, alterando sobremaneira as circunstâncias para que as políticas de uso do etanol como combustível veicular passassem a ser encaradas mais seriamente a partir do Proálcool.

2.2 MUDANÇA DE PARADIGMA

A crise de petróleo de 1973, não foi a primeira do pós-guerra, mas certamente a mais relevante, pois as crises anteriores, em 1951 a nacionalização da companhia Anglo-Iranian, em 1956 o fechamento do Canal de Suez e em 1967 a Guerra dos seis dias, não causaram efeito tão grande no mercado de petróleo, nem sobre o mundo. A crise se dá porque a Organização dos Países Exportadores de Petróleo - OPEP, criada em 1960, favoreceu uma ação conjunta dos países exportadores sobre o controle da oferta, o que elevou o preço do barril de US\$ 2,90 para US\$ 11,65 de setembro a dezembro de 1973.

Ao mesmo tempo no Brasil, a política desenvolvimentista alcançava seu limite no uso de recursos financeiros estrangeiros para a instalação da indústria de base. Com a elevação das taxas de juros internacionais, decorrente dentre outros fatores da própria elevação dos preços do petróleo, aumenta o endividamento brasileiro. Este endividamento se somou, num ciclo vicioso, aos crescentes déficits do balanço comercial, principalmente decorrentes da forte importação de petróleo, cuja dependência externa brasileira alcançava 40% de um consumo de 770 milhões de bep¹⁴ em 1978 (São Paulo, 1979, p.19).

Entre 1971 e 1977 as importações de petróleo bruto e derivados de petróleo somadas evoluíram de 10,6% para 31,78% do total das importações em valor, sendo que em 1975 já tinham alcançado 22,8% (ANCIÃES, 1979, pp. 402-404). Ao mesmo tempo o balanço de serviços apresentava déficits crescentes de US\$ 0,9 bilhões em 1971, US\$ 3,2 bilhões em 1975 e US\$ 4,0 bilhões em 1977 (ANCIÃES, 1979, pp. 402-404), para Produtos Internos Brutos - PIB - de: US\$ 156,8 bilhões, US\$ 227,3 bilhões e US\$ 263,1 bilhões, respectivamente (MME, 2005, Tabela 7.1).

A produção automobilística no Brasil no período compreendido entre 1957 e 1977 alcançou cerca de 8,3 milhões de veículos¹⁵, crescimento que foi acompanhado pelo aumento do consumo de gasolina, conforme demonstra o Gráfico 1 construído a partir dos dados da Tabela 2.

¹⁴ bep: barril equivalente de petróleo.

¹⁵ Cálculo aproximado da frota circulante, desconsiderando as importações e a redução da frota pelo uso, acidentes, etc.

TABELA 2 – Produção acumulada de veículos e consumo de gasolina antes do efeito do Proálcool

Ano	Produção acumulada de veículos	Consumo anual de gasolina em milhões de litros
1957	30.542	3572,6
1958	91.525	3934,3
1959	187.639	3988,6
1960	320.680	4426,9
1961	466.264	4603,3
1962	657.458	5231,8
1963	831.649	5594,7
1964	1.015.356	6074,5
1965	1.200.543	6040,6
1966	1.425.152	6638,9
1967	1.650.639	7247,3
1968	1.930.354	8219,0
1969	2.284.054	8747,0
1970	2.700.143	9704,8
1971	3.217.107	10616,7
1972	3.839.278	11937,5
1973	4.589.654	13928,6
1974	5.495.574	14322,5
1975	6.425.809	14618,8
1976	7.412.420	N/D
1977	8.333.613	N/D

Fonte: Elaborado com base em SANTOS, 1987, Tabela XIV e Anuário¹⁶ 2005 da ANFAVEA.

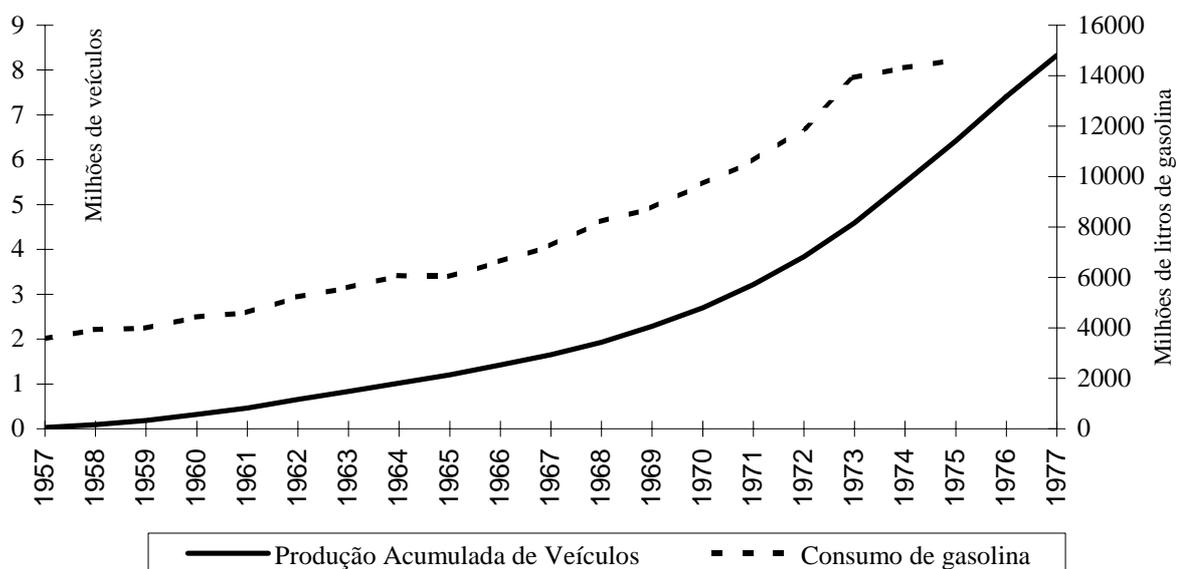


Gráfico 1 – Produção acumulada de veículos e consumo de gasolina antes do efeito do Proálcool

Fonte: Tabela 2 deste trabalho.

¹⁶ (http://www.anfavea.com.br/anuario2005/cap02_2005_2-2.pdf)

As pressões resultantes do aumento da dependência dos derivados de petróleo produziram o ambiente necessário para que o governo vislumbrasse o uso do álcool como alternativa energética, coincidentemente com o interesse dos usineiros nas “possibilidades de garantia de consumo permanente do álcool” (ANCIÃES, 1979, p.20). A viabilidade econômica do álcool frente à gasolina constituía, contudo, um calcanhar de Aquiles na formulação e execução das políticas públicas. Mais interessado na economia de divisas, o governo utilizou critérios de cálculo de viabilidade econômica que se baseavam na ampla capacidade dos governos de então de intervir em quase todos os aspectos da economia.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao fato de estarmos em uma economia na qual existe uma acentuada participação do Estado, no sentido de que os preços de mercado carregam um forte componente exógeno, representado por subsídios, incentivos, etc. Portanto, qualquer análise relativa a custos de produção deve ser entendida com extremos cuidados, pois os chamados preços de mercado não resultam apenas do funcionamento das forças de mercado (oferta e demanda) e, se por um lado condicionam a participação do empresário num determinado projeto de investimento, por outro lado não devem condicionar a decisão que a sociedade, através do Estado, tomará. [...] Na maior parte das comparações entre custo de produção de álcool e gasolina, o preço do petróleo utilizado para o cálculo deste último é tomado como sendo aquele observado no mercado internacional, e transformado em cruzeiros na taxa de câmbio oficial. Tal procedimento contém, pelo menos, duas imprecisões significativas. Em primeiro lugar, é sabido que a economia brasileira, por uma série de fatores conjunturais e estruturais, vem operando com uma taxa de câmbio supervalorizada, o que de uma maneira geral tem “barateado” as nossas importações e encarecido as nossas exportações. [...] O outro erro geralmente cometido transparece ao se analisar o ocorrido a partir de 1973, com o súbito aumento de preços do petróleo [...] (ANCIÃES, 1979, p.159-160).

As circunstâncias presentes na citação contemplam dois aspectos. Um, que havia uma dificuldade de realizar um diagnóstico mais preciso do problema do balanço comercial e das vantagens da adoção do álcool combustível, dadas as distorções resultantes da política cambial e a imprevisibilidade do comportamento futuro dos preços do petróleo. Outro, que qualquer reflexão que seja feita sobre as medidas adotadas antes de 1990 e as possibilidades de sua eventual aplicação precisa ter em conta as presentes limitações impostas às políticas públicas pelo sistema financeiro internacional e pelos acordos da Organização Mundial do Comércio – OMC.

Na análise feita pelo CNPq, foram apresentados três cenários para a economia de divisas que variaria entre US\$ 89,1 milhões e US\$ 239,9 milhões para o ano de 1986, dependendo do grau de substituição do petróleo e de aproveitamento do vinhoto, efluente das usinas de álcool, como fertilizante (ANCIÃES, 1979, p.228). Como se verá ao se tratar da fase de difusão, os mecanismos de incentivo ao uso do álcool carburante resultaram em altos

custos de subsídios que, retirados a partir de 1990, viriam a desestimular seu uso como combustível no Brasil.

A partir de 1976, o processo de inovação do sistema álcool combustível, passará a se desenvolver com o envolvimento dos usineiros, da Petrobrás, além dos diferentes órgãos do governo federal e de institutos de pesquisa como o Instituto de Pesquisa Tecnológico de São Paulo e o Centro Tecnológico da Aeronáutica – CTA. O envolvimento das empresas multinacionais tornar-se-á efetivo em 1979, ainda que de forma tímida, e a partir de 1980-81 com relevantes desenvolvimentos tecnológicos que viabilizaram os veículos a álcool.

2.3 O PROÁLCOOL

O Decreto n.º 76.593, 14 nov. 1975, instituiu o Programa Nacional do Álcool “visando ao atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos”. Os pilares do Decreto estão na “expansão da oferta de matérias-primas” (art. 2º), na criação da Comissão Nacional do Álcool – CENAL - (art. 3º), na mobilização dos bancos oficiais – BNDE, Banco do Brasil, Banco do Nordeste e Banco da Amazônia como fomentadores dos investimentos e dispêndios (ar. 5º), na garantia pelo Conselho Nacional do Petróleo – CNP - de “preços de paridade” para o álcool anidro em relação a um padrão de preço do açúcar cristal (art. 6º) e um “preço básico” para o mel residual pelo IAA (art. 8º), no estabelecimento também pelo CNP de um programa de distribuição para garantir a mistura carburante (art. 7º) e no controle pelo IAA das exportações de mel residual e de álcool (art.10).

A questão energética era central ao programa e os defensores do etanol consideravam como pressuposto o crescimento dos preços de petróleo a uma taxa de 4% ao ano (MIC-STI, dez. 1978, p.21). Nessa circunstância e de acordo com a previsão do Proálcool, o investimento total acumulado até 1985 seria idêntico à economia de petróleo: US\$ 4,3 bilhões versus US\$ 4,4 bilhões, e no período 1990/1995 se chegaria a “uma relação de US\$ 7,1 bilhões de investimentos versus US\$ 33,4 bilhões de economia de divisas com as importações de petróleo” (MIC-STI, dez. 1978, p.24).

A Exposição de Motivos n.º 021/75, 05 nov. 1975, que encaminhou o Decreto n.º 76.593, 14 nov. 1975, continha as metas para o Proálcool que eram: “economia de divisas [...]; redução das disparidades regionais de renda [...]; redução das disparidades individuais de renda [...]; crescimento da renda interna [...]; e a expansão da produção de bens de capital [...]” (ANCIÃES, 1979, pp. 20-21).

O Decreto n.º 76.593, contudo, avançava fortemente sobre a disponibilidade de recursos públicos para o incremento da produção de álcool no Brasil. Os financiamentos oferecidos eram por demais atrativos para serem considerados como razão secundária para a adesão ao programa, como fica claro pelas condições indicadas no Quadro 2, pois são financiamentos que contemplam inclusive a redução dos efeitos da correção monetária, num período de elevada inflação.

Quadro 2 – Condições de financiamento das usinas em 1979

	Tipo de destilaria	Limites de financiamento	Encargos financeiros	Prazo
Bens de Capital	Destilarias anexas	80%	40% da correção monetária mais juros de 4 a 6% aa	12 anos com carência de 3
	Destilarias autônomas	80%	40% da correção monetária mais juros de 3 a 5% aa	
	Autônomas com outras matérias-primas	90%	40% da correção monetária mais juros de 2% aa	
Custeio	Destilarias anexas	Por finalidade	Mini e pequena 10% Média 12% Grande 15%	
	Destilarias autônomas	100% (condição de alcance de 60 a 80% da produção esperada)	Por finalidades	

FONTE: Elaborado com base em: Banco Central do Brasil: resolução n.º 571, 10 set. 1979, apud BRASIL, 1983, Quadro 2.2 e 2.3.a. Setor Industrial

Segundo dados organizados pelo IPEA¹⁷, a inflação anual medida pelo IPC(FIPE) cresceu de 29,26% em 1975 para 228,22% em 1985 e a taxa de juros paga aos Certificados de Depósito Bancário – CDB – variou no mesmo período de 2,3% a 14,32% ao mês. Comparando-se a inflação com a taxa de redução da correção monetária e os juros mensais praticados com o juro anual aplicado pelo financiamento do Proálcool é possível avaliar o quanto o mesmo foi vantajoso aos investimentos dos usineiros em bens de capital.

¹⁷ Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br> acessado em 18 de janeiro de 2006.

Os resultados de tais medidas se demonstram pelo crescimento vertiginoso da produção de álcool a partir da safra 1976/77 – Gráfico 6, pág. 49. É certo que os baixos custos de financiamento foram um importante estímulo para os usineiros investirem no aumento da capacidade produtiva. Por outro lado, contribuiu a já citada perspectiva de que o álcool passaria a ser uma *commodity* no mercado mundial de combustíveis, com sua comercialização tão ou mais garantida que o açúcar. Além disso, é bem possível que houvesse a presença de um fator de pressão político-institucional no que constituiria uma ameaça velada de estatização da produção pelo regime militar, dada a importância estratégica do controle de uma nova fonte de energia e o exercido controle do governo sobre todas as etapas do processo produtivo (ANCIÃES, 1979, pp. 68-69).

Além das condições favoráveis de financiamento, a inadimplência do setor insinua a ausência de risco do negócio para os usineiros:

Somente junto ao Banco do Brasil (sem considerarmos a Receita Federal, o ex-IAA, Bancos Estaduais, ao INSS etc) as **dívidas dos usineiros chegam ao montante de US\$ 5 bilhões**. Isto é muito grave para um setor que obteve **US\$ 5,895 bilhões de recursos** públicos entre 1976 e 1989, período o qual os recursos para o financiamento agrícola em todo o país minguaram e as taxas de juros passaram a ser escorchantes para o conjunto das atividades agropecuárias. (ABRANTES, 2002/2005, grifo nosso)¹⁸

Este setor cresceu com dinheiro do povo (de 1975 até 1979 os usineiros ganharam mais de **1 bilhão de dólares** do governo; de 1980 até 1986 foram investidos cerca de **3 bilhões** dos cofres públicos). Atualmente, **as dívidas** do setor sucro-alcooleiro alcançam **5 bilhões de dólares somente junto ao Banco do Brasil**, sem perspectiva alguma de pagamento. Mesmo assim, os usineiros têm negociado junto ao governo o adiamento da dívida e, além disso, vão receber mais dinheiro público para ampliação, modernização industrial e aumento da área cultivada com cana-de-açúcar: só no Paraná estima-se que haverá um investimento de 1,8 bilhão de reais, a maior parte dinheiro do BNDES (ou seja, dinheiro público!) para a expansão em mais de 150 mil hectares de cana. (CPT, O gosto amargo da cana, 2005, grifo nosso)¹⁹

As razões para esta inadimplência não são parte do estudo deste trabalho que tampouco alcança sua abrangência. O baixo risco da participação dos usineiros neste processo de inovação, contudo, parece indiscutível. A mudança de paradigma, portanto, levou à criação do Proálcool e este ao uso de recursos públicos para o financiamento da produção de etanol, e também para o seu desenvolvimento. Ela não levou, contudo, a um desenvolvimento tecnológico que permitisse a superação das limitações do setor sucro-alcooleiro.

¹⁸ ABRANTES, Antonio. **Motor a álcool**. Rio de Janeiro: 2002/2005. Disponível em: <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/caralc.htm>>. Acesso em 22 maio 2005.

¹⁹ Comissão Pastoral da Terra. **O gosto amargo da cana**. Goiânia: 2005. Disponível em: <<http://www.cpt.org.br/?system=news&eid=136>>. Acesso em 22 maio 2005.

Apesar do ressurgimento em 2005 do entusiasmo pelo etanol combustível no setor sucro-alcooleiro e apesar da redução do custo do etanol da cana-de-açúcar a cerca de 1/3 do seu valor da época do início do Proálcool, a viabilidade econômica do etanol permanece dependente dos preços internacionais do petróleo, os quais são afetados em grande monta pelos humores da economia internacional, da política externa dos EUA e dos interesses do complexo industrial automotivo.

De todo o modo, o carro a álcool se difunde na década de 1980 no Brasil por causa de medidas adotadas no bojo do Proálcool para o aumento da produção e para o estabelecimento de uma rede de distribuição de etanol. As principais medidas para o etanol fazem parte da análise a seguir.

2.4 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

O Proálcool deu vazão a uma série de projetos relacionados à difusão do consumo do álcool para fins energéticos e levou a pesquisas de outros vegetais como fontes de energia. O foco deste trabalho, contudo, é a política tecnológica adotada para viabilizar o carro a álcool, no caso desta seção, interessando especialmente as pesquisas que visavam o aumento da produção de etanol para fins carburantes. Por essa razão, as medidas para expansão do uso de álcool como substituto do petróleo na indústria química, por exemplo, assim como outras que não estavam diretamente relacionadas com o aumento da produção de etanol, não foram incluídas na análise.

A espinha dorsal das políticas públicas tecnológicas para o etanol resulta de um desdobramento do Proálcool. Em 1977, foi desenvolvido pela Secretaria de Tecnologia Industrial – STI - do então Ministério da Indústria e Comércio – MIC- o “Programa Tecnológico do Etanol”, que contemplava cinco subprogramas: “1) produção de matérias primas; 2) tecnologia de produção alcooleira; 3) tecnologias de utilização do etanol; 4) programas conjugados; e 5) coordenação e reserva para tecnologias suplementares.” (MIC-STI, 1977, índice).

O subprograma 1 era composto de seis projetos na área agrícola. O subprograma 2 continha seis projetos para aproveitamento de matérias primas como a

mandioca e o babaçu, o desenvolvimento da engenharia básica dos processos e o aproveitamento dos resíduos, inclusive o vinhoto (MIC-STI, maio 1977, pp.7-9).

Trataremos o subprograma 3 em particular no capítulo 3, que trata da inovação de motores, dadas as características específicas do desenvolvimento, produção e montagem dos motores a álcool.

O subprograma 4 continha dois projetos com diferentes subprojetos envolvendo a criação de economias de aglomeração junto às usinas interiorizadas, a produção de energia elétrica por termo-geradoras, o uso de óleos vegetais como combustível, o desenvolvimento da indústria de base para o setor e da indústria de autopeças e o armazenamento e distribuição do álcool. O subprograma 5 continha as despesas da gestão do programa pela STI (MIC-STI, maio 1977, pp.13-15).

Os recursos do Programa Tecnológico do Etanol, a cargo da MIC-STI, alcançariam o total de Cr\$ 1.192.345.000,00 (Cr\$ 1,2 bilhões orçados) no quadriênio 1977-80, e eram constituídos na sua menor parte de despesas de investimento (36,7%) e de quase dois terços de despesas operacionais (63,3%). Para fins de avaliação da dimensão destes recursos, o orçamento fiscal e de seguridade social em 1978 foi de Cr\$ 356 bilhões e de Cr\$ 521 bilhões em 1979 em valores nominais.

Como apresentado na introdução, não foi objeto deste trabalho avaliar as inovações no setor agrícola que lidam especificamente com questões agrícolas e agrárias. Uma das razões, por exemplo, é que o número de variedades pesquisadas da cana-de-açúcar tem relação com o local de seu cultivo, a sazonalidade climática e as pragas, temas que não são objeto deste trabalho. Seria temerário tentar reunir e tratar da ampla pesquisa agrícola que é feita no País, provável tema para um trabalho específico. Cabe, entretanto, relatar os programas de pesquisas sobre a cana-de-açúcar que acompanharam o setor desde a criação do IAA, e aquelas pesquisas sobre as alternativas energéticas então consideradas, tais como a mandioca, o sorgo e o babaçu. Tais pesquisas podem ser vistas como um exemplo de desenvolvimento nativo, naquela especialização produtiva em que um país em desenvolvimento e grande exportador de gêneros agrícolas como o Brasil apresenta as maiores vantagens comparativas em relação aos outros países. Esta visão, todavia, demanda uma reflexão.

Na opinião de Aguiar:

A modernização tecnológica, enquanto induzida pela intervenção do Estado, reflete a intensificação do processo de inserção da agricultura dos países subdesenvolvidos na economia mundial constituída. Sendo, como se sabe, caracterizada pelo emprego maciço de inovações técnicas (fertilizantes, máquinas, defensivos, etc.) e, no geral, voltada para a produção de exportáveis, a agricultura modernizada dos países subdesenvolvidos constitui, de fato, um elo no processo de *complementação/especialização* dos sistemas produtivos nacionais, articulando-se, portanto, ao jogo da divisão internacional do trabalho (AGUIAR, 1986, p.76, grifo do autor).

Para que se tenha idéia da força da agricultura no uso dos recursos de P&D, vale relatar que dentre as aplicações federais em ciência e tecnologia, fora a parcela de 50% controlada pelo CNPq e a Presidência da República, a maior parcela esteve com o Ministério da Agricultura sendo de 18,3% em 1979 e 21,3% em 1980 (AGUIAR, 1986, p.132). De certa forma, esta foi a lógica do próprio Proálcool que destinou mais atenção e recursos ao desenvolvimento da capacidade de produção do álcool do que a de motores.

Quanto aos demais temas de P&D, se procurou focar nos principais que são: o uso de microdestilarias, os problemas do vinhoto e a tentativa de produzir álcool da madeira, além da tentativa de produzir álcool da mandioca. Antes de ser um compêndio de toda a atividade de P&D do período do Proálcool, este trabalho visa oferecer elementos para o entendimento do processo de inovação tecnológica do carro a álcool.

2.4.1 Melhoramento da cana-de-açúcar

Uma das iniciativas precedentes ao Proálcool, e estimulada por ele, foi o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, depois chamado de Planalsucar, que foi formulado pelo IAA e homologado em sessão de seu Conselho Deliberativo em 19 jul. 1971. Este programa buscava resolver o problema da produtividade agrícola baixa: “rendimento médio de 42 toneladas por hectare” (AZZI, 1971, p.5), que nos dava o 12º lugar em um mercado de açúcar em que éramos o 4º produtor mundial. Basicamente, ele continha projetos na área de genética, fitopatologia, entomologia e agronomia dos cultivares de cana-de-açúcar, tendo em foco a questão da produtividade. O programa se estendeu até 1980, contemplando os recursos apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Estimativa de investimentos do IAA no Planalsucar

Ano	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bilhões de Cr\$ (valor nominal)	0,88	1,56	1,82	1,94	2,43	5,43	4,62

FONTE: AGUIAR, 1986, Quadro 10 – Estimativas de Investimentos em pesquisa agrícola, segundo principais instituições e relação dos totais anuais e renda agrícola–, p. 134.

No quadriênio 1977-1980 estes recursos somariam Cr\$ 14,42 bilhões realizados ou 12 vezes os recursos originalmente orçados para todo o Programa Tecnológico do Etanol. Em termos de importância para o governo eles representaram cerca de 0,7% em 1978 e 0,4% em 1980 do orçamento fiscal e da seguridade social da União.

Apenas a título de ilustração, variedades de sucesso foram desenvolvidas pelo Planalsucar (RB 72454, RB 765418 e RB 785148) e também pela Cooperativa de Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - Copersucar - (SP 70-1143, SP 71-1406, SP 71-6163 e SP 79-1011). Contudo, na opinião de Braunbeck e Cortez, a variedade mais importante de cana-de-açúcar (NA-5679) teria sido produzida na Argentina (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, p.217).

Um dos indicadores mais abrangente dos resultados dos desenvolvimentos da cana-de-açúcar, resultante das pesquisas do Planalsucar como também de outras como aquelas da Copersucar, é a produtividade alcançada na lavoura da cana-de-açúcar. Sobre a produtividade²⁰ da agricultura da cana-de-açúcar, o trabalho do CNPq de 1979 apresenta dados até a safra de 1975/76 (pp.242-243), quando já deveria haver algum efeito do Planalsucar, que tinha sido iniciado em 1971. Os dados partem de uma média de 37,62 ton/ha na safra 1947/48 para 48,8 ton/ha na safra 1975/76, um aumento de 29,71% após 28 safras. Considerando o valor da safra 1969/70 de 45,62 ton/ha, o aumento de produtividade após o início do Planalsucar teria sido neste intervalo de apenas 7%, ou seja, aproximadamente o valor médio tradicional do aumento da produtividade por safra a partir de 1947.

Em dezembro de 2005 a produtividade da lavoura de cana-de-açúcar alcançou 71,8 ton/ha (IBGE, 2005), ou seja, 33 safras após o início do Planalsucar a produtividade aumentou cerca de 47%.

O melhoramento dos cultivares ainda incluiu um fator importante: o conteúdo de “açúcar total recuperável” – ATR – que consiste da medida da quantidade de matéria-prima, sacarose, disponível para transformação em álcool e açúcar. Trata-se, entretanto, de

²⁰ É importante considerar que a produtividade agrícola está também associada a fatores climáticos sazonais, incluindo aqueles decorrentes do fenômeno “El Niño”, por exemplo.

fator que, além de estar relacionado à produtividade do cultivar, depende das condições do clima durante a lavoura.

2.4.2 A mandioca e outras culturas

No início do Proálcool, outras culturas agrícolas além da cana-de-açúcar foram cogitadas como fonte para a produção de álcool. Dentre elas estavam: dendê, abacate, coco, babaçu, girassol, colza, mamona, amendoim, soja e algodão para a produção de óleos vegetais; sorgo sacarino, resíduos agrícolas, babaçu, batata doce, sorgo granífero, marmeleiro negro e beterraba açucareira para a produção de etanol, sendo o destaque maior dado à mandioca (BRASIL, dez 1979).

A grande atenção que recebeu o cultivo da mandioca se deveu a algumas vantagens em relação à cana-de-açúcar: elevada tolerância à seca, baixo consumo de fertilizantes e poucos problemas com pragas (ANCIÃES, 1979, pp. 249-250), além do potencial de produzir 2,5 vezes mais etanol por unidade de massa do que a cana-de-açúcar (MIC-STI, dez. 1978, p.100). Pesavam contra esta cultura o fato de ser produto de uso alimentar, cujo desvio para a produção de energia, poderia produzir problemas de abastecimento. Tratava-se, também, de cultura familiar e de subsistência, cultivada em procedimento semi-artesanal:

Ao se tomar, por um lado, a cana-de-açúcar como um exemplo típico da agricultura capitalista em nosso país, pode-se, por outro lado, considerar a mandioca como um exemplo, igualmente típico, da outra face da moeda – condicionada pelas disparidades constantes do setor agrícola brasileiro, [...]” (ANCIÃES, 1979, p. 110)

Enquanto 73,95% da produção de mandioca se dava em propriedades com menos de 10 ha (ANCIÃES, 1979, p.109), 90% das destilarias de álcool aprovadas para receber os recursos do Proálcool na ocasião cultivavam a cana-de-açúcar em áreas acima de 1.000 ha e 59% acima de 5.000 ha, demonstrando um distanciamento entre os empreendimentos muito difícil de ser eliminado sem profundos ajustes sócio-econômicos (ANCIÃES, 1979, p. 122).

O processo de produzir álcool a partir da mandioca tem registros da década de 1940 no trabalho desenvolvido pelo Engenheiro Antonio G. Gravatá em Divinópolis, MG (MIC, dez. 1976, p.213).

Há também registro de uma iniciativa inconclusa no Maranhão na mesma época:

Em pleno regime ditatorial, o presidente Getúlio Vargas assinou um ato que provocou significativo interesse dos produtores agrícolas do país. Tratava-se do Decreto n.º 5.031, de 04 de dezembro 1942, posteriormente alterado pelo Decreto n.º 5.531, de 28 de maio de 1943, que criava a Comissão Executiva dos Produtos da Mandioca, destinada a controlar a produção, o comércio e a exportação dos produtos da mandioca, com sede no Rio de Janeiro, sob a presidência do Dr. Diógenes Caldas, que levou ao conhecimento do interventor Paulo Ramos o interesse do governo federal de instalar em diversas regiões do país, vinte usinas com capacidade de produzir quarenta mil litros anuais de álcool, utilizando-se como matéria prima a mandioca.” (Um projeto industrial que não deu certo ..., jul. 2005) ²¹

Com o advento do Proálcool, foi feito um acordo entre a STI e o Instituto Nacional de Tecnologia - INT - para o desenvolvimento da tecnologia do álcool da mandioca. A primeira planta para o fabrico de álcool de mandioca começou a ser construída em 1976, mas resultou de iniciativa entre o Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais e a Petrobrás, segundo declaração do Dr. Arnaldo Caldeira, daquele instituto (MIC, dez. 1976, p.239). Esta planta era localizada em Curvelo – MG, onde foi construída uma usina com capacidade de 60 mil litros dia de álcool anidro. Uma outra vantagem da mandioca era que a usina se tornava operacional no prazo de 15 meses enquanto as usinas de cana-de-açúcar demoravam de 24 a 30 meses à mesma época (MIC-STI, dez. 1978, p.100). Aquela usina foi depois absorvida pela Petrobrás (ANCIÃES, 1979, p.86) sem que se tenha tornado viável.

Segundo o Prof. Rogério Cezar de Cerqueira Leite da Unicamp, o fracasso das tentativas de produção de álcool da mandioca estaria associado à questão de abastecimento de matéria-prima:

Dentre os recentes besteiros eminentemente originais destacam-se a Coalbra, o álcool da mandioca e, agora, culminando a parada grotesca, o biodiesel de soja. A Coalbra foi um programa para produção de álcool etílico por hidrólise da madeira. Todavia sua real finalidade era a de fustigar os "usineiros", que controlavam a seu bel-prazer os preços do álcool da cana-de-açúcar. Foram, assim, adquiridos da Rússia equipamentos e tecnologias obsoletos que serviam para produzir glicose. O fracasso foi retumbante. A usina produzia menos álcool do que consumia de ácido sulfúrico. Outro fiasco foi a usina de álcool de mandioca. Erigiram a usina e esqueceram que precisava de matéria-prima. (CERQUEIRA LEITE, 12 abr. 2005)²²

²¹ Um projeto industrial que não deu certo e em que foram investidos recursos substanciais do governo in **Jornal de Itapeuru** edição **100** de **julho-2005**. Disponível em: <<http://www.jornaldeitapeuru.com.br/Pagina388.htm>>. Acesso em 25 maio 2005.

²² CERQUEIRA LEITE, Rogério. **O hidrobasteirol e outras macaquices** in Folha de São Paulo - Tendências e Debates. São Paulo: Folha de São Paulo. 12 abr. 2005. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/canal_aberto/clipping/abril2005/clipping050412_folha.html. Acesso em 22 nov. 2005

Mesma opinião é compartilhada pelo Prof. José Goldemberg:

Avanços tecnológicos têm um custo que pode ser elevado, nem sempre com sucesso assegurado. Por exemplo, produzir álcool da mandioca, que foi estimulado pelo Ministério da Indústria e Comércio no passado, se revelou um fracasso, por causa da inexistência de um suprimento adequado de mandioca. O problema não era tecnológico, mas agrícola. No final das contas, o que tornou viável o uso do álcool foram amplos subsídios durante um longo tempo, até que ganhos de tecnologia e economia de escala levassem a quedas significantes do custo de produção. Hoje, álcool é competitivo com gasolina, mas não o foi no passado. (GOLDEMBERG, Um novo Proálcool ..., 2005?)²³

O tamanho das propriedades e a forma de cultivo da mandioca estão por trás do problema logístico da produção do álcool da mandioca, que é maior quando comparado com a dimensão do cultivo da cana-de-açúcar, empreitada capitalista visando o mercado internacional que remonta às origens do Brasil no século XVI. As pesquisas sobre a produção de álcool da mandioca, todavia, continuam em institutos como o Cerat – Centro de Raízes e Amidos Tropicais – da UNESP, segundo a Associação de Produtores de Amido da Mandioca – ABAM²⁴.

Outro gênero agrícola cogitado para a produção de açúcar foi o sorgo, cereal exótico, que viria, provavelmente, na onda do sucesso da soja, grão exótico, já então, exemplo de sucesso de desenvolvimento e introdução no Brasil. Não encontramos notícias de que a produção de álcool de sorgo tenha ido além das pesquisas.

Os casos do babaçu e da mamona, por razões mais fortes, dado serem culturas extrativistas, que aquelas que dificultaram o desenvolvimento da cultura da mandioca para fins energéticos, tampouco evoluíram. As pesquisas com estas oleaginosas acabaram não buscando o álcool, mas o óleo delas extraído, numa etapa em que não se havia chegado a uma solução para consumo de álcool pelos motores ciclo Diesel²⁵, apesar dela constar como uma das soluções originalmente visadas pelo Programa Tecnológico do Etanol.

²³ GOLDEMBERG, José. **Um novo Proálcool** in O Estado de São Paulo. São Paulo: O Estado de São Paulo, 2005?. Disponível em <http://www.biodieselecooleo.com.br/noticias/antigas/not/novo.proalcool.2.html> Acesso em 22 nov. 2005.

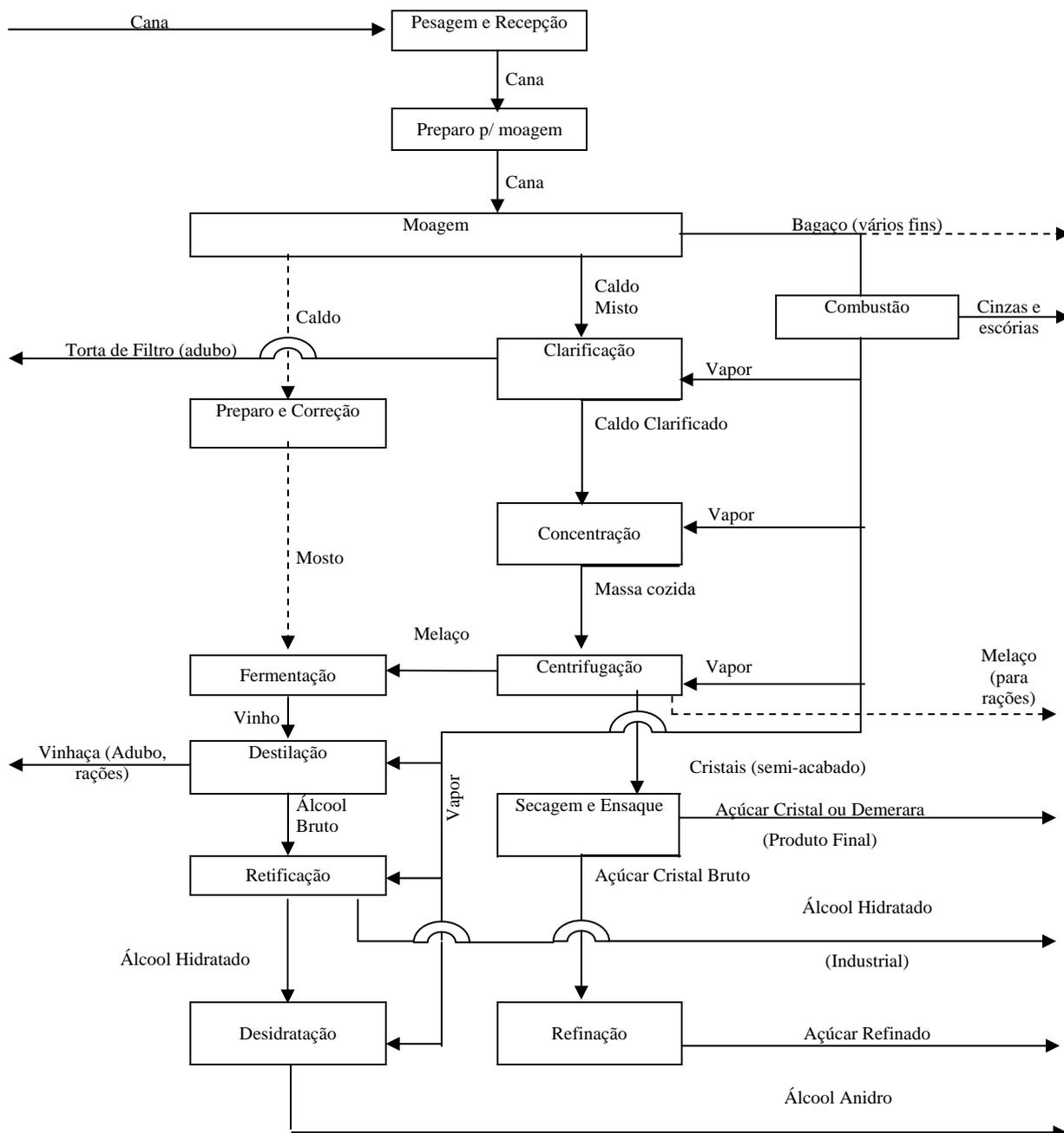
²⁴ Disponível em <(http://www.abam.com.br/revista/revista10/prod_alcool.php)>. Acesso em 22 nov. 2005.

²⁵ Ciclo Diesel é o ciclo onde a combustão se dá à pressão constante com a injeção de óleo diesel no momento da maior compressão do ar.

2.4.3 As usinas e as microdestilarias

A produção de álcool no Brasil tradicionalmente se deu associada à produção de açúcar, como um produto complementar, como já tratado neste capítulo. O Proálcool inova, de certa forma, ao propor o desenvolvimento do modelo de usinas autônomas, destinadas exclusivamente para a produção de álcool – ver o Quadro 3.

Quadro 3 – Esquema simplificado de produção de etanol



FONTE: Szmreczányi, 1979, Gráfico II-C, p.135

Ao fazer uso de recursos estatais subsidiados para financiamento da construção e expansão das novas usinas, o governo assumia, além do controle do mercado pela política de preços, o controle da produção de álcool no país.

O primeiro papel importante reconhecido pela literatura é aquele no qual o Estado, através de seus diferentes organismos e empresas, atua como importante comprador de bens de capital, podendo direcionar e auxiliar o desenvolvimento tecnológico da indústria de bens de capital. Todavia, tal fato não ocorre no nosso caso específico, pois o destino dos equipamentos é, essencialmente, o setor privado. [...] O caso do PNA é, nesse sentido, particularmente importante, pois o Estado detém o controle total da instalação de novas destilarias, especialmente através de mecanismos de financiamento: as facilidades e as condições apresentadas pelo Programa são de tal magnitude que inviabilizariam qualquer projeto que tentasse ser implantado sem o seu suporte. (ANCIÃES, 1979, p.239).

Ainda que os equipamentos tivessem aplicação privada e o gerenciamento da atividade de produção se desse nas mãos de empresários, a contratação do financiamento para a construção ou ampliação das plantas nos organismos financeiros do governo, permitia o controle pelo governo da expansão da oferta e, conseqüentemente, dela própria, isso, sem nos referirmos ao controle de preços mínimos para a safra e ao controle dos estoques, tradicionais ferramentas da política agrícola.

Como resultado, o crescimento da produção de equipamentos para a fabricação de usinas veio a reboque da disponibilidade dos recursos subsidiados dos quais se tratou em 2.3. Interessante notar dois aspectos. Primeiro, que, dado o histórico de fornecimentos de bens de capital ao setor sucro-alcooleiro, o Grupo Dedini dominava até 1975 mais de 50% das vendas (ANCIÃES, 1979, p.265). Segundo, que uma das empresas deste grupo, a Codistil, dá saltos no fornecimento de usinas a partir do ano anterior ao Proálcool, quase 13 vezes mais em 1974 que em 1973, denunciando um movimento de expansão no setor prévio ao Programa (ANCIÃES, 1979, p.265).

TABELA 4 - Crescimento da produção de destilarias pela CODISTIL 1973-1974 medida em termos da capacidade de produção das destilarias

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Produção em m ³ /dia	341	205	100	1370	1624	2880	3975	3990
1973=100 %	+ 241%	+105%	----	+1.270%	+1.524%	+2.780%	+3.875%	+3.890%

FONTE: Elaborado com base em: ANCIÃES, 1979, Tabela VI 16 CODISTIL – PRODUÇÃO ANUAL, p. 266.

Tão relevante quanto a possibilidade de que o Proálcool possa ter sido uma “encomenda” do setor sucro-alcooleiro ao governo para facilitar a concretização de uma mudança desejada na repartição da produção entre o açúcar e o álcool é o registro da carência de desenvolvimento tecnológico de usinas, assim apresentado:

Ora, essa relativa estagnação tecnológica está diretamente relacionada ao comportamento do empresário do setor açucareiro-alcooleiro, o qual não pressiona os produtores de equipamentos para a introdução de novos produtos e/ou a melhoria nos já existentes. Tal comportamento pode ser justificado levando-se em conta as características especiais do mercado brasileiro de açúcar e álcool. De fato, como tanto a matéria prima principal (no caso cana-de-açúcar) quanto o produto final (açúcar e álcool) têm o seu preço previamente fixado pelo Instituto do Açúcar e do Álcool, os mecanismos de pressão de usineiros e produtores de álcool têm se concentrado no sentido de uma melhoria no relativo de preços (preço recebido pelo produto final/preço pago pela matéria-prima). (ANCIÃES, 1979, p.274).

A “estagnação tecnológica” não dura, todavia, todo o período do Proálcool, estando mais presente na fase inicial, na qual o aumento da produção era predominante. Sobre os avanços tecnológicos são caracterizados três períodos:

- 1) Grande aumento da produtividade dos equipamentos (para acompanhar a crescente demanda por álcool de 1974 a 1985). Isso se deu, eventualmente, sem a devida consideração da eficiência dos processos de conversão.
- 2) Uma crescente preocupação com a eficiência dos processos de conversão, em todos os seus níveis, a partir de 1980.
- 3) A busca de melhor gerenciamento das unidades de processamento, começando pelo planejamento agrícola e, inclusive, a instrumentação e automação nas usinas, com sistemas de controle operacional adequados, a partir de 1985 (no período de pequeno crescimento). (MACEDO e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, pp.262-263)

Como exemplos dessa evolução, constam avanços na moagem, na fermentação – melhoria no processo, controle microbiológico, leveduras, etc – , na instrumentação e automação, na produção e uso de energia. (MACEDO e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, pp.263-265) Esta evolução tecnológica certamente tem um papel decisivo na redução dos custos de produção de etanol, que facilitaram o alcance da competitividade como combustível face à gasolina.

Em termos de desenvolvimento tecnológico, não pode deixar de ser citada a tentativa de expandir a produção de etanol também através de pequenos agricultores por intermédio das microdestilarias, que eram: “unidades produtoras de álcool hidratado com capacidade nominal até 5000 litros/dia” (MIC-STI, jun. 1981, p.7).

Sobre aquele projeto específico, o relatório da CENAL de junho de 1981 afirmava que:

O estágio atual indica um aprimoramento tecnológico em alguns projetos, que permite serem as microdestilarias incorporadas ao processo produtivo do álcool carburante.[...]

A viabilidade de implantação de microdestilarias de álcool hidratado carburante, para consumo próprio em atividades agrícolas, depende dos aspectos técnicos e econômicos da substituição do óleo Diesel por álcool hidratado [...]

A afirmação de que o investimento industrial da microdestilaria, por litro/safra, apresenta vantagens em relação ao das destilarias convencionais, deve ser encarada com reservas. Isso porque, mantida a mesma tecnologia, porém com simplificação de processo como ocorre nas microdestilarias, a relação investimento/litro de álcool guarda certa proporcionalidade com a redução do rendimento industrial. (MIC-STI, jun. 1981, p.13)

O projeto das microdestilarias tinha principalmente um objetivo econômico social, que era o de integrar no processo do álcool carburante pequenos proprietários rurais e pequenos industriais (MIC-STI, jun. 1981, pp.7 e 12). Neste sentido, foi oferecida simplificação burocrática para o registro das destilarias, pelo Decreto n.º 85.698, 30 jan. 1981, e pelo Ato CENAL n.º 437/81, 23 fev. 1981, além de autorizado o consumo próprio ou em veículos, através da Resolução CNP n.º 17/80, 30 out. 1980. Por época do programa, chegaram a ser listados 17 fornecedores (MIC-STI, out. 1980, ANEXO 1).

Apesar desta iniciativa voltada para o desenvolvimento regional, acabou havendo a concentração da produção em torno das grandes usinas do estado de São Paulo, como já apontava a avaliação do CNPq de 1979, que se referia à safra 1976/77:

[...] o Estado de São Paulo chegou a 49,44% da produção de açúcar e 46,94% da cana moída em todo o país naquela safra. Com isso, este Estado concentrou uma percentagem superior a toda a produção industrial e agrícola das regiões Norte e Nordeste. (ANCIÃES, 1979, p.101)

Esta predominância do estado de São Paulo se consolida na década de 1990, conforme apresentado na Tabela 5:

TABELA 5 – Participação de São Paulo na produção de cana-de-açúcar 1990-1994

Ano	Brasil		São Paulo			
	Produção em mil ton	Área colhida em mil ha	Produção em mil ton	Área colhida em mil ha	SP/BR % produção	SP/BR % área colhida
1990	262.674	4.273	137.835	1.812	52,5%	42,4%
1991	260.888	4.211	136.200	1.852	52,2%	44,0%
1992	271.475	4.203	145.500	1.890	53,6%	45,0%
1993	244.531	3.864	148.647	1.896	60,8%	49,1%
1994	292.102	4.345	174.100	2.173	59,6%	50,0%
1995	303.699	4.559	174.960	2.259	57,6%	49,5%
1996	317.106	4.750	192.320	2.493	60,6%	52,5%
1997	331.613	4.814	194.025	2.446	58,5%	50,8%
1998	345.255	4.986	199.783	2.565	57,9%	51,4%
1999	333.848	4.899	197.144	2.555	59,1%	52,2%
2000	326.121	4.805	189.040	2.485	58,0%	51,7%
2001	344.293	4.958	198.932	2.567	57,8%	51,8%
2002	364.389	5.100	212.707	2.661	58,4%	52,2%
2003	396.012	5.371	227.981	2.818	57,6%	52,5%
2004	416.256	5.635	239.528	2.952	57,5%	52,4%

Fonte: Elaborado com base em: Produção, área e rendimento médio: IBGE – Produção Agrícola Municipal (PAM - 1990 a 2003) e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA - maio/2005) APUD Sítio do Ministério da Agricultura. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2004/03.02.08.XLS>. Acesso em 06 jan. 2006.

Na produção do etanol da cana-de-açúcar acabaram sendo mantidas as condições de concentração que existiam na origem do Proálcool, não tendo surtido efeito a iniciativa das microdestilarias.

2.4.4 Os resíduos da produção de etanol

Os principais resíduos da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar são a palha, o bagaço e o vinhoto, que têm um grande potencial de geração de energia: a palha contendo de 25 a 30% da energia total da cana-de-açúcar e o bagaço de 30 a 40% (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, p.220). O uso da palha, todavia, ainda é bastante limitado, sendo predominante o sistema de queimada antes da colheita, apesar de já existirem incentivos legais, como no estado de São Paulo, para a

aplicação da colheita mecanizada da cana crua, que teria alcançado apenas 10% da safra 1997-1998 (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, p.221). Ainda que a colheita mecanizada tenha um custo de cerca de 50% menor que o da colheita manual, quando ela é feita sem o uso da queimada apresentaria um rendimento de 30 a 40% inferior (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, p.222), que é um razoável desestímulo à sua adoção.

O aproveitamento do bagaço tem-se dado na geração de energia, gerando eletricidade em quantidade superior àquela consumida pela usina de álcool, podendo esta energia excedente ser fornecida à rede, como já acontece em algumas usinas. O bagaço compactado em briquetes, o que facilita o transporte, comercialização e uso, é outra forma de uso para fins energéticos (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, pp.232-235).

Entre os resíduos industriais líquidos²⁶ produzidos durante a destilação do etanol, o mais preocupante é o vinhoto pois “quando lançado em cursos d’água de vazão insuficiente para uma diluição satisfatória, sua elevada DBO²⁷ provoca o consumo rápido do oxigênio dissolvido, com efeitos desastrosos sobre a flora e fauna existentes” (MIC-STI, 1984, vol. 2, pp.389-391). Em termos de volumes, uma usina com produção de 120 m³/dia de etanol produziria acima de 1.400 m³/dia de vinhoto (MIC-STI, 1984, vol. 2, Tabela 5.70). Na avaliação do CNPq sobre a produção de etanol estipulada para 1986, os pesquisadores informavam que “a carga poluidora oriunda apenas do vinhoto equivaleria a uma população de aproximadamente 166 milhões de habitantes”, se referindo ao esgoto produzido por esta população (ANCIÃES, 1979, p.322).

Remonta a 1934 a preocupação do governo com os resíduos da usina de açúcar e álcool, que através do Decreto n.º 23.777, de 23 jan. 1934, regulamentou as medidas a serem tomadas com o “resíduo industrial das usinas açucareiras, regionalmente denominado ‘vinhoto’, ‘tiberna’ ou ‘caxixi’” (preâmbulo do Decreto), e determina em seu Art. 1º que “Fica estabelecida a obrigatoriedade do lançamento dos resíduos industriais das usinas açucareiras nos rios principais, longe das margens, em lugar fundo e correntoso”, solução que se entendia adequada à época.

Após o início do Proálcool, o Ministério do Interior (não havia Ministério do Meio Ambiente) adota duas medidas para a contenção do lançamento indiscriminado do

²⁶ Vinhoto, água de lavagem de cana, água de colunas barométricas.

²⁷ Demanda Bioquímica de Oxigênio.

vinhoto no meio ambiente, as Portarias n.º 323, 29 nov. 1978, e n.º 158, 3 nov. 1980. A primeira proibia o lançamento do vinhoto em rios a partir da safra 1979-80; a segunda estabelecia algumas situações de exclusão da proibição.

Aplicações específicas do vinhoto, contudo, podem resultar na atenuação de seu efeito poluidor, apesar das limitações. Algumas alternativas como a concentração por evaporação, remoção de 50% da DBO por floculação, digestão anaeróbica e fermentação aeróbica eram consideradas inviáveis em 1984, dados os recursos necessários que alcançavam 2/3 do investimento em bens de capital da destilaria, mas hoje não são mais (MIC-STI, 1984, vol. 2, pp.391-392).

O uso direto como fertilizante na própria lavoura de cana-de-açúcar continua apresentando limitações:

[...] o uso do vinhoto como fertilizante está efetivamente restrito a poucas áreas - por questões econômicas e físicas. Cresce a cada ano a quantidade de vinhoto produzida, mas as áreas que o recebem são as mesmas, tendendo à saturação, com risco de contaminação do lençol freático. Segundo Borrero, a distribuição do vinhoto no campo é restrita a áreas próximas à usina - dado o alto custo de transporte - e de relevo favorável, limitando-se a 5% do total de vinhoto produzido, em média. Os outros 95%, juntam-se às águas servidas para usos internos na produção industrial (sobretudo resfriamento), contribuindo para a positiva redução no consumo de água externa à usina. (Unicamp avalia desempenho ..., 2000)²⁸

Uma outra forma de aproveitamento do vinhoto é a produção de biogás através do sistema de biodigestão, processo que teve início em meados da década de 1980 (BRAUNBECK e CORTEZ in ROSILLO-CALLE et al., 2005, pp.239-240). Nesta concisa visão sobre os resíduos da produção de etanol, parece claro que houve uma evolução na destinação dos mesmos, existindo atualmente tecnologias para seu aproveitamento, as quais transformam o problema ambiental em uma oportunidade econômica.

2.4.5 O álcool da celulose

Um dos processos que tem sido largamente pesquisado recentemente estava também no leque de iniciativas do Proálcool: o álcool da celulose obtido pela hidrólise ácida da biomassa, uma alternativa ao tradicional processo de fermentação que predomina até hoje. Já em 1978 havia uma iniciativa em conjunto com a ACESITA para a construção de uma

²⁸ Unicamp avalia desempenho ambiental de usinas de álcool in Reportagens Eletrônicas. São Paulo: Embrapa, 2000. Disponível em <http://www.cnpm.embrapa.br/reporte/i_el2000_1.html> . Acesso em 20 out. 2005.

usina piloto, denominada depois Coalbra, para a obtenção de álcool da madeira (MIC-STI, dez. 1978, p.85).

No período 1983-1987, funcionou em Minas Gerais uma planta de álcool da madeira. Trata-se da Coalbra, que empregou processo adquirido da antiga União Soviética, mas que fechou devido aos altos custos de produção e a dificuldades com a comercialização de subprodutos (ROSILLO-CALLE et al, 2000, pp.386-387).

Avaliação feita em 1984 considerava que a extração de álcool da madeira, poderia ter uma utilidade na comparação com outras tecnologias, mas apresentava dois senões. Primeiro, o fato de se tratar de tecnologia desconhecida no Brasil, por isso, com maior dificuldade de desenvolvimento local; segundo, que as plantas então existentes no mundo não tinham “a produção de etanol como objetivo principal” (MIC-STI, 1984, vol. 2, p.71).

Após o período analisado neste trabalho, ocorreu um incremento das pesquisas de tecnologias de obtenção direta de álcool da celulose por processos que envolvem, dentre outros mecanismos, o uso de leveduras. Elas cresceram especialmente nos países desenvolvidos, onde a alternativa da produção de etanol da cana-de-açúcar pelo processo de fermentação é economicamente inviável. O desenvolvimento desses processos de álcool direto impõe, contudo, a atenção de governo e usineiros por causa da possibilidade de que inovações tecnológicas possam desbancar as vantagens comparativas que o Brasil mantém na produção do etanol pelo processo de fermentação. Mesmo no caso da cana-de-açúcar, dada a proporção do conteúdo energético da biomassa – até 70% conforme apresentado na seção anterior – esta alternativa de obtenção do álcool direto da biomassa tem condições de revolucionar o processo tradicional, tornando-o rapidamente obsoleto.

2.5 A DIFUSÃO DO ETANOL

No processo de inovação do carro a álcool, o álcool carburante recebeu forte estímulo de produção resultante das condições de financiamento especiais oferecidas a partir do Proálcool. Se foi visível o incremento da produção logo nos anos seguintes ao lançamento do programa, havia, ainda, etapas a serem vencidas. A primeira era a de assegurar a concretização da mistura à gasolina em proporção homogênea temporal e geograficamente,

dada a impossibilidade de adaptação automática dos motores a elas, considerando as tecnologias de motores então disponíveis. A segunda, para os casos de veículos movidos exclusivamente a álcool, era a de se construir uma rede de distribuição e abastecimento exclusiva, interligando-a, porém, com a infra-estrutura já existente para os derivados de petróleo.

O monopólio exercido pelo governo sobre os preços e os volumes produzidos/comprados, sobre a distribuição e a revenda no atacado do álcool, não resultou, como se poderia esperar, num processo de difusão tranquilo, mas, ao contrário, num processo repleto de sobressaltos e incertezas sobre se, ou até quando, estariam garantidos o preço e o abastecimento de álcool. Como a história demonstra, a viabilidade do álcool combustível em termos da relação de preços com a gasolina não foi alcançada no período 1975-1990 porque a redução dos custos de produção do álcool foi contrabalançada pela queda dos preços do petróleo no mercado internacional. Quando se tornou insustentável a manutenção de subsídios a partir de 1990, o programa foi “encerrado”, elevando-se o preço do etanol combustível ao seu custo real o que inviabilizou o carro a álcool.

Inicialmente, antes que os efeitos do financiamento oferecido pelo Proálcool aparecessem, o governo adotou medidas de racionamento do consumo de derivados de petróleo julgadas sem efetividade.

Os últimos dados da Petrobrás sobre produção, compra e consumo de petróleo revelam que, 1 ano e 5 meses depois da implantação de quinze medidas destinadas a conter os gastos com combustíveis, os resultados obtidos foram insignificantes. [...] crescimento de 2,4% do consumo geral de combustíveis entre janeiro de 1977 e janeiro de 1978” (Os resultados da ..., jun. 1978, p.110).

Tratava-se de um período de queda de 3,4% da produção interna de petróleo (1978 em relação a 1977) acompanhada do descrédito do Proálcool, dada a ausência de efeitos sobre a questão de importação de petróleo e sobre o balanço comercial, já que a importação de petróleo alcançava US\$ 3,3 bilhões em 1977, ou “o equivalente a todas as nossas exportações de soja e minério de ferro no mesmo período” (Os resultados da..., jun. 1978, p.110).

Apesar de ter havido diferentes medidas no período anterior, o processo de difusão do álcool combustível veicular só se deu a partir do Proálcool, que foi implementado por uma seqüência de Decretos:

- Decreto n.º 76.593, 14 nov. 1975, que cria o programa;
- Decreto n.º 77.749, 7 jun. 1976, e Decreto n.º 77.807, 10 jun. 1976 que tratam do Proálcool;
- Decreto n.º 80.762, 18 nov. 1977, que consolida as disposições anteriores;
- Decreto n.º 82.476, 23 out. 1978, que trata das normas de escoamento e comercialização do álcool carburante;
- Decreto n.º 83.700, 5 jul. 1979, que cria a Comissão Executiva Nacional do Álcool – CENAL;
- Decreto n.º 84.575, 18 mar. 1980, que trata dos agentes de financiamento do Proálcool; e
- Decreto n.º 88.626, 16 ago. 1983, e Decreto n.º 94.541, 1º jul. 1987, que estabelecem normas de estocagem, escoamento e comercialização de álcool para fins energéticos e combustível, respectivamente;

A questão da evolução dos critérios balizadores do Proálcool, contidos nas medidas legais, parece de especial importância, pois ela demonstra a prevalência da concentração das atenções e esforços do governo sobre a produção do álcool combustível em detrimento dos demais objetivos originais. O Decreto n.º 80.762 em seu artigo 4º atribuía à Comissão Nacional do Álcool – CNAL – a definição dos critérios de seleção dos projetos de implantação ou expansão das usinas considerando: a “redução das disparidades regionais de renda”; a “disponibilidade de fatores de produção para as atividades agrícolas e industrial”; os “custos de transporte”; e a “necessidade de expansão de unidade produtora mais próxima” evitando a criação de concorrência entre as usinas, e dava à Secretaria Geral do MIC a atribuição de analisar os pleitos (Art. 5º). Atribuía ao Conselho Nacional de Petróleo – CNP - a fixação dos “preços de paridade baseados na relação de 44 litros de álcool por 50 quilogramas de açúcar cristal “*standard*” [...] (Art. 6º), aplicando ao álcool carburante, assim, prática instituída pelo IAA desde sua fundação em 1932. Atribuía ao CNP o estabelecimento de um programa de distribuição para o álcool carburante.

O Decreto n.º 83.700, 05 jul. 1979, revisa o Proálcool quanto à sua estrutura administrativa, especificamente criando a CENAL que substitui a Secretaria Geral do MIC em suas atribuições relativas ao Programa. Sinalizando a adoção de uma visão pragmática pelos

gestores do Proálcool, o critério do desenvolvimento regional passa, neste Decreto, de primeiro a último numa relação em que principiam os critérios de “módulos econômicos de produção” e de “níveis, global e unitários, de investimentos” (artigos 2º e 5º). Nele desaparece, também, a relação de preços de paridade (art.11), ficando os preços do álcool carburante sobre responsabilidade do CNP que recebia a competência de os propor à CNAL, que os “fixava”, e “informava” ao Ministério da Fazenda que os homologava (Art. 15).

Por um lado, a análise da legislação de alto nível deste momento representa, de alguma forma, tanto as soluções para os problemas de difusão do programa, quanto aquelas destinadas a atenuar a crise intragovernamental com eles relacionados. Apesar de não ser parte da análise deste trabalho, vale a pena comentar que a disputa de poder entre o MIC, IAA, CNP, Petrobrás e Ministério das Minas e Energia, descrita por Santos (jun. 1989), transparece no Decreto n.º 83.700, através da mudança dos papéis institucionais dos principais atores. Por outro lado, a análise da legislação não revela por si só a insegurança econômica que a base legal não resolveu e que acompanhou todo o programa em seu aspecto fundamental: a relação entre os preços ao consumidor do álcool e da gasolina, que era essencial para a viabilidade da empreitada.

Inicialmente apenas utilizado pelas frotas oficiais, o carro a álcool é liberado para comercialização no varejo no final de 1979. As condições no início de 1980 ainda eram bastante incipientes com poucos postos de abastecimento e poucos modelos com a opção a álcool, mas o governo fazia propaganda da meta de 2,5 milhões de veículos a álcool a serem produzidos até 1985, conforme registrado em reportagem da época:

[...] outras medidas – de caráter econômico, visando estimular o consumo de álcool – foram tomadas. Por exemplo: o preço do litro de álcool foi fixado em menos de 50% do que o da gasolina [...]; para a aquisição de carros a álcool há a possibilidade de financiamento em até 36 meses, contra os doze meses do carro a gasolina, e finalmente os carros a álcool gozam de substancial redução na taxa rodoviária única (TRU)” (MONTANDOM, abr. 1980, p.58).

A mesma reportagem informava que haveria 2.000 postos até o final de 1980 e que havia 63 retíficas em 28 cidades brasileiras. Portanto, como mecanismos de incentivo, além da facilidade para a compra do carro a álcool em relação ao carro a gasolina, o governo definia, ainda que por medida infralegal, a relação de preços entre os dois tipos de combustíveis concorrentes.

À época, havia uma outra questão de incerteza associada ao álcool que era o problema da corrosão dos componentes dos motores, cuja causa ainda não podia ser

claramente atribuída à inadequação dos materiais dos motores e, por isso, permitia que as suspeitas pesassem sobre o álcool comercializado nas bombas, com alguma parcela de razão, como veremos. Embora o CNP tenha estabelecido uma especificação acerca de sete características físico-químicas do álcool hidratado, estudo da General Motors do Brasil sobre 40 amostras colhidas em postos de abastecimento entre abril de 1979 e julho de 1980 encontrou apenas duas dentro de todas as especificações, tendo as demais apresentado problemas tais como: ésteres elevados (33 ocorrências), teor alcoólico mais elevado (16 ocorrências), excesso de resíduo fixo (16 ocorrências), acidez elevada (8 ocorrências), aspecto inadequado (8 ocorrências) e massa específica elevada (2 ocorrências) (BALDIJÃO, dez. 1980, pp.146-152). Sobre o problema a mesma reportagem comentava:

[...] se depender do CNP vai ser difícil . O problema do controle da qualidade do combustível já existia com a gasolina e continua até hoje sem solução. Com o álcool acontece a mesma coisa. Existe uma regulamentação oficial que não se respeita. (BALDIJÃO, dez. 1980, p.150).

A garantia da relação de preços entre os combustíveis ainda era tênue pois permanecia infralegal e em janeiro de 1981, ano de grave crise econômica e de redução no consumo de combustíveis no Brasil, se dizia na imprensa que o litro de álcool “custava 53,92% da gasolina” mas poderia custar “cerca de 65% da gasolina – limite que o governo prometeu não ultrapassar” (MACHADO fev. 1981, pp.112). Num momento em que o governo controlava as condições de financiamento bancário ao consumidor, a taxa de câmbio e os preços do álcool, as variações na relação de preços só poderiam agravar as incertezas inerentes ao processo de difusão de uma inovação tecnológica. O carro a álcool não se difundiria sem uma vantagem econômica garantida, vantagem que não era tecnológica e que, ao contrário, se demonstraria sob este aspecto uma desvantagem em relação ao veículo a gasolina na época do lançamento.

A crise econômica de 1981, os problemas técnicos do motor a álcool e a incerteza na relação de preços, mesmo a possibilidade de faltar álcool – dadas as suspeitas que cresceram em função do selo²⁹ para abastecimento inventado pelo CNP –, produziram uma grave crise sobre as vendas de veículos, especialmente do carro a álcool. Sem nenhuma ação governamental, o carro a álcool teria sido abandonado pelos consumidores e montadoras entre

²⁹ É reconhecida a velocidade com que o mercado se ajusta e no início do Proálcool proliferaram conversões não oficiais, por oficinas privadas, que ameaçavam tanto o equilíbrio entre a produção de etanol e o consumo, quanto a imagem do carro a álcool, dados os problemas de funcionamento resultantes. O selo de abastecimento foi uma solução para o controle da frota e do consumo, pois era dado apenas aos veículos convertidos na rede credenciada pelo MIC-STI e era proibido o abastecimento dos veículos sem o selo.

o final de 1980 e meados de 1981. Novas políticas de incentivo, todavia, surgiram e fizeram o programa sobreviver até 1990.

A difusão do etanol combustível veicular aconteceria, então, de maneiras distintas nos três momentos de políticas públicas: o que antecede ao Proálcool, durante o Proálcool (1975-1990) e, após o fim do Proálcool, a partir de 2003 numa etapa de “pós-difusão”, na qual não participam políticas específicas de subsídio ou de financiamento público da produção de etanol.

2.5.1 Antes do Proálcool 1923-1975

No período 1923-1975, a política “tradicional” da produção de álcool em função dos preços do açúcar no mercado internacional resultou em alguns efeitos sobre a produção desse combustível, mas foi quase inócua sobre a adição de álcool à mistura carburante. Não houve, neste período, uma difusão do etanol como combustível puro, mas uma irregular comercialização de etanol adicionado à gasolina. Santos (1987) levantou dados consolidados anualmente sobre a produção total de álcool e sobre a parcela de álcool anidro, cujo destino principal é o uso carburante misturado à gasolina, consolidados na Tabela 6 que apresentamos no Gráfico 2.

TABELA 6 - Produção de álcool total e anidro 1930-1976 (milhões de litros)

Ano	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944
Total de álcool	48,9	43,8	63,3	55,1	53,3	51,3	65,8	59,1	81	96,7	116,5	133,2	147,6	121,5	122,5
Total de anidro				0,1	0,9	5,4	18,5	16,4	31,9	39,2	53,5	76,6	82,2	50,2	41
Anidro/total				0%	0%	2%	28%	28%	39%	41%	46%	58%	56%	41%	33%

Ano	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Total de álcool	108,5	116,6	126,5	154,8	155,7	135,2	168	204	169	304,1	290,3	241,3	367,4	435,3	480,9	476,3
Total de anidro	22,8	20,2	50,5	65,4	56,9	18,6	38	71,6	137,2	163,4	177,8	97,4	214	280,5	341,5	188,6
Anidro/total	21%	17%	40%	42%	37%	14%	23%	35%	81%	54%	61%	40%	58%	64%	71%	40%

Ano	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Total de álcool	419,5	382,6	387,5	375,6	559,1	674,8	765,7	499,2	459,7	625,3	624,7	684	652,8	614,9	580,1	642,1
Total de anidro	181,5	132,4	111,2	62,2	305,9	362	432,6	171,1	98,4	233	394,5	399,3	319,7	215,1	220,3	272,3
Anidro/total	43%	35%	29%	17%	55%	54%	57%	34%	21%	37%	63%	58%	49%	35%	38%	42%

FONTE: Elaborado com base em SANTOS, 1987, Tabela IV

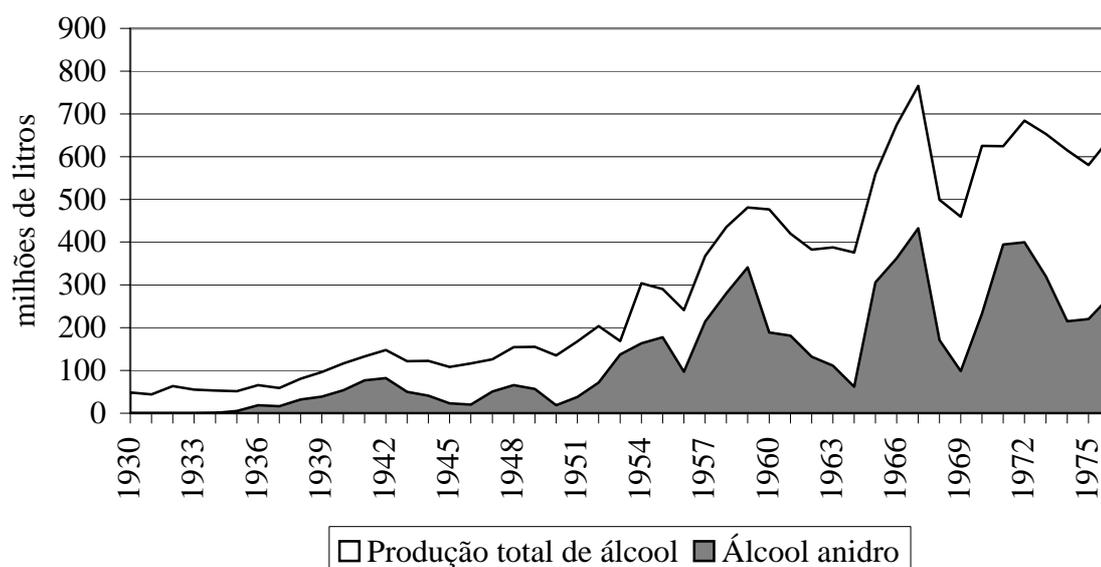


Gráfico 2 - Produção de álcool total e anidro 1930-1975 (milhões de litros)
 FONTE: Tabela 6 deste trabalho.

A análise dos dados indica que a quantidade de álcool anidro produzido no período não mantinha nem uma relação percentual com o total de álcool produzido nem com o aumento do consumo decorrente do aumento da frota circulante. A transformação de álcool hidratado em álcool anidro, portanto, seguia regras que não eram aquelas necessárias para garantir sua adição à gasolina em quantidades proporcionais, resultando em valores irregulares, segundo o cálculo empregado por Santos (1987), cujos dados são apresentados na Tabela 7, consolidados no Gráfico 3, que também demonstra o efeito do crescimento da adição após o Proálcool.

TABELA 7 – Percentual de adição de álcool à gasolina 1950-1979

Ano	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
% adição	0,5	1,1	2,4	3,9	4	5,3	2,6	4,4	7	7,5	5,7	2,9	2,7	1,1	1,2
Ano	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
% adição	3	6,1	6,6	2,3	0,4	2,1	2,6	3,7	2,6	1,4	1,1	1,2	4,3	10,7	14,9

Fonte: SANTOS, 1987, Tabelas. XIV e XV

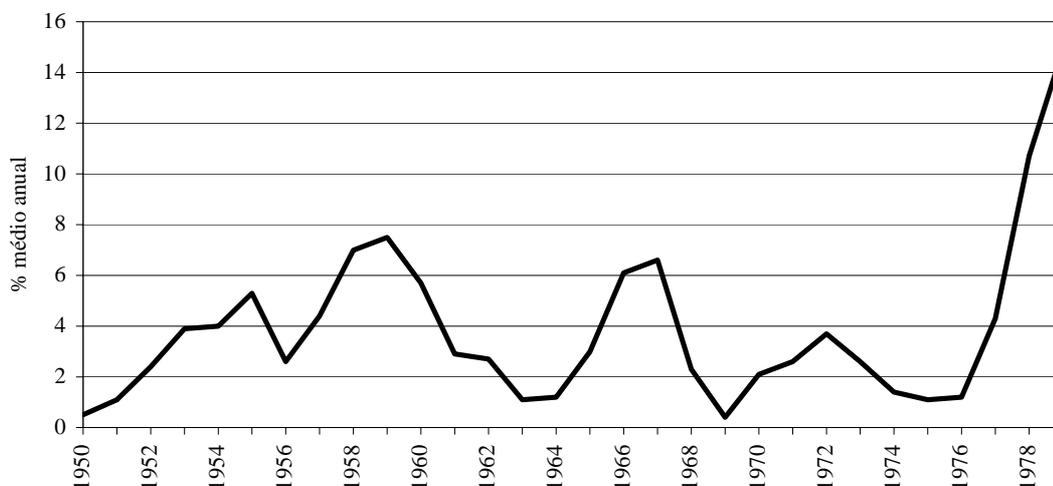


Gráfico 3 – Percentual de adição de álcool à gasolina 1950-1979

Fonte: Tabela 7 deste trabalho.

A irregularidade do percentual de adição expressa tanto uma carência de controle pelos órgãos de governo do cumprimento pelas distribuidoras das normas oficiais, quanto pode ser tida como consequência da fraca infra-estrutura de distribuição do período. Faltavam desde reservatórios em quantidade e distribuição geográfica adequadas aos períodos de entressafra, até mesmo caminhões tanques que levassem o álcool das usinas às distribuidoras de combustíveis. Assim, não era possível alcançar uma distribuição homogênea nem no território brasileiro nem durante o ano, levando a crer que o percentual de adição era maior no período de safra e até inexistente em estados não plantadores, conforme demonstra a Tabela 8 que compara dados para o estado de São Paulo com dados para o Brasil.

TABELA 8 – Participação percentual do álcool anidro na mistura carburante - São Paulo X Brasil

Ano	Participação %	
	Brasil	São Paulo
1967	6,2	13,5
1968	2,3	5,1
1969	0,3	0,4
1970	1,9	4,6
1971	2,5	5,8
1972	3,5	8,6
1973	2,5	7,0
1974	1,4	3,1
1975	1,1	2,4
1976	1,2	2,6
1977	4,6	10,3

FONTE: Quadro III.4, p. 35 in MIC-STI, dez. 1978.

A referência aos mecanismos de incentivo à produção e consumo do álcool como combustível veicular antes do Proálcool procurou demonstrar que o uso de Políticas Públicas para incentivar a produção e o uso como combustível do álcool remontam, basicamente, à criação do IAA. Apesar das medidas legais serem consistentes com o objetivo de uso do álcool adotadas no período, estas medidas não alcançaram o efeito desejado por causa de falhas no controle de sua implementação, mas também porque o País carecia da necessária infra-estrutura industrial e tecnológica.

A produção de álcool serviria neste período somente para aproveitar o excedente de cana-de-açúcar que não era conveniente transformar em açúcar. Os interesses do setor sucro-alcooleiro em manter a receita decorrente das exportações de açúcar, contudo, iam de encontro aos interesses imediatos do governo em equilibrar o balanço comercial através das exportações de açúcar, ficando o interesse na substituição de derivados de petróleo como um objetivo marginal dos governos do período. Uma decisão lógica dos governos de então se considerarmos as incertezas associadas ao uso do álcool carburante.

A crise do petróleo de 1973 significou para os usineiros a possibilidade de criação de um mercado mundial para o álcool, dada a previsão da escassez de petróleo para o ano 2000. Em nossa opinião, foi esta possibilidade o fator chave que permitiu o alcance do objetivo de fazer do álcool um combustível veicular, e que se deu através da implementação de políticas públicas a partir do Proálcool.

2.5.2 Durante o Proálcool

O diagnóstico feito pelo Ministro das Minas e Energia, Dr. César Cals em 1979, posterior ao período imediato da crise e da adoção do Proálcool e por isso menos sujeito à pressão de catástrofe iminente de 1973, contém previsões alarmantes. Nele o Ministro informa que o “crescimento médio anual do consumo mundial de energia primária de 1950 a 1973 [foi] de 5,4%” (ESTADO DE SÃO PAULO, ago. 1979, p.16) e que, após a crise de 1973, o novo índice seria de 3,4% ao ano até o ano 2000, quando o consumo total alcançaria 100,74 bilhões de tep³⁰, ou 133% da demanda de 1975. Informa ainda que, no período de 1979 a 2000, haveria uma demanda de 600 bilhões de barris de petróleo a qual ultrapassaria as reservas, então estimadas em 580 bilhões em 1979 (ESTADO DE SÃO PAULO, ago.1979, p.16).

³⁰ tep: toneladas equivalentes de petróleo.

Interessante notar a forte mobilização que se dá neste período pela adesão do setor agrícola ao Proálcool. Dahab (dez. 1986), Goldemberg (2005), Santos (1987) e Szmrecsányi (1979), assim como o estudo do CNPq de 1979, informam que um dos fatores de adesão teria sido a queda dos preços do açúcar no mercado internacional; Santos acrescenta comentários sobre uma crise mais ampla no setor sucro-alcooleiro. Às vésperas do Proálcool, em 1974, “o açúcar voltou a ocupar o primeiro lugar na pauta de exportações brasileiras. Embora tenha perdido este posto em 1975, devido ao decréscimo de preços do açúcar no mercado internacional” (SZMRECSÁNYI, 1979, p.44).

Ainda que tal crise fosse o fator de maior relevância, é preciso considerar que a produção de álcool para fins carburante constituía atividade de maior risco que a de açúcar, posto este, ao contrário do álcool, ser uma tradicional *commodity* internacional, com preços fixados em bolsas de mercadorias. Tampouco as variações no preço do açúcar constituíam novidade para o agricultor: a queda de preços que ocorreu nas safras 1975/76 e 1976/1977 foi enorme somente porque as duas safras imediatamente anteriores tinham apresentado excepcionais aumentos em relação à safra 1972/1973. No longo prazo, o pico das safras 1973/74 e 1974/1975 ficou fora da curva de crescimento de preços conforme demonstram os dados da Tabela 9 consolidados no Gráfico 4.

TABELA 9 - Evolução dos preços internacionais do açúcar – safras 1968-69 a 1980-81

	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81
US\$/TM açúcar	105,6	110,9	129,1	159,7	201,8	578,4	608,7	250,0	182,0	172,9	194,1	477,4	401,7
US\$/ hL álcool		8,3	9,3	12,6	15,0	22,5	25,9	21,2	27,0	22,2	24,1	35,5	42,4

Fonte: Elaborado com base em Relatórios Anuais do IAA – 1970-1983 – Preços correntes em US\$

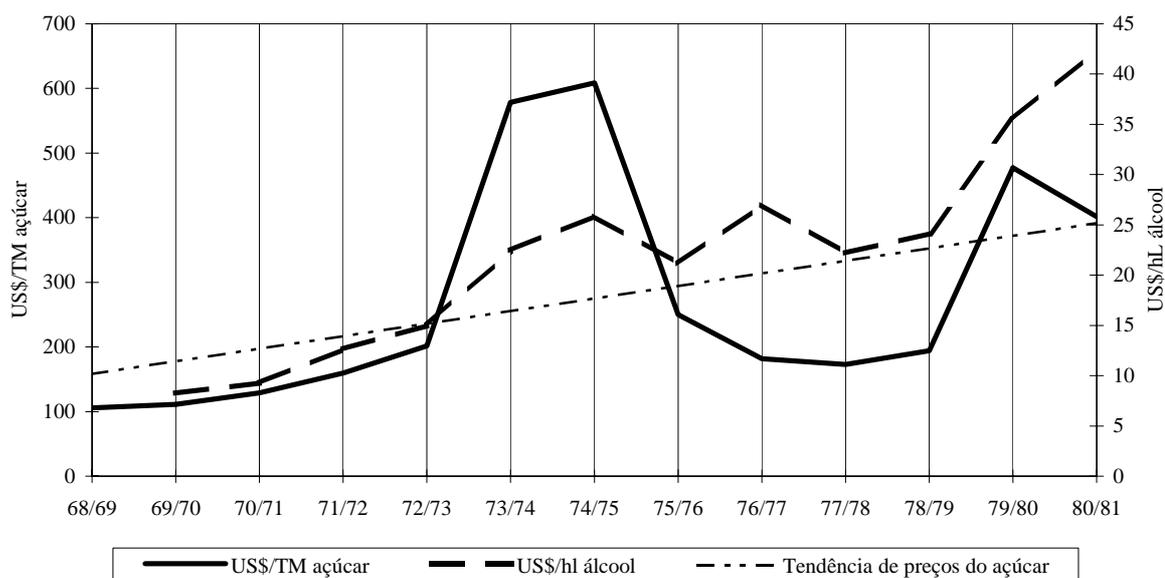


Gráfico 4 – Evolução dos preços internacionais do açúcar e do álcool – safras de 1968-69 a 1980-81

Legenda: TM – tonelada métrica e hl – hectolitro

Fonte: Tabela 9 deste trabalho.

Não é feita neste trabalho uma análise sobre qual produto podia apresentar a maior vantagem econômica para os usineiros, por três razões. Primeiro, porque não havia “preço internacional” para o álcool, tendo sido os dados obtidos a partir dos Relatórios do IAA, onde não constam as fontes³¹. Segundo, o governo, através do IAA, estabelecia uma relação de preços entre o álcool e o açúcar cristal, certamente baseada em custos, mas dificilmente isenta de desvios em função da fixação de preços mínimos, por exemplo. Terceiro, para que se pudesse comparar a vantagem da produção de um em relação ao outro, seria necessária uma análise dos custos reais, com dados obtidos das usinas e referentes à época, o que foge ao escopo deste trabalho.

Talvez o argumento mais importante para refutar a hipótese de que a adesão dos usineiros ao Proálcool teria sido motivada pela queda do preço do açúcar no mercado internacional nas safras de 1975/76 a 1978/79 seja a manutenção da tendência de crescimento da produção de açúcar numa taxa equilibrada, segundo os dados da Tabela 10 consolidada na curva apresentada no Gráfico 5. Esta taxa parece

³¹ Como intermediário da comercialização de todo o álcool produzido no país o IAA provavelmente tinha acesso aos poucos negócios de exportação, provável fonte dos preços apresentados em seus relatórios.

constante no período analisada e é independente daquela da produção de álcool, que sofre os efeitos do Proálcool a partir da safra 1977/78, resultante do financiamento e implantação de novas usinas de álcool.

TABELA 10 - Evolução da produção de açúcar e álcool – safras 1968-69 a 1980-81

	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81
TM açúcar	4,2	4,3	5,1	5,4	5,9	6,7	6,7	5,9	7,2	8,4	7,3	7,8	8,3
ML álcool	470,9	461,0	637,9	610,7	679,0	665,8	625,0	555,6	664,0	1470,4	2490,6	3133,5	4206,7

Legenda: TM – tonelada métrica e ML – milhões de litros

Fonte: Elaborado com base nos Relatórios Anuais do IAA – 1970-1983

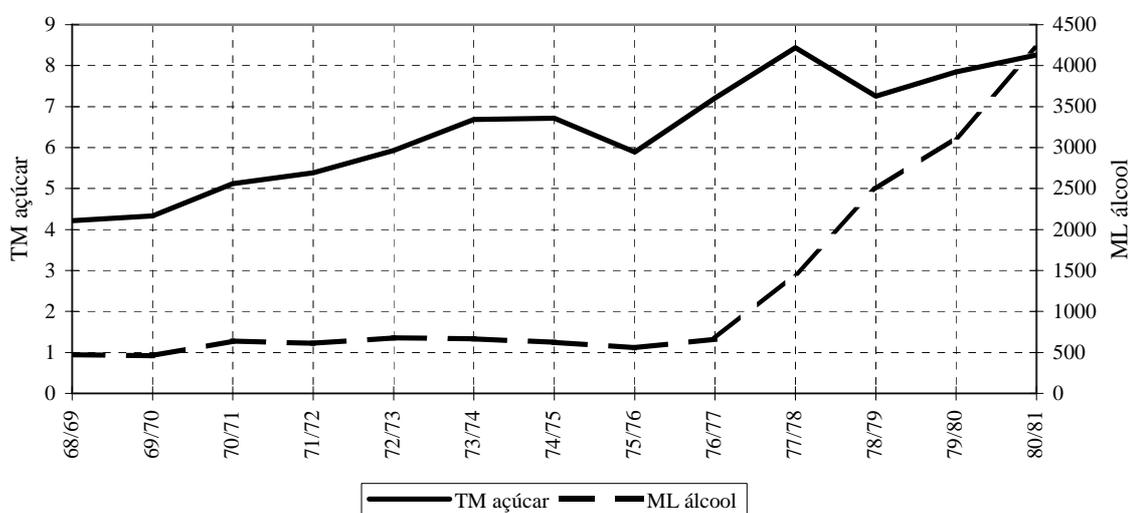


Gráfico 5 - Evolução da produção de açúcar e álcool – safras 1968-69 e 1980-81

Legenda: TM – tonelada métrica e ML – milhões de litros

Fonte: Tabela 10 deste trabalho.

A evolução de preços e da produção contraria a simples explicação da queda de preços do açúcar como causa da adesão do setor sucroalcooleiro ao Proálcool. Ao contrário, demonstram que ou houve uma sensibilidade do setor agrícola à nova possibilidade de negócios dado o cenário internacional de crise energética, ou os incentivos aplicados pelo governo foram excepcionais. A análise dos mecanismos de políticas públicas empregados a partir do Proálcool leva a crer na existência de ambos os fatores.

A partir de 1975, através do Proálcool, o governo passou a adotar uma série de medidas para o aumento da capacidade e da produção do álcool da cana-de-açúcar no Brasil, a maior parte delas já apresentadas. Apesar da dificuldade de garantia da proporcionalidade de preços com a gasolina e das oscilações de estoque, o que se observa no período é um movimento de aumento da oferta elevada a um novo patamar por volta de 1985.

TABELA 11 – Evolução da Produção de Etanol 1970-2003 (tep)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
TOTAL	625	624	684	652	615	580	642	1388	2248	2854	3676	4207	5618	7951	9201	11563	9983
Misturado à gasolina	234	394	399	320	215	220	272	1088	1849	2327	2175	1348	3527	2556	2142	3144	2120
Hidratado	391	230	285	332	400	360	370	300	399	527	1501	2859	2091	5395	7059	8419	7863

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
TOTAL	12340	11523	11809	11518	12862	11766	11395	12513	12745	14134	15494	14121	12981	10700	11466	12587	14470
Misturado à gasolina	2155	1686	1494	849	2044	2226	2526	2798	3003	4433	5671	5683	6174	5644	6481	7040	8832
Hidratado	10185	9837	10315	10669	10818	9540	8869	9715	9742	9701	9823	8438	6807	5056	4985	5547	5638

Fonte: Tabelas 2.27, 2.28 e 2.29 do BEN 2004 (MME, 2005)

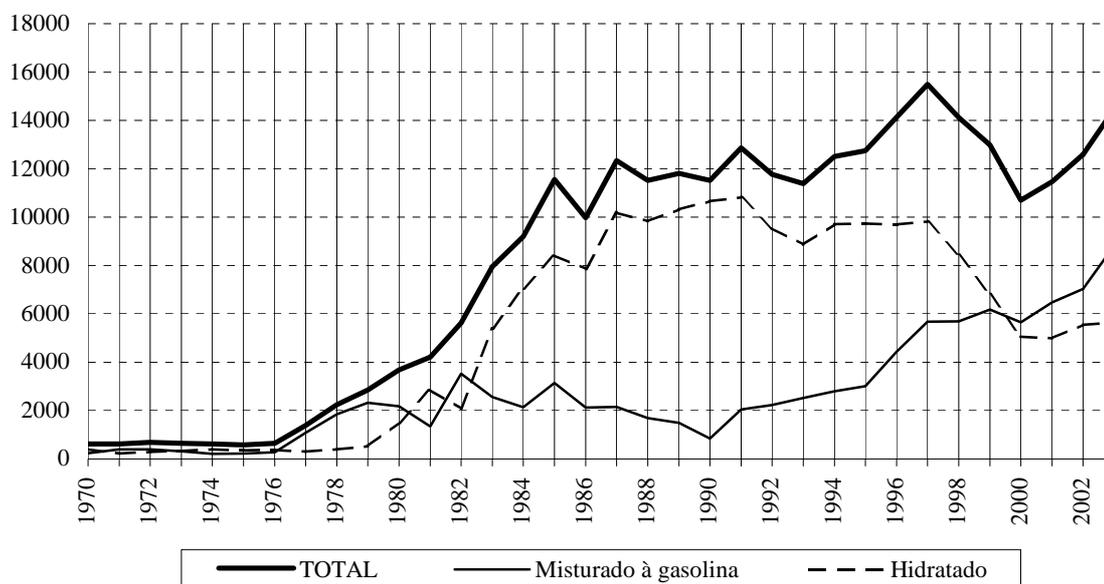


Gráfico 6 - Evolução da Produção de Etanol 1970-2003 (tep)

Fonte: Tabela 11 deste trabalho.

É nítido na escala do Gráfico 6 o impulso dado na produção de etanol no período 1976-1985, se estabilizando a partir daí e atingindo a capacidade planejada. As metas de produção, dentre elas a de 10,7 bilhões de litros de álcool em 1985, foram superadas (MIC-STI, jun 1979, p.3). Interessante notar que a meta de adição de álcool anidro à gasolina em proporções crescentes se estabiliza e tem uma queda no mesmo período. As causas dessas variações se encontram nas variações das safras e quedas de estoques fazendo com que se adotasse o mecanismo de redução do percentual de adição à gasolina para atender à demanda do consumo dos veículos a álcool da porção hidratada.

TABELA 12 - Adição de álcool à gasolina 1970-2003^{29 bis}

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
% adição	1,3	1,7	2,3	1,6	0,9	0,8	0,8	3,3	7,7	11,4	13,7	7,3	13,5	17,1	18,1	18,7	19,2
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
% adição	19,2	18,1	13,3	8,7	10,9	14,8	15,4	18,1	16,3	16,7	18,9	19,3	23,3	23,0	24,7	31,2	31,4

Fonte: Elaborado com base na Tabela 3.6.1.a do BEN 2004 (MME, 2005)

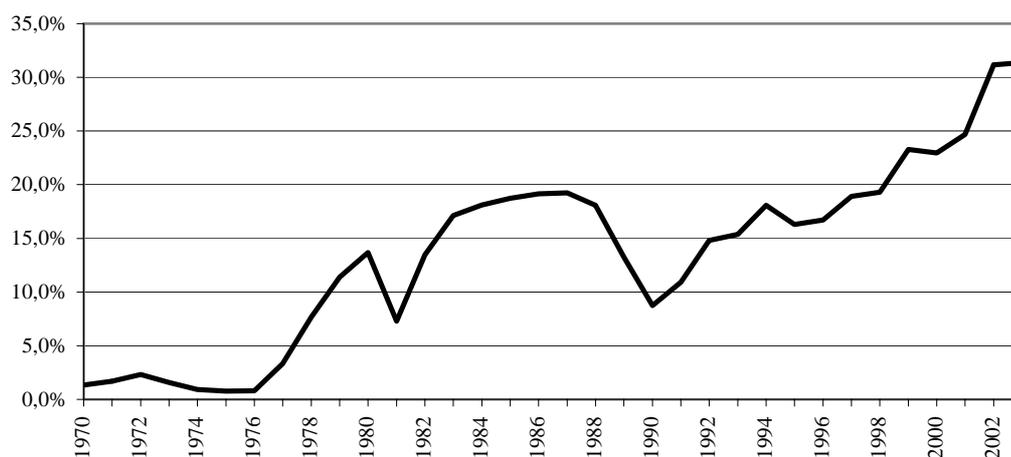


Gráfico 7 - Adição de álcool à gasolina 1970-2003

Fonte: Tabela 12 deste trabalho.

Os dados apresentados no Gráfico 7 foram baseados nos consumos de gasolina e álcool anidro no setor de transportes rodoviários conforme apresentados no Balanço Energético Nacional de 2004 (MME, 2005). A redução da adição em 1981, logo em seguida ao lançamento do carro a álcool, pode constituir um registro do direcionamento da produção de álcool para abastecer estes veículos. O percentual se estabiliza no período entre 1983 e 1988, anos de ouro do carro a álcool, para despencar em 1990 quando os subsídios ao preço do etanol começam a ser retirados, tornando desvantajosa a adição à gasolina.

Justamente é em 1988, ano da queda da adição, que o preço do álcool ao consumidor ultrapassa o ponto de equilíbrio de custos de 65% do preço da gasolina³², eliminando a vantagem do carro a álcool, conforme demonstram os dados da Tabela 13 consolidados no Gráfico 8.

^{29 bis} Os valores superiores a 25% são indícios da comercialização clandestina de álcool anidro, após receber adição de água, como álcool hidratado, dado o menor preço daquele em relação a este.

³² Relação de preços que dava ao carro a álcool vantagem de custos, apesar do consumo em km/l ser mais elevado.

TABELA 13 – Relação de preços ao consumidor entre o litro do álcool hidratado e da gasolina 1979-2003

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
álcool/gasolina	56,4	51,8	57,1	54,2	58,8	62,6	64,9	65,0	65,2	68,0	75,0	75,1	
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
álcool/gasolina	74,9	78,5	78,8	80,8	80,7	82,3	85,6	84,1	56,6	65,3	62,1	59,8	65,0

Fonte: Elaborado com base na Tabela 7.10 BEN 2004 (MME, 2005)

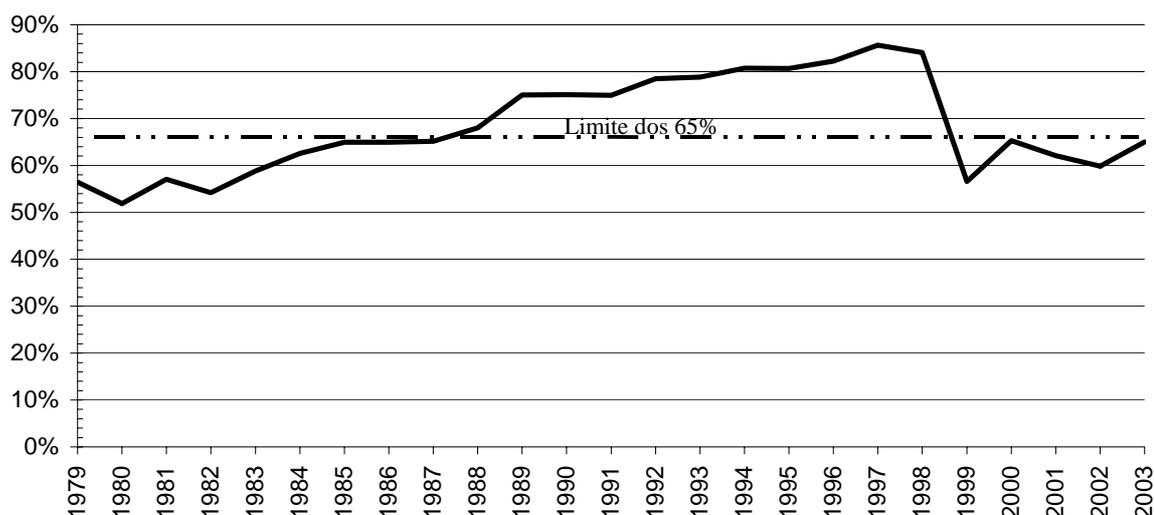


Gráfico 8 – Relação de preços ao consumidor entre o litro do álcool hidratado e da gasolina 1979-2003

Fonte: Tabela 7.10 BEN 2004 (MME, 2005)

Além da custosa sustentação da vantagem comparativa do preço do álcool em relação ao da gasolina, cujo preço cai no mercado internacional durante a década de 1980, outra razão para que o etanol não tenha se consolidado em uma alternativa permanente talvez tenha sido a mudança do perfil de consumo de derivados de petróleo, logo no início do Proálcool na década de 1970. A longa rampa de subida do consumo de óleo diesel resultante da política de interligação do país pela construção de rodovias iniciada no governo JK, do crescimento da indústria de caminhões e do próprio crescimento econômico - o “milagre econômico” brasileiro - fica claramente evidente nos dados da Tabela 14 consolidada no Gráfico 9.

TABELA 14 – Evolução do consumo de derivados de petróleo 1970-2003
(em toneladas equivalentes de petróleo – tep)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
ÓLEO DIESEL	3894	4269	4864	5770	6305	7250	8535	9316	10326	10902	11401	11280	11515	11025	11486	11846	13948
GASOLINA AUTOMOTIVA	7369	8021	8988	10541	10938	11189	11269	10241	10453	10397	8788	8413	8014	6847	6140	6043	6808
ÁLCOOL ANIDRO	98	136	209	165	101	86	92	341	803	1185	1203	612	1079	1173	1112	1132	1304
ÁLCOOL HIDRATADO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	219	709	853	1504	2332	3103	4280
TOTAL	11361	12426	14060	16476	17344	18525	19895	19898	21582	22491	21611	21014	21460	20549	21070	22124	26340

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ÓLEO DIESEL	14689	14981	15868	15983	16587	16882	17325	18106	19280	20165	21422	22453	22704	23410	24071	25086	24263
GASOLINA AUTOMOTIVA	5931	5809	6527	7436	8059	8023	8436	9235	11057	12946	14156	14772	13770	13261	12995	12426	12354
ÁLCOOL ANIDRO	1140	1050	866	650	879	1189	1297	1669	1800	2165	2677	2850	3205	3046	3208	3871	3875
ÁLCOOL HIDRATADO	4546	4974	5641	5205	5225	4784	4931	4974	5069	4987	4233	3933	3594	2774	2170	2214	1917
TOTAL	26306	26817	28905	29276	30751	30878	32012	34025	37250	40295	42530	44124	43412	42766	42946	44459	43578

FONTE: Elaborado com base na Tabela 3.6.1.a do BEN (MME, 2005)

Ainda que a gasolina tivesse maior peso entre os derivados de petróleo e ainda que os formuladores do Proálcool tenham considerado a necessidade de desenvolvimento de combustível alternativo para o óleo diesel, o programa acabou ensimesmado sobre o carro a álcool. Esta escolha, contudo, representava tanto uma tendência natural, dados o potencial do setor sucro-alcooleiro e a capacidade tecnológica do país e montadoras para desenvolverem motores a álcool, quanto uma fraqueza do governo em assumir custos de subsídios para que também se viabilizasse a produção de óleos combustíveis e o desenvolvimento de motores diesel capazes de consumir álcool.

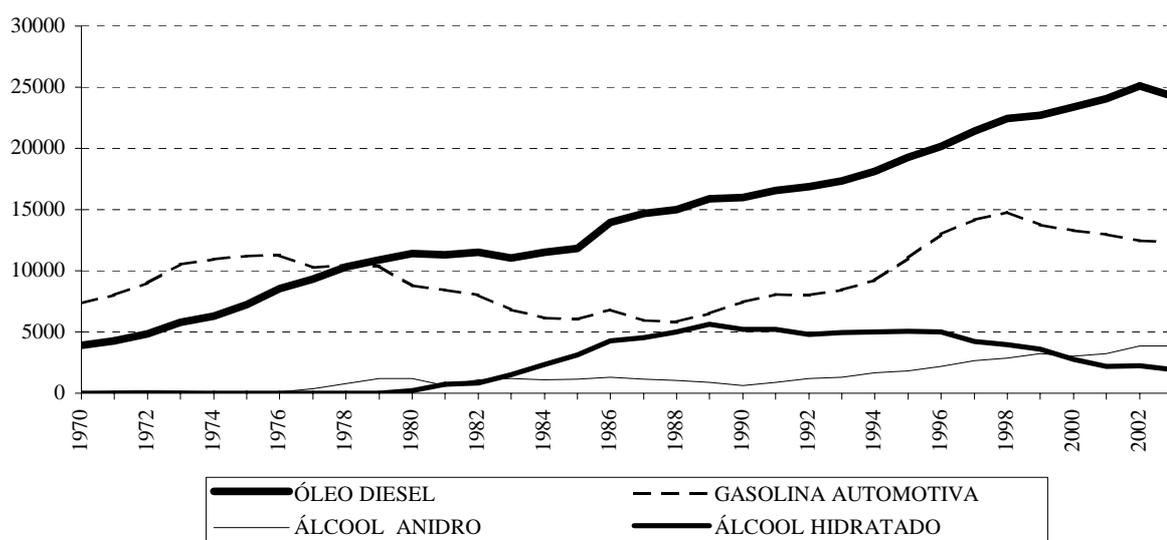


Gráfico 9 - Evolução do consumo de derivados de petróleo 1970-2003 (tep)

FONTE: Tabela 14 deste trabalho.

Portanto, se o problema do crescente consumo de óleo diesel não era evidente em 1975, ele tinha se tornado claro no ano de início da comercialização do carro a álcool em 1979, sem que esse conhecimento tivesse resultado numa reavaliação da oportunidade e dos efeitos de se prosseguir com a substituição apenas da gasolina. Originalmente, contudo, a proposta original do Proálcool incluía previsões para a substituição dos outros derivados do petróleo, além da gasolina. No relatório da STI de dez. 1978, estas previsões consideravam as possibilidades de uso:

[...] [do] álcool como substituto da gasolina, do gás liquefeito de petróleo e, parcialmente do Diesel; o carvão mineral (em menor escala, também o vegetal) como substituto parcial, principalmente do óleo combustível; os óleos vegetais como substitutos de outros derivados e inclusive, em alguns casos, do Diesel (MIC-STI, dez. 1978, p.21).

Há registro de estudos por volta de 1985 sobre a produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais, incluindo tanto uma lista de oleaginosas³³ de onde extrair o óleo, quanto a previsão do uso do processo de transesterificação que é hoje adotado para a produção de biodiesel (MIC-STI, 1985). A questão da tecnologia para substituição do óleo diesel não é objeto deste trabalho que visa apenas o processo de inovação do carro a álcool, porém foi aqui referida pela sua relação com o propósito original do Proálcool que era a substituição das importações de petróleo.

De extrema relevância foi a intervenção da Petrobrás no processo de difusão do etanol no país e na solução do problema da crescente importação de petróleo. Não há dúvida de que foi a Petrobrás a executora do planejamento e da logística de desenvolvimento da rede de postos de abastecimento de álcool, apesar de nos faltarem referências bibliográficas precisas sobre sua atuação. Por outro lado, é possível considerar que o monopólio da Petrobrás sobre o processo de adição e distribuição mais a sua ação monopsônica sobre o mercado de álcool combustível no mínimo dificultaram o desenvolvimento de um ambiente competitivo, no qual a concorrência comercial poderia ter estimulado desenvolvimentos tecnológicos nas usinas que buscassem ser mais competitivas. Por outro lado, a impossibilidade de venda direta das usinas às distribuidoras e aos postos de combustíveis implicava em adicionais custos de transação decorrentes do transporte de álcool em caminhões movidos a diesel.

³³ Macaúba, pinhão-manso, indaiá, buriti, piqui, mamona, babaçu, cotieira e tingui.

Por outro lado, a Petrobrás contribuiu para a solução no médio prazo do problema central visado pelo Proálcool, pois, em seu processo de desenvolvimento das tecnologias de prospecção de petróleo conseguiu efetivamente aumentar a produção nacional de petróleo e reduzir as importações, conforme demonstram os dados da Tabela 15 consolidados no Gráfico 10.

TABELA 15 - Produção e importação de petróleo 1970-2003 (10^3 m^3)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
PRODUÇÃO	9534	9896	9712	9876	10295	9959	9702	9331	9305	9607	10562	12384	15080	19141	26839	31710	33200
IMPORTAÇÃO	20848	23732	30032	40890	40261	41683	47828	47330	52275	58197	50564	49026	46291	42321	37791	31629	34872
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
PRODUÇÃO	32829	32237	34543	36590	36145	36538	37329	38766	40216	45603	48832	56587	63921	71844	75014	84434	86819
IMPORTAÇÃO	35882	37165	34336	33121	30510	30748	29487	32061	29209	33095	33341	31933	27289	23109	24243	22165	20385

FONTE: Tabela 2.2 do BEN 2004 (MME, 2005)

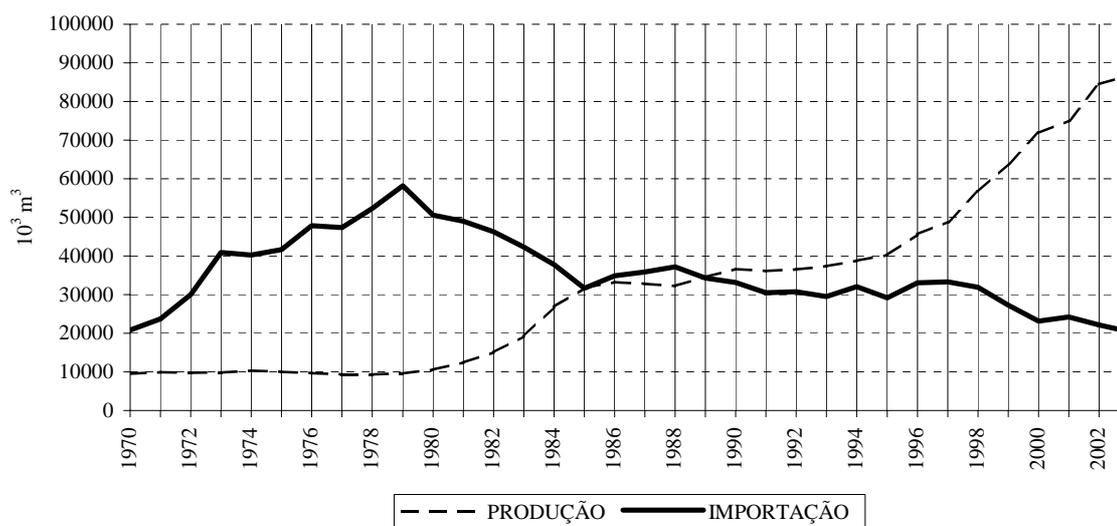


Gráfico 10 - Produção e importação de petróleo 1970-2003 (10^3 m^3)

FONTE: Tabela 15 deste trabalho.

O sucesso da Petrobrás no aumento da produção de petróleo contrabalançou o fracasso no desenvolvimento de um combustível alternativo ao óleo diesel. Esta solução marginal ao Proálcool, contudo, não implica que a difusão do consumo de álcool em automóveis tenha sido completamente inócua para a finalidade de redução do consumo de derivados de petróleo, especialmente a gasolina. Para que fosse representada uma estimativa do consumo da gasolina sem os efeitos do Proálcool, se optou pela adoção da seguinte fórmula: somar à quantidade consumida de gasolina a quantidade de álcool anidro e a

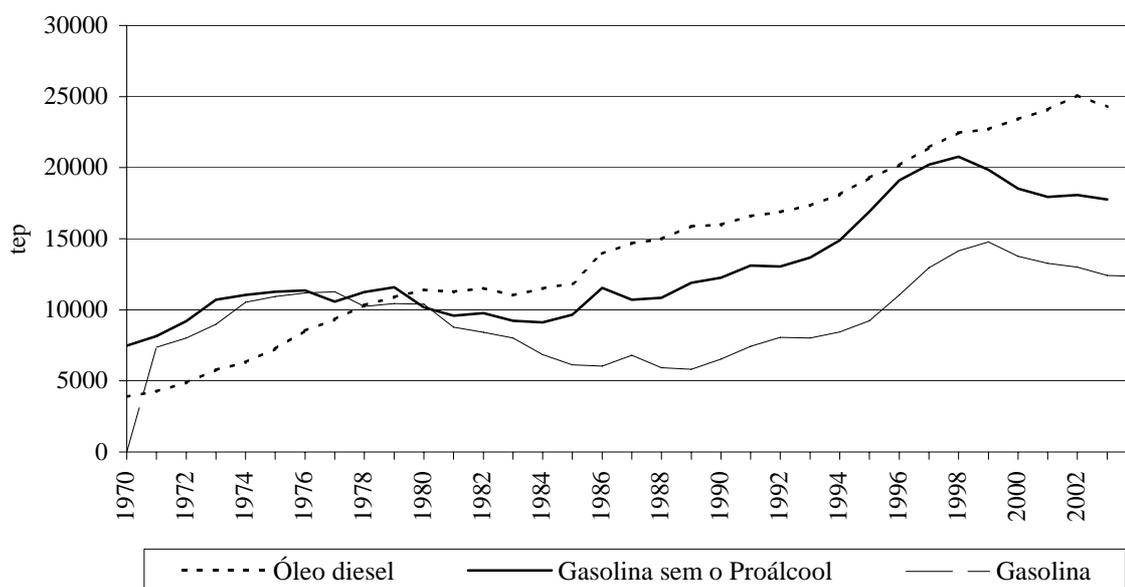
quantidade de álcool hidratado dividida por 1,25% - fator representativo do maior consumo dos motores a álcool em relação aos motores a gasolina. Estes dados estão tabulados na Tabela 16 e foram consolidados no Gráfico 11.

TABELA 16 – Estimativa do consumo de gasolina sem os efeitos do Proálcool (tep)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
ÓLEO DIESEL	3894	4269	4864	5770	6305	7250	8535	9316	10326	10902	11401	11280	11515	11025	11486	11846	13948
GASOLINA AUTOMOTIVA	7369	8021	8988	10541	10938	11189	11269	10241	10453	10397	8788	8413	8014	6847	6140	6043	6808
ÁLCOOL ANIDRO	98	136	209	165	101	86	92	341	803	1185	1203	612	1079	1173	1112	1132	1304
ÁLCOOL HIDRATADO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	219	709	853	1504	2332	3103	4280
GASOLINA CORRIGIDA	7467	8156	9197	10706	11039	11276	11360	10582	11256	11588	10166	9592	9775	9223	9117	9657	11536

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ÓLEO DIESEL	14689	14981	15868	15983	16587	16882	17325	18106	19280	20165	21422	22453	22704	23410	24071	25086	24263
GASOLINA AUTOMOTIVA	5931	5809	6527	7436	8059	8023	8436	9235	11057	12946	14156	14772	13770	13261	12995	12426	12354
ÁLCOOL ANIDRO	1140	1050	866	650	879	1189	1297	1669	1800	2165	2677	2850	3205	3046	3208	3871	3875
ÁLCOOL HIDRATADO	4546	4974	5641	5205	5225	4784	4931	4974	5069	4987	4233	3933	3594	2774	2170	2214	1917
GASOLINA CORRIGIDA	10708	10838	11906	12250	13118	13039	13679	14883	16913	19100	20219	20768	19850	18527	17938	18068	17763

FONTE: Elaborado com base na Tabela 3.6.1.a BEN 2004 (MME, 2005)



$$\text{Gasolina sem o Proálcool} = \text{álcool anidro} + \text{gasolina} + \text{álcool hidratado} / 1,25$$

Gráfico 11 - Estimativa do consumo de gasolina sem os efeitos do Proálcool (tep)

Fonte: Tabela 16 deste trabalho.

Apesar do cálculo formulado para o Gráfico 11 constituir uma aproximação dos efeitos do estímulo ao aumento do consumo de álcool pode-se extrair dele três conclusões. Primeira, a de que o Proálcool produziu efeitos significativos sobre o consumo de

gasolina somente a partir de 1980³⁴. Segundo, que o programa reduziu o consumo de gasolina de maneira significativa, principalmente a partir de 1984 e manteve a partir de então uma participação absoluta quase constante como combustível automotivo. Terceira, a de que, ainda que não houvesse o álcool, o diesel permaneceria sendo o problema principal dos derivados de petróleo, cumprindo uma taxa de crescimento superior a da gasolina³⁵.

³⁴ Este resultado é em parte consequência do critério empregado na fórmula.

³⁵ Ainda que não tenham recebido o status de referências bibliográficas, apareceram na imprensa comentários de que a política de aumento dos preços da gasolina para assegurar preços competitivos ao álcool mais a adoção de crescentes subsídios ao óleo diesel teriam levado ao desestímulo e extinção da frota de caminhões e ônibus à gasolina.

2.6 SÍNTESE SOBRE O ETANOL

O desenvolvimento da produção de álcool no Brasil constitui um exemplo de sucesso de política pública se considerarmos que as metas de aumento da capacidade determinadas em sua formulação foram alcançadas e desconsiderarmos que as políticas públicas se ativeram apenas a um dos problemas, não alcançando uma solução de energia alternativa para o óleo diesel, problema principal a partir de 1978. É também um sucesso, se considerarmos que hoje o Brasil é líder mundial na produção de etanol da cana-de-açúcar e na respectiva tecnologia, apesar de se avizinhar a possível perda dessa liderança pelas novas tecnologias de produção direta da biomassa e pelo crescimento das produções dos EUA e China. A produção de etanol fazia parte, sem sombra de dúvidas, da infra-estrutura que precisava ser suprida para que se viabilizasse o carro a álcool. Coube ao Estado de criar as condições primordiais para que se viabilizasse a inovação tecnológica do carro a álcool, porque dificilmente outro ator teria as condições e capacidade de fazê-lo em um país com as dimensões continentais do Brasil. Ao assumir este papel a partir do Proálcool, o governo produziu a crucial diferença em relação às fracassadas tentativas anteriores de fazer do álcool um combustível veicular.

Pesquisa e desenvolvimento fizeram parte das medidas adotadas desde o primeiro momento, envolvendo os cultivares, as técnicas agrícolas, outras plantas para a obtenção de etanol e óleos o uso de rejeitos e aperfeiçoamentos nas tecnologias de produção. Muito embora tenha havido aumento de produtividade na agricultura da cana-de-açúcar, a avaliação é de que novas tecnologias para a usina de álcool não foram implementadas de imediato. Em termos de indicador de produtividade, houve um enorme ganho no rendimento agroindustrial, desde o início do Proálcool, que evoluiu de 2.024 litros em 1975 para 5.931 litros de álcool hidratado equivalente por hectare em 2004 (NASTARI, notas da apresentação, nov. 2005)³⁶.

Apesar do Planalsucar, os ganhos relativos à produtividade agrícola e da usina parecem mais relacionados a uma taxa natural de aperfeiçoamento tecnológico decorrente das tradicionais pesquisas agrícolas do que da implementação de ações do Programa Tecnológico do Etanol. Esta evolução incremental permitiu que se chegasse a um patamar de redução dos

³⁶ NASTARI, Plínio. Tendências mundiais para o uso do etanol in Seminário: 1975-2005 Etanol combustível balanço e perspectivas. Campinas: Unicamp, 17 nov. 2005.

custos de produção do etanol da cana-de-açúcar, no qual o ponto de quase viabilidade do etanol combustível frente à gasolina foi alcançado.

Em termos de patentes do período foram identificadas no banco de dados do INPI³⁷ os seguintes dados como resultado da consulta do termo “etanol” no resumo, tendo-se procedido a uma seleção das patentes relacionadas com o etanol combustível pelo conteúdo do título. Estes dados estão compilados na Tabela 17.

TABELA 17 – Patentes relacionadas ao etanol combustível – 1982-2004

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Combustível	10	11	15	3	7	0	3	1	1	4	1	1
Motores e equipamentos	1	2	1	3	1	1	0	0	2	2	0	0
Total	26	2	27	14	16	12	9	6	8	20	10	9
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Combustível	1	0	2	6	4	8	5	3	5	9	2	
Motores e equipamentos	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	
Total	18	10	17	26	20	26	23	30	30	38	12	

Fonte: Base de dados do INPI. Disponível em <http://www.inpi.gov.br> Acesso em 27 jan. 2006.

Tanto a base de dados quanto o critério não incluem, com certeza, todas as patentes depositadas relacionadas ao processo de inovação no processo produtivo do álcool, até porque elas podem ser registradas e catalogadas por diferentes critérios. No entanto, ainda que não se tenha relacionado-as proporcionalmente ao total de patentes depositadas no período, de forma a que se pudesse apurar algum crescimento relativo do etanol em relação ao total de depósitos, o número absoluto de depósitos anuais apresenta um decréscimo justamente no final do Proálcool de 1988 a 1990.

Ao lado das ações com sucesso indiscutível, está o desenvolvimento da infraestrutura no qual estiveram presentes o controle e regulação de todas as etapas da produção e comercialização de etanol, desde a lavoura de cana-de-açúcar, a oferta de capital de risco para o investimento na expansão da capacidade produtiva das usinas e a criação e gestão da rede de distribuição de etanol.

Na difusão do empreendimento, o governo não se furtou a utilizar todo um leque de medidas de intervenção que lhe eram permitidas então: fixação de preços, controle de estoques, fixação de taxas de câmbio e aplicação de subsídios.

³⁷ Depósitos do período 1982-2005 com o termo “etanol” presente no resumo do pedido de patente, disponível em <http://www.inpi.gov.br> Acesso em 27 jan. 2006.

Todo esse processo de desenvolvimento tecnológico e implantação da infraestrutura é conduzido num ambiente sustentado pelo governo. Os quinze anos de duração do Proálcool, contudo, não foram suficientes para que o problema da viabilidade econômica do etanol frente à gasolina fosse resolvido. Pelos cálculos de Nastari (notas da apresentação, nov. 2005)³⁸, o comércio de etanol combustível seria atualmente viável para preços do barril de petróleo acima de US\$ 35. Moreira e Goldemberg apresentam dados sobre o custo do barril de álcool que evoluiu a preços de jul. 1996 de US\$ 152,3/barril em 1978 para US\$ 56,82/barril em 1995 (GOLDEMBERG, 1996, pp.1127-1128 apud MOREIRA e GOLDEMBERG, 2005)³⁹. Porém, mesmo agora em 2004/2005, a viabilidade do álcool combustível foi alcançada com o “auxílio” de uma alta nos preços internacionais do petróleo devido à Guerra no Iraque.

Cabe, todavia, comentar que a limitação do fracionamento do petróleo entre óleo combustível, óleo diesel, gasolina, querosene, nafta e GLP no processo de refinamento levou à ocorrência de excedentes de gasolina no país no final da década de 1990, gasolina que era exportada, segundo se tem notícia, a preços inferiores aos praticados no mercado nacional. Tal efeito é consequência direta da falha de implementação do Proálcool por não resolver a substituição do conjunto de derivados e se dedicar a apenas um deles.

Em 1990, quando foi alcançado o limite em que o Estado não tinha mais como manter seus mecanismos de intervenção, dado o maior custo do etanol frente aos preços decrescentes dos derivados do petróleo, a inviabilidade econômica do álcool combustível veicular não podia mais ser remediada. Apesar da clara evolução da capacidade de produção de etanol, assim como na redução de custos, ela não conseguiu eliminar o problema da referência da gasolina para a avaliação da sua viabilidade, mesmo no caso do seu uso pela indústria alcoolquímica, que não é tratado neste trabalho.

Em todo o processo transparece que existe um essencial papel ao Estado na promoção das condições para a pesquisa, desenvolvimento e difusão de uma inovação tecnológica. Transparece, por outro lado, que o exercício deste papel obriga ao estabelecimento de limites para a intervenção, tanto em termos de duração quanto em termos

³⁸ NASTARI, Plínio. Tendências mundiais para o uso do etanol in Seminário: 1975-2005 Etanol combustível balanço e perspectivas. Campinas: Unicamp, 17 nov. 2005.

³⁹ GOLDEMBERG, 1996, “The evolution of ethanol costs in Brazil”, Energy Policy, vol. 24, n. 12, pp.1127-1128 apud MOREIRA, José. GOLDEMBERG, José. **Custos do Etanol** in O Programa do Álcool. São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/alcohol4.htm>. Acesso em: 14 jul. 2005.

de recursos. O governo não pode ficar refém do negócio que ajuda a desenvolver, nem deve assumir sozinho a responsabilidade pelos seus resultados. É possível que se existissem riscos de perda do investimento somados à possibilidade de prejuízos financeiros, o setor sucroalcooleiro talvez tivesse investido na busca de soluções tecnológicas capazes de melhorar o desempenho do etanol em relação à gasolina e mesmo em relação ao óleo diesel. Como se viu, é muito difícil concluir que alguma ameaça pesasse sobre os usineiros em qualquer das fases da inovação tecnológica.

Enquanto sucesso no alcance do aumento da capacidade produtiva de álcool combustível necessária para viabilizar a produção e comercialização do carro a álcool, o Proálcool dificilmente pode ser considerado sucesso na lida pelo governo com o problema energético brasileiro que já se apresentava na ocasião. Claro é que temos hoje uma infraestrutura de produção de etanol sólida, que mesmo não apresentando definitiva vantagem competitiva aos preços mais comuns do petróleo, pode, dependendo do humor dos usineiros e da capacidade de negociação do governo com eles, servir como uma fonte estratégica de energia.

3. OS MOTORES E AS AUTOPEÇAS

Os motores e equipamentos adaptados ou específicos para o álcool e suas misturas à gasolina, traziam dificuldades mais profundas do que aquelas da produção do álcool carburante. Enquanto a solução para este era a aplicação em ampla escala de tecnologia dominada por tradicional seguimento da sociedade, sem a necessidade de desenvolvimentos tecnológicos que a viabilizassem, a solução para os motores tinha sido apenas esboçada por época de 1975 e existiam dúvidas, até mesmo, sobre os limites de misturar álcool e gasolina num mesmo tanque. Além disso, a difusão da inovação envolvia empresas multinacionais que tinham aqui faturamento certo sob baixa competição, dada a proibição das importações de veículos, e que, por isso, fabricavam veículos que eram modelos defasados, produzidos em sua maioria em linhas de produção desativadas nas suas matrizes.

O problema era, portanto, mais complexo do que o desenvolvimento de tecnologias específicas para o álcool combustível. Ele incluía a necessidade de comprometimento das empresas multinacionais com este desenvolvimento e com a sua difusão no mercado nacional. Em outras palavras, o sucesso do carro a álcool, após estabelecida a infra-estrutura de distribuição do etanol, só se daria depois que aquelas empresas decidissem encarar firmemente os desafios que acompanham uma inovação tecnológica.

3.1 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

No longo período coberto por este trabalho, aconteceram no mínimo cinco atividades de desenvolvimento de motores para o consumo de álcool ou de sua mistura.

A primeira, citada no capítulo 1, foi desenvolvida por Fonseca da Costa e Souza Mattos em 1923, citados por Dahab (1986, p.534) e por Vargas (1994, p.361), e visava avaliar o funcionamento dos motores a gasolina com álcool. Ainda que tenha havido o evento da participação de um veículo movido a álcool na corrida do Circuito da Gávea em 1923, as pesquisas resultaram apenas na determinação do alcance do limite prático de adição à

gasolina, apesar de não existir, àquela altura, produção de álcool anidro no Brasil. A inspiração era a mesma que depois, devido à crise do petróleo, se desdobraria no Proálcool:

No Brasil, a importação de gasolina e querosene já contribui muito para o êxodo do ouro. Só nestes dois derivados de petróleo consumimos, em 1924, 102.500 contos de reis. A nossa importação cresce consideravelmente de ano para ano. O seu valor em 1921 foi de 2,5 vezes o de 1917. (FONSECA COSTA apud DAHAB, 1986, p.534)

A segunda ação foi desenvolvida a partir da II Guerra Mundial através de experimentos com motores a álcool liderados pelo Eng.º Eduardo Sabino de Oliveira, primeiramente na Escola Politécnica de São Paulo e depois no Instituto Nacional de Tecnologia – INT, no Rio de Janeiro (VARGAS, 1994, p.362). Em entrevista à revista 4 Rodas (suplemento da ed. 231, out. 1979, p.46) Sabino declarou ter convertido motores e liderado campanha para uso do álcool, tendo alcançado “em algumas cidades do interior [...] a mistura de 80% de álcool à gasolina”.

Uma terceira ação ocorreu no Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo, IPT-USP. Segundo declarações do Dr. Romeu Corsini, Diretor da Escola de Engenharia da USP durante o Simpósio sobre Alternativas Energéticas para Transporte e Indústria em agosto de 1979, os primeiros experimentos com motores a álcool teriam ocorrido por época da II Guerra Mundial, relacionados com o problema do racionamento (ESTADO DE SÃO PAULO, 1979, p.224). Em 1973, o IPT teria retomado o projeto de “pré-vaporização”, que seria a solução técnica por eles desenvolvida para garantir o funcionamento com álcool, que foi apresentado ao CNPq assim como à Secretaria de Tecnologia Industrial – STI - do Ministério da Indústria e Comércio - MIC, a qual “infelizmente” já teria comprometido seus recursos com o projeto de pesquisa do Centro Tecnológico da Aeronáutica – CTA (ESTADO DE SÃO PAULO, 1979, p.225).

Apesar de patenteada pelo Engenheiro Romeu Corsini, esta tecnologia de pré-vaporização do álcool acabou não sendo recepcionada pela indústria automobilística instalada no Brasil e não temos conhecimento de ter chegado a equipar os automóveis comercializados no País. Entretanto, ao contrário das duas iniciativas anteriores, a acumulação de conhecimento a esta altura e a existência de uma infra-estrutura industrial e de apoio tecnológico desenvolvida até aquele momento⁴⁰ permitiram o desenlace dos motores a álcool e de suas autopeças.

⁴⁰ INMETRO, INT, por exemplo.

Uma quarta ação sobre motores teve sua primeira fase realizada pelo CTA visando “economia de combustível, controle da emissão de poluentes e segurança de veículos” (MDIC-STI, 1975, p.8) e uma segunda fase para “descobrir nova fonte de energia para motores a combustão interna” (idem). Fato é que apesar do trabalho desenvolvido pelo CNPq dar como certa a capacidade de adição de álcool à gasolina até o limite de 25% (ANCIÃES, 1979, p.67) e o próprio Decreto n.º 76.593, 14 nov. 1975, não fazer referência a qualquer programa de desenvolvimento de motores, a questão não estava consolidada tecnicamente. O estudo “O Etanol como combustível”, 30 set. 1975, citado no trabalho do CNPq (ANCIÃES, 1979, p.68) como o documento que dá origem ao Proálcool, contém seis páginas dedicadas às pesquisas do Centro Tecnológico da Aeronáutica – CTA –, indica as possibilidades de uso da mistura álcool-gasolina sem modificações no motor até o limite de 15% e apresenta os custos de adaptação para uso em proporções maiores até os 100% (1975, p.23). No capítulo “Proposição do Programa” (p.87) estavam previstas a:

- a) adição progressiva do etanol à gasolina, até à máxima proporção tecnicamente recomendável, e emprego do etanol paralelamente ao óleo diesel [...] (de 5 a 8 anos);
- b) utilização do etanol como combustível puro, mediante conversão gradual da frota de veículos nacional [...] (de 8 a 15 anos).

Não estando definida naquele momento “a máxima proporção tecnicamente recomendável” não é surpresa, portanto, que em dezembro de 1975 (CARSUGHI, dez. 1975, pp.122-126) e em janeiro de 1976 (CARSUGHI, jan. 1976, pp.44-47) tivessem sido executados testes com a mistura de 20% de álcool em veículos não adaptados, relatando os problemas resultantes, tais como: dificuldades na partida a frio, aumento de consumo e perda de desempenho. Na ocasião, as reportagens não avaliaram o problema da corrosão que apareceria logo após o lançamento dos primeiros veículos movidos somente a álcool em 1980.

No exemplar de dezembro de 1975, a revista 4 Rodas apresenta extensa reportagem sobre o álcool como combustível automotor (CARSUGHI, dez. 1975, pp.114-121), explicando as questões técnicas decorrentes do menor poder calorífico do álcool frente à gasolina (6.800 kcal/kg contra 10.800 kcal/kg), da necessidade de mudança na relação volumétrica ar-combustível (de 15:1 para 9:1) e vantagem da maior octanagem do álcool que permitiria maior taxa de compressão do motor (da então 7:1 para 12:1).

No quadro “A visão econômica” da mesma reportagem se fazia referência à insegurança em relação ao programa:

As cifras têm dimensão bilionária, mas não conseguem emocionar um especialista em petróleo. O próprio general Ernesto Geisel, ex-presidente da Petrobrás, fez cálculos e apresenta suas conclusões: o investimento em máquinas de uma destilaria para 20 milhões de litros de álcool por ano é idêntico ao que se aplicaria na perfuração e desenvolvimento de um poço de 300 barris/dia na plataforma continental brasileira. Ainda assim, a solução da mistura com álcool pareceu vantajosa ao governo. E por duas razões: de início, pela óbvia possibilidade de se fazer o combustível sem gastar dólares; e, depois, a fabricação de álcool estimula a criação do que em economia se chama “riqueza para trás”. Isto é, a cana-de-açúcar vale dinheiro e seu cultivo gera empregos, enquanto o petróleo está acumulado nos porões da natureza. (O combustível para o carro..., dez. 1975, p.119).

O estudo da STI de 1975 enumerava tantos itens para a “tecnologia da indústria alcooleira” (pp.89-90) quanto para a “tecnologia de veículos” (pp.91-92), enquanto todos os itens da “tecnologia agrícola” (p.92), exceto um, se dedicavam à mandioca, fonte 2,5 vezes mais concentrada de etanol do que a cana-de-açúcar, como já tratado neste trabalho. Dentre os itens relativos aos veículos, as pesquisas deveriam se dar sobre:

- a) o armazenamento do etanol, dada sua capacidade de absorção de água e sua volatilidade;
- b) o estudo dos gases produzidos pela queima;
- c) os efeitos do álcool sobre materiais dos motores e suas propriedades lubrificantes;
- d) as técnicas para partida a frio;
- e) as técnicas de medição da graduação alcoólica do álcool;
- f) o desenvolvimento de sistemas de injeção de álcool para motores ciclo Otto e ciclo Diesel;
- g) os processos de desnaturação do etanol;
- h) os efeitos do álcool sobre lubrificantes;
- i) as regulagens de diferentes carburadores;
- j) a conversão de motores;
- k) a viabilidade da conversão da frota pública;
- l) os motores exclusivos para o álcool.

Este estudo levou à quinta iniciativa de P&D que estava contida no subprograma 3 do “Programa Tecnológico do Etanol” contemplando distintos projetos. O primeiro projeto, denominado “utilização como combustível” (MIC-STI, maio 1977, p.10)

estabelecia duas metas: em 1977 o desenvolvimento de carros experimentais e instalações piloto; em 1979 a industrialização generalizada dos “kits adaptadores de motores”, prevendo-se o “desenvolvimento e simultânea transferência para a indústria” de: adaptações, projeto original para o álcool, motores ciclo Diesel para etanol, sistema de turbinas a álcool e grupos geradores pilotos. O segundo projeto, denominado “utilização como matéria-prima”, apontava para a indústria química através do desenvolvimento de tecnologias de melhoria nos processos de produção de insumos industriais. O terceiro projeto, denominado “mobilização empresarial para a produção industrial de veículos nacionais movidos a álcool”, contemplava a transferência de tecnologia em si, visando, inclusive o desenvolvimento de um ônibus urbano.

Segundo depoimento do Presidente da Petrobrás, General Araken de Oliveira (MIC, dez. 1976, pp.353-353) as conversas entre a Petrobrás, o CNP e o CTA para o desenvolvimento de motores para o consumo de álcool se iniciaram em 1971 e se concretizaram por um convênio de 1973. O Dr. Urbano Ernesto Stumpf, do CTA, apresenta uma avaliação do estado da arte na ocasião (1976), relatando a possibilidade dos motores a álcool alcançarem um consumo 5% menor que os motores a gasolina - mas apenas em teoria porque na prática os resultados eram de aumento de consumo. Chamava atenção, também para as vantagens da produção brasileira de álcool etílico em relação à produção europeia de álcool metílico (MIC, dez. 1976, p.374-376). Os ensaios feitos pelo CTA na ocasião, apresentavam os resultados contidos na Tabela 18.

TABELA 18 – Diferenças de desempenho do motor a álcool comparado ao motor a gasolina – CTA 1976

	Potência	Consumo
Regulagem para potência máxima	+ 20%	+ 19%
Regulagem para consumo mínimo	+ 6%	+ 5%

FONTE: Elaborado com base em Prof. Ernesto Stumpf (MIC, p.376, dez. 1976)

A preocupação refletida no texto do Dr. Stumpf (MIC, dez. 1976, pp.370-389) se dirigia às questões de viabilidade de funcionamento, principalmente às questões do consumo e da tolerância dos motores a gasolina à mistura com álcool sem necessidade de regulagens especiais. Stumpf afirmava: “A operação básica da transformação, consiste evidentemente na carburação, na taxa de compressão, na curva de avanço da centelha e no aquecimento da mistura.” (MIC, dez. 1976, p.381). Ainda, diria: “Estes motores que eu citei, estão incluídos também em motores diesel, que também podem funcionar a álcool” (MIC, dez. 1976, p.381), uma previsão, entretanto, que não se realizou.

Na avaliação conduzida pela MIC-STI (jun. 1979) do Programa Tecnológico do Etanol são consolidadas as ações então em curso para o lançamento do carro a álcool, considerando que “As empresas propõem-se a apresentar carros novos, a partir de um prazo de 6 a 12 meses [...]” (MIC-STI, jun. 1979, p.33). Propunha-se a criação de um “mercado de adaptação” que se constituiria a partir do “credenciamento” de 500 das “cerca de 800 retíficas” existentes no país com base em “procedimentos e exigências” estabelecidos pela STI com o auxílio de oito “centros de apoio tecnológico⁴¹” (MIC-STI, jun. 1979, pp.34-35). Esta proposta, que oferecia uma oportunidade impar de agregação de conhecimento ao processo de inovação, acabou sendo concretizada no programa de retíficas que trataremos na fase de difusão.

Importante notar que um pouco antes da avaliação institucional da STI a revista 4 Rodas avaliava em abril de 1979 um Fiat 147 a álcool, concluindo que: “destacam-se o desempenho muito bom, [...] o consumo bem mais elevado e a ótima dirigibilidade” (MARZANASCO et al, abr. 1979, pp.46-47). Alertava, contudo, sobre a questão de preços:

Além do fato de atualmente, o álcool ser mais caro do que a gasolina (por ocasião do teste, a gasolina custava Cr\$ 9,60 e pagamos Cr\$ 12,00 por litro de álcool, o que torna a diferença (de consumo) ainda mais sensível) (MARZANASCO et al., abr. 1979, p.48).

Outra iniciativa que também corroborou para a comercialização de veículos a álcool, foi a positiva experiência de conversão da frota da TELESP de cerca de 400 veículos (MONTANDOM, abr 1980, pp.56-66). A avaliação do Programa Tecnológico do Etanol considerava ainda a substituição do óleo diesel pelo etanol, processo que estava sendo investigado pelo CTA, IPT e INT, mas informava sobre três alternativas de solução para o problema:

- uso de óleos vegetais;
- uso de etanol, óleo diesel e aditivo;
- substituição de motores Diesel por motores ciclo Otto (MIC-STI, jun 1979, pp. 35-36)

Nenhuma das alternativas tratadas acima, contudo, chegou a alcançar uma fase de difusão devido aos problemas de viabilidade econômica que não foram enfrentados pelo governo da mesma forma que aquele do álcool em relação à gasolina.

⁴¹ Estavam relacionados: CTA, IPAI, IPT, IME, UFSC, UFPb, UNB e CETEC.

3.2 A DIFUSÃO DOS MOTORES

A comercialização dos veículos a álcool, seja pela conversão para o álcool da frota a gasolina, seja pela produção de veículos zero km pelas montadoras, se dá, essencialmente, em três fases. A primeira, em que parece ter havido um atendimento às pressões e aos estímulos do governo e na qual os problemas da conversão, como o da corrosão, não haviam sido solucionados. A segunda, que representou uma transição entre a obrigação de produzir e a oportunidade de oferecer um “novo” produto que poderia recuperar as vendas, dada a retração de mercado. E a terceira, em que as soluções tecnológicas eram conhecidas e consolidadas, resultavam em um desempenho global adequado à relação de preços entre o litro do álcool e da gasolina, e na qual as pressões do governo, mesmo o controle exercido pela MIC-STI sobre a evolução do consumo, não resultaram em aperfeiçoamentos tecnológicos relevantes.

3.2.1 A primeira fase de difusão (1979-1981)

Por mais que não se possa negar relevância nem competência às iniciativas do CTA e do IPT para o desenvolvimento dos motores a álcool, não é clara a relação entre estas pesquisas, que segundo o Plano Tecnológico do Etanol (STI-MDIC, 1975) deveriam ter sido transferidas ao setor produtivo, e as soluções inicialmente adotadas pelas montadoras. Por outro lado, estas pesquisas formaram a base para o estabelecimento dos requisitos de credenciamento das retíficas pela STI-MIC.

Ora, a tecnologia do álcool, ainda que não tivesse sido aplicada em nenhum país na escala projetada pelo Proálcool, estava ao alcance dos laboratórios das empresas montadoras, estivessem eles aqui ou nos países das matrizes das empresas. É importante não esquecer que embora prevalecesse a inconstância no processo de adição de álcool à mistura carburante, seus efeitos sobre o motor já eram de conhecimento daquelas empresas. A perspectiva da cessão de patentes pelo governo para uso pelas montadoras contrariaria, em tese, a prática das empresas em obter vantagens competitivas a partir do privilégio de usufruto das patentes exclusivas. Talvez por isso, o conhecimento desenvolvido pelos institutos do governo não tenha alcançado as montadoras, como evidenciam os problemas ocorridos na primeira série de veículos colocados no mercado no ano de 1980. Dentre os problemas

estavam a irregularidade de funcionamento dos motores e a falta de resistência dos materiais à corrosão, problemas que só foram “descobertos” a partir das reclamações dos consumidores.

A própria estratégia da difusão contribuiu para a falta de comprometimento das montadoras com o Proálcool. Ela se iniciou pela experiência de conversão da frota oficial, com abastecimento nos postos de propriedade e uso exclusivo de repartições públicas. Ao autorizar o uso pelo cidadão, contudo, o governo o fez primeiramente pelo credenciamento das oficinas de retífica de motores transferindo a elas uma responsabilidade, a viabilidade da conversão, que estava acima do limite das competências tecnológicas daquelas oficinas⁴². Mesmo havendo um procedimento detalhado de credenciamento dessas retíficas, que era feito pela MIC-STI com base nas recomendações dos institutos de pesquisa, ele não poderia ser suficiente para dar a elas uma capacidade tecnológica que se aproximasse daquela das montadoras, capacidade que era um requisito essencial para os necessários ajustes dos motores na fase de desenvolvimento da inovação. E faltava às oficinas de retífica maior capacidade técnica para resolver os problemas com a corrosão dos materiais ou propor adaptações como as necessárias para a partida a frio e o aquecimento do coletor de admissão. A idéia por trás desta opção, contudo, constitui uma alternativa notável por sua característica de promover a difusão da inovação tecnológica por intermédio da qualificação de uma rede de serviços técnicos. Este rede de oficinas de reparação de motores, acabou sendo incluída no processo de inovação e contribuiu para todo o processo de agregação de conhecimento.

A ação de credenciamento, tal como o incremento da produção de etanol, foi bastante rápida a ponto de em abril de 1980 apresentar os seguintes números: 63 retíficas credenciadas em 28 cidades, já havendo à mesma época cerca de 1700 postos autorizados a comercializar etanol (MONTANDOM, abr. 1980, pp. 6-66).

Como não podia deixar de ser em face dos argumentos apresentados, o carro a álcool convertido pela rede autorizada representava uma dor de cabeça ao consumidor pela ausência de soluções tecnológicas adequadas à corrosão e à partida a frio, as duas características mais críticas do motor a álcool em relação ao a gasolina. Em agosto de 1980, reportagem sobre o teste de um veículo convertido informava: “O ideal, ao escolher o álcool

⁴² Tradicionalmente as oficinas de retíficas de motores tinham destacadas capacidades metrológica e de usinagem, mas suas atividades se resumiam à recuperação de motores desgastados: medição, troca de peças e usinagem retífica de partes com folgas maiores do que as permitidas pelos fabricantes.

como combustível é adquirir veículo novo devido aos problemas de funcionamento⁴³,” (CARSUGHI, ago. 1980, pp.44-47).

A etapa seguinte, a da produção dos veículos para comercialização no varejo se inicia pela série modelo 1980, sem grande entusiasmo das montadoras. À época Volkswagen e Fiat enviaram dois VW Passat e dois Fiat 147 para um teste de uso acelerado: 28.000 km ininterruptos no circuito de Interlagos, São Paulo. Durante o teste em que também se avaliou o comportamento dos materiais com relação ao problema da corrosão: “Ficou demonstrado também que o processo de bicromatização é, pelo menos por ora, o que apresenta melhores resultados na luta contra a corrosão provocada pelo álcool” (O teste dos..., out. 1979, p.34). O fato de ainda estarem sendo comparados materiais diferentes em autopeças naquele teste, era um indício de que as pesquisas das montadoras não estavam plenamente amadurecidas às vésperas do lançamento do carro a álcool no mercado. Tal fato se revela no primeiro teste comparativo entre veículos a álcool e a gasolina foi feito, em junho de 1980, com um VW Sedan 1300, o Fusca. A reportagem apontava de forma muito tímida os graves defeitos de funcionamento:

Na retomada de velocidade, [a resposta do motor só ocorre] após uma pequena hesitação inicial do carro a álcool [...] Mas quando frio é preciso tomar cuidado, pois ele não atende rapidamente, se exigido nessas condições numa aceleração rápida, e o motor pode morrer. (CARSUGHI, jun. 1980, p. 39)

Em fevereiro de 1981, já haviam sido testados oito modelos nacionais com versões a álcool. Os resultados encontrados foram sintetizados no Quadro 4:

⁴³ Alguns veículos movidos a álcool vinham apresentando o problema denominado de “vapor lock”, que consistia da interrupção do funcionamento do motor pela falta de combustível no carburador, devido ao superaquecimento deste, da bomba de combustível ou das mangueiras.

QUADRO 4 – Comparativo da versão a álcool com a versão a gasolina - 1981

Modelo	Aumento % de consumo	Economia % de gastos com combustível	Principais alterações em relação à versão a gasolina
VW 1300	22,91	30,07	Taxa de compressão de 10:1 em vez de 6,8:1 e dupla carburação.
VW Gol	17,44	34,55	
VW Brasília	22,77	30,28	Motor 1300 cm ³ , taxa de compressão de 10:1 em vez de 6,8:1 dupla carburação.
VW Passat	17,69	34,66	Motor 1600 cm ³ , taxa de compressão de 10,5:1 em vez de 7,4:1.
Ford Corcel	16,14	35,76	Motor 1600 cm ³ e partida a frio automática, sem informação da taxa de compressão.
Ford LTD	22,09	30,86	Poucas, motor já adaptado a rodar sem chumbo tetraetila, taxa de compressão de 9:1 para 11:1 e partida a frio automática.
Fiat 147	25,20	28,12	Motor 1300 cc e taxa de compressão de 11,2:1 em vez de 7,5:1.
GM Opala	22,94	30,04	Taxa de compressão de 10,5:1 em vez de 7,5:1.

FONTE: Elaborado com base em Como andam os carros a álcool, fev. 1981, pp.112-114.

Do Quadro 4 podem ser destacadas algumas conclusões. Primeiro, que o atrativo imediato para a experiência com a inovação tecnológica, à época do lançamento do carro a álcool, estava na economia em torno de 30% das despesas com combustível em relação aos veículos a gasolina. Segundo, que a opção pelo carro a álcool ainda embutia riscos que iam desde os problemas de partida a frio e funcionamento irregular, até a dificuldade de abastecimento em viagens dado o reduzido número de postos e a menor autonomia devido ao maior consumo em km/l. Com respeito às incertezas da inovação tecnológica, se dizia:

Muitas pessoas se preocupam também com o futuro da produção e distribuição do álcool; outras com que o álcool e a TRU deixem de custar menos; outras, ainda, com a possibilidade de que um problema técnico ainda não detectado venha a condenar os motores a álcool. (MACHADO, fev. 1981, pp.113-114).

Bastante realista a previsão sobre a falta de álcool, dado que logo em seguida, em julho de 1981, houve registro de problemas no suprimento da oferta de álcool que depois levaram à redução do percentual compulsório (teórico) da adição do álcool à gasolina de 20% para 13% e depois para 0% provocando problemas na regulagem dos motores a gasolina (NADDEO, jul. 1981, p.66).

Todos os problemas técnicos seriam resolvidos logo em seguida, no nosso entender, pela força que o Proálcool retirará do interesse das montadoras em recuperar vendas com o novo produto, o carro a álcool, num momento de crise no mercado automotivo. O problema da corrosão era, contudo, um desafio mais complexo que o do simples “acerto” na escolha dos materiais.

Lembremos que o estudo feito pela General Motors do Brasil sobre a qualidade do álcool vendido nas bombas, já citado, apresentou a maior parte das amostras com características do álcool fora da especificação, demonstrando que a escolha de materiais adequados também dependia da estabilidade da especificação do álcool (BALDIJÃO, dez. 1980, pp.146-152). Por outro lado, se é verdade que o CNP não detinha capacidade para controlar a qualidade do álcool hidratado, também é verdade que os materiais desenvolvidos pelos fabricantes de autopeças, sob as especificações das montadoras, não passavam de adaptações das versões a gasolina, algumas vezes por limitações impostas pelo processo produtivo como no caso do uso da liga de “zamak”⁴⁴ nos carburadores a gasolina. A mesma reportagem ao comparar a opinião das montadoras em relação ao problema da corrosão, relatava as diferentes soluções com respeito a filtros, revestimentos de tanques e linhas de combustíveis, além das variadas recomendações em relação ao uso de aditivos como paliativos a estes problemas de adequação. A avaliação feita pelo IPT após um teste de 30.000 km realizado com um veículo concluía em relação à corrosão provocada pelo álcool que:

“[...] a corrosão provocada pelo álcool não assume aspectos graves – na verdade, o maior problema sentido no Fiat não foi a *intensidade* da corrosão, mas sim os inconvenientes dos produtos da corrosão, tais como o entupimento dos giclês do carburador” (CARSUGHI, out. 1981, p.37) [grifo do autor].

As soluções definitivas para o problema da corrosão, todavia, só estariam disponíveis para a segunda fase de difusão, ou seja, a partir do final de 1981, início de 1982.

É importante ressaltar que se somavam aos problemas de corrosão diferentes incertezas, sendo as principais as dúvidas sobre a manutenção da relação favorável entre os preços do litro do álcool e da gasolina e sobre a manutenção do abastecimento de álcool. Para o combate dessas incertezas, o governo atuou também no sentido de tornar o carro a álcool mais atrativo pela concessão de incentivos à sua compra desde o início da comercialização.

Em uma economia fortemente controlada pelo governo, os instrumentos de incentivo às vendas dos veículos no varejo podiam ser escolhidos e empregados com alguma facilidade. Dentre as facilidades, se ofereceram a vantagem de redução de 50% na Taxa Rodoviária Única –TRU – e a autorização para prazos de financiamento de até 36 meses, superiores aos 24 meses permitidos aos modelos a gasolina. Este último artifício, todavia, não surtiu o efeito esperado, dada a elevada inflação do período que, devido a prática da correção monetária, resultava em elevados juros nominais (DEL CORSO, jun. 1980, pp.64-66).

⁴⁴ Todos os carburadores dos veículos à época fabricados no Brasil eram produzidos com esta liga, pelo método de fundição, produzindo uma relação indissociável entre carburador e a própria liga de zinco.

Entrevista do presidente da Associação Brasileira de Revendedores de Veículos, José Edgar Pereira Barreto Filho, sobre a queda de vendas de veículos no primeiro trimestre de 1981 em relação ao ano de 1980 (160 mil contra 268 mil veículos) apresentava um cenário claro do momento vivido pelo carro a álcool naquele momento:

Acho que já há preferência por ele, de forma que temos todos os modelos para pronta entrega. Ele custa mais do que o modelo a gasolina, o preço do álcool também sobe, e os boatos prejudicam muito. Ninguém tem certeza de que haverá álcool para todos e há escândalos sobre falsificação do álcool. Daqui a pouco a TRU do carro a álcool também sobe. Quer dizer, o uso do carro a álcool começou a ser estimulado pelo governo, mas de repente ele deixa de ser vantagem... (As vendas de carros..., maio 1981, p.121).

3.2.2 A segunda fase de difusão (1982-1983)

A crise de 1981 é resolvida conjuntamente pelo governo e pelas montadoras. Primeiro a questão da corrosão é tratada pelo lado do governo através de um trabalho iniciado em dezembro de 1979 no Centro de Pesquisas da Usiminas em parceria com o IAA, o qual buscou analisar as origens da corrosão causada pelo álcool no processo de destilação, posto que o álcool puro é quimicamente estável⁴⁵ (BALDIJÃO, fev. 1982, p.94).

É importante ressaltar que todo o processo de desenvolvimento, especialmente a busca de solução para o problema da corrosão foi acompanhado ou patrocinado pelo MIC-STI. A principal ação era denominada “Projeto Corrosão” e envolvia o CTA, IPT, a COPPE-UFRJ, a FTI e a Escola de Engenharia da UFSCar. Seu principal objeto era investigar a especificação do álcool quanto às suas características de produção e identificar quais características poderiam ser adicionadas por meio de um aditivo (BALDIJÃO, ago. 1982, pp. 99-102).

A partir da contribuição das análises do IPT sobre o desgaste e a corrosão das partes mecânicas do veículo, inclusive participando dos testes de longa duração realizados pela imprensa especializada, foi possível às montadoras ir adotando as soluções reconhecidamente viáveis. Em 1982 foi feita uma comparação entre as soluções mais relevantes e que tinham sido adotadas primeiramente pela Ford. Dentre as tecnologias de sucesso estavam (MACHADO, mar. 1982, pp.90-95):

- o acionamento da partida a frio, com injeção de gasolina, comandada por sensor automático de temperatura;

⁴⁵ Não reage quimicamente com os materiais, não produzindo corrosão.

- o uso de proteção superficial de níquel em carburadores e bombas de combustível no lugar do processo de bicromatização;
- o uso de revestimento nos tanques de combustível, depois substituídos por plástico;
- o uso de três filtros na linha de combustível, com materiais mais resistentes ao ataque do álcool.

Fato é que embora houvesse argumentos contrários à completa viabilidade das soluções adotadas pela Ford, elas acabaram predominando na 3ª fase de difusão, na qual o desenvolvimento dos motores passou a ser mais gradual e não havia nenhum problema sério de funcionamento. Especialmente com respeito aos filtros, o seu desenvolvimento pela indústria de autopeças não foi tarefa simples, como demonstra a seguinte passagem:

Os primeiros filtros usados em motores a álcool da GM chegaram a se dissolver. [...] Depois de aumentarmos a capacidade do filtro quase três vezes, decidimos aperfeiçoar o sistema de filtragem. [...] tanto o Del Rey como o Corcel II funcionam com três filtros. O primeiro fica no pescador, dentro do tanque de combustível. [...] ele é de bronze fosforoso [...] O segundo filtro, também de tela de bronze (antes da bomba) [...] O terceiro filtro, de papel curado [...] E já existe um filtro concorrente com os tradicionais [...] Ele é feito de vidro [...] isto quer dizer que o filtro é feito com partículas de vidro aglutinadas, que permitem a passagem do líquido [...] (NOTOLLI, abr. 1982, pp.101-107)

A partir de um determinado momento, tanto o motor a álcool quanto o processo de produção e distribuição do etanol alcançaram um desenvolvimento satisfatório com relação ao problema da corrosão. A consequência foi o alcance do funcionamento regular dos motores, para os quais também foram aperfeiçoadas as regulagens. Em avaliação pós-testes de 30.000 km realizados pela imprensa especializada, as fábricas relataram em maio de 1982 estarem na segunda geração de veículos a álcool com as seguintes características alteradas com respeito à corrosão:

QUADRO 5 – Mudanças tecnológicas na 2ª geração de carros a álcool

Montadora	Principais evoluções mecânicas
Fiat	Revestimento do tanque em cobre estanhado; medidor de combustível colocado fora do tanque; revestimento de níquel químico no carburador.
VW	Tanque estanhado; bomba de combustível cadmiada; filtro de papel e plástico; carburador niquelado.
Ford	Revestimento do tanque de combustível; carburador revestido com níquel químico. Indicando estar desenvolvendo novos coletores e cabeçotes.

FONTE: Quadro “As fábricas comentam os testes”, Revista 4 Rodas, maio 1982, p. 86.

A questão da redução do consumo dos motores foi contemplada em avaliação de 1984 (MIC-STI, 1984, vol. 1, p.164) que previa o início da produção em 1985 de uma “segunda geração” de motores a álcool e em 1995 de uma “terceira geração” de motores mais econômicos, que alcançariam 15 km/l em média no ano 2000. Interessante notar que a análise supracitada faz referência a uma “guerra de P&D” entre as montadoras quanto aos motores a gasolina e diesel em termos de redução de consumo. Ela desconsiderava, contudo, que tal “guerra” não teria como alcançar os motores a álcool, por se tratar de uma experiência exclusiva brasileira e restrita ao mercado interno. Sob outro aspecto, a análise (MIC-STI, 1984, vol. 1) não relaciona as prováveis tecnologias que permitiriam o alcance da redução do consumo nem trata de quais mecanismos serviriam para a imposição das respectivas metas. O governo, por seu lado, já vinha adotando um mecanismo tênue de acompanhamento do consumo.

De olho na eficiência energética, a partir de 1981 o MIC-STI passou a controlar anualmente o consumo dos veículos por meio de Termos de Compromisso com os fabricantes (SERAPICOS, ago. 1985, pp.99-101). Não havia, contudo, a imposição de desafios tecnológicos aos motores ao álcool, o que se evidencia pela acomodação tecnológica dos dados contidos no Quadro 6, que refletem um percentual constante de 80% em relação ao consumo do motor a gasolina.

QUADRO 6 – Metas anuais de consumo 1983-1985 – km/l

	1983	1984	1985
Gasolina	10,6	11,5	12,6
Álcool	8,5	9,2	10,1
Diferença percentual	80,2%	80,0%	80,2%

FONTE: Folheto STI apud Quadro “Números Otimistas” in Revista 4 Rodas, ago 1985, p.100)

Da forma como o mecanismo de acompanhamento do consumo de combustível foi empregado, desconectado de uma vigilância tecnológica sobre as inovações desenvolvidas

no Brasil e no mundo e sem contar com algum incentivo para que estes desenvolvimentos fossem produzidos, ele cuidava de buscar resultados sem verificar a disponibilidade de tecnologias para alcançá-los, não passando de um controle sobre “a boa vontade” das empresas multinacionais.

A reação do governo e da indústria à crise de vendas de 1981, incluiu a adoção de novas medidas de incentivo à compra do carro a álcool que, conjuntamente com uma análise das causas da crise, foram tratadas pelo Ministro da Indústria e Comércio. Dr. Camilo Pena em entrevista dada em maio de 1982, da qual se destacam as seguintes causas da queda de vendas dos carros a álcool:

- “Ora, é extremamente difícil colocar uma novidade durante uma queda de 40% no mercado tradicional”;
- “Autoridades diversas, em locais diversos, deram, às vezes, opiniões divergentes ou informações que não eram as mesmas.”;
- “Essa foi uma coisa seriíssima [...] conversões irregulares induzidas por autoridades do governo paulista, executadas principalmente por frotas de táxis. [...] e estas conversões serviram como propaganda negativa [...]”(BALDIJÃO, maio 1982, p.82).

Com relação às medidas adotadas para incentivar a venda dos veículos, foram acrescentadas algumas facilidades àquelas criadas no início da difusão:

- redução do IPI por exclusão dos veículos a álcool da lista de supérfluos;
- desconto de 2% dos preços dos veículos concedido pelas fábricas;
- ampliação do prazo de garantia;
- revisões gratuitas para os modelos a álcool;
- abolição do selo CNP;
- compromisso de manter o preço em 59% daquele da gasolina, ao invés dos 65% anteriores. (BALDIJÃO, maio 1982, pp.80-92)

Tanto a redução do IPI quanto o desconto nos preços valeriam por seis meses, enquanto o percentual entre os preços estaria garantido por dois anos. Há também o registro da “ameaça oriental” que surgiu de comentário do Ministro Delfim Neto:

As intenções do governo em relação a esse assunto ficaram bastante claras no início de abril, quando, numa entrevista, o Ministro Delfim Neto, do Planejamento, anunciou que havia carros japoneses a álcool rodando até 20 km com 1 litro de combustível. E o pior: que o governo iria importar cinco deles para comprovar essa eficiência dentro do território nacional (A ameaça oriental in O novo rumo do..., Revista 4 Rodas, maio 1982, p.90).

Além dos problemas relacionados com a tecnologia, corrosão e partida a frio, o processo de difusão da inovação tecnológica do carro a álcool também deve ter sido

negativamente afetado pela instabilidade normativa das regras de comercialização dos veículos e do etanol. O uso de mecanismos de política pública para incentivar a difusão do carro a álcool, ainda que pudessem surtir algum efeito no curto prazo, no longo prazo consolidava a idéia de insustentabilidade econômica do carro a álcool. Era o próprio governo quem não assegurava a continuidade dos benefícios ofertados.

3.2.3 Terceira fase de difusão e os efeitos das políticas públicas (1983 - 1990)

Em 1983, o crescimento das vendas dos veículos a álcool já podia ser considerado resultado da maturidade tecnológica do álcool e dos motores. Apesar da inexistência de uma base regulamentar sólida, especialmente em relação à garantia da produção de álcool e à proporção do seu preço com o da gasolina, o mercado adotou o carro a álcool, influenciado, dentre outros fatores, pela crença na continuidade da elevação dos preços do petróleo e na viabilidade econômica do álcool. Os dados que demonstram a importante participação dos veículos a álcool nas vendas de veículos da década de 1980 se encontram na Tabela 19, consolidada no Gráfico 12.

TABELA 19 - Produção de veículos em milhares de unidades

Ano	Gasolina	Diesel	Álcool	Ano	Gasolina	Diesel	Álcool	Flex
1957	21.661	8.881		1981	532.450	119.563	128.828	
1958	45.702	15.281		1982	452.462	169.223	237.585	
1959	82.459	13.655		1983	204.353	99.117	592.984	
1960	118.701	14.340		1984	195.224	108.936	560.492	
1961	134.656	10.928		1985	204.506	120.053	642.147	
1962	177.270	13.924		1986	219.347	137.802	699.183	
1963	163.030	11.161		1987	307.377	152.139	460.555	
1964	171.771	11.936		1988	344.190	155.256	569.310	
1965	173.397	11.790		1989	456.365	158.612	398.275	
1966	207.995	16.614		1990	701.860	129.347	83.259	
1967	209.678	15.809		1991	676.976	132.366	150.877	
1968	254.489	25.226		1992	749.195	131.225	193.441	
1969	327.636	26.064		1993	968.348	158.436	264.651	
1970	390.225	25.864		1994	1.259.228	179.401	142.760	
1971	489.536	27.428		1995	1.439.384	149.140	40.484	
1972	586.077	36.094		1996	1.660.059	136.537	7.732	
1973	704.331	46.045		1997	1.881.245	187.185	1.273	
1974	852.123	53.797		1998	1.388.852	195.988	1.451	
1975	862.159	68.076		1999	1.176.935	168.465	11.314	
1976	900.373	86.238		2000	1.471.166	209.968	10.106	
1977	806.563	114.630		2001	1.615.498	182.586	19.032	
1978	960.311	103.703		2002	1.576.418	158.518	56.594	
1979	1.003.861	119.481	4.624	2003	1.561.285	182.323	34.919	49.264
1980	778.464	132.695	254.015	2004	1.575.981	251.241	51.012	332.507
				2005	1.334.693	134.083	#	906.366

FONTE: Anuário 2005 - Tabela 2.2 Produção por combustível –1957-2004, Anfavea, 2005; Estatísticas 2005 – Tabela 4.1 – Anfavea, 2006⁴⁶.

Legenda: # incluído como flexível

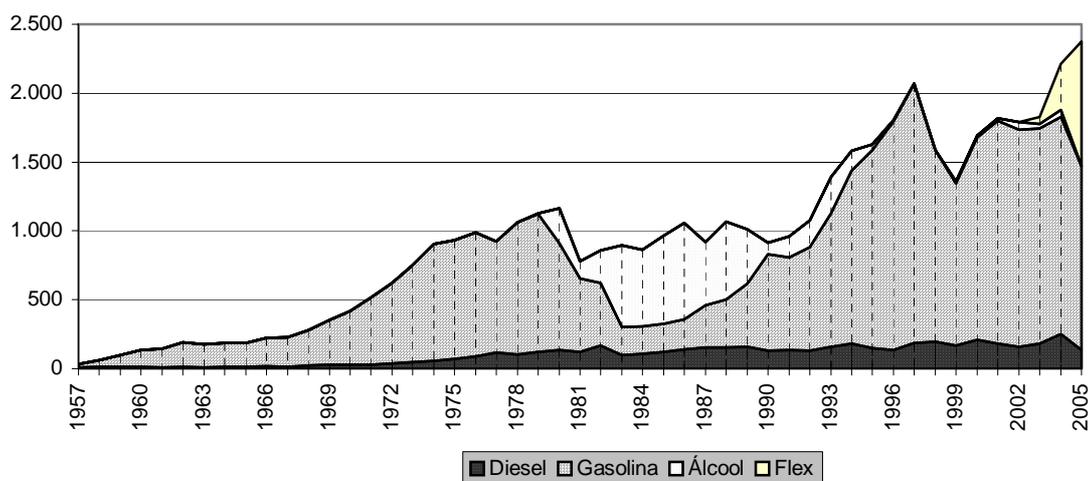


Gráfico 12 - Evolução da produção de veículos em milhar de unidades
FONTE: Tabela 19 deste trabalho.

⁴⁶ Disponível em <http://www.anfavea.com.br> consultado em 03 mar. 2006.

Apesar dessa adoção maciça dos veículos a álcool a partir de 1983, superando o número de veículos a gasolina, tão cedo quanto agosto de 1985 já se viam os efeitos da desconfiança com relação à manipulação de preços dos combustíveis pelo governo, com a retomada do crescimento das vendas de veículos a gasolina. Na mesma ocasião, a relação entre o preço do álcool e da gasolina que era de 59% foi elevada para 64%, chegando perto do ponto de equilíbrio, que segundo a imprensa especializada teria se elevado à 69% à época – ver Gráfico 8. Ao mesmo tempo surgia a dúvida com respeito a se seria respeitado o limite de 25% para a adição de álcool à gasolina (ALESSI, ago. 1984, pp.89-92).

Em março de 1986, as vantagens do carro a álcool começavam a ser rediscutidas: “Para os que rodam pouco, menos de seis quilômetros por dia, o motor a gasolina é melhor”, além disso um novo percentual - 74,44 % - era apresentado como o então novo ponto de equilíbrio entre o preço do álcool e da gasolina (MARZANASCO, mar. 1986, pp.68-72). Em abril de 1986 já se discutia concretamente a possibilidade técnica de reconversão da frota para a gasolina, demonstrando a viabilidade da solução para o caso de vir a acontecer a perda da vantagem de preço do álcool (CARSUGHI, abr. 1986, pp.44-48).

É justamente a partir de 1986 que as vendas de carros a gasolina passam a crescer mais do que o total das vendas de veículos, com uma aceleração a partir de julho de 1988 quando a relação de preços dos combustíveis alcançou o limite dos 69%, um valor emblemático da tendência de recuperação da vantagem original do carro a gasolina.

No final da década de 1980, o peso das críticas ao Proálcool aumenta na razão direta da redução dos preços internacionais do petróleo, em face da conseqüente necessidade de subsidiar ainda mais o preço do álcool no mercado brasileiro, diretamente, ou indiretamente por intermédio da majoração dos preços dos derivados do petróleo: diesel e gasolina. A entrada do primeiro governo eleito diretamente pela população em 1990 traz contornos mais graves para a sustentação da viabilidade econômica do álcool frente à gasolina. Antes da posse de Fernando Collor de Mello, a revista 4 Rodas apresenta uma “Carta ao Presidente” que se inicia por um parágrafo pedindo “Respeito ao carro a álcool”(Transição – carta ao presidente, Revista 4 Rodas, pp.32-35).

Logo em seguida ao lançamento do Plano Collor – confisco da poupança, queda da inflação e do dólar, etc. – é descrito o ato final do carro a álcool:

O álcool vai evaporar devagarinho, até acabar.[...] O governo poderá operar entre duas soluções. A primeira é abandonar o consumidor à sua sorte, liberando o preço do álcool, que, assim sendo, ficará caríssimo. Hoje, despojado de todos os subsídios que o privilegiam, o álcool custaria Cr\$ 60,00 o litro, no posto – enquanto o preço real da gasolina seria Cr\$ 12,00. A outra solução seria passar a produzir uma gasolina melhor, com maior octanagem, que poderia ser usada no motor a álcool [...] (Os novos rumos do carro, maio 1990, p.40).

Abandonados à própria sorte, os 4 milhões de proprietários de veículos a álcool tinham a opção de tentar a denominada “reconversão”, adotando modificações custosas que não alcançariam a eficiência ideal de um motor projetado para gasolina, ou se conformar em sustentar carros mais gastadores, desvalorizados de imediato no mercado de usados. Em ambos os casos, arcando com custos adicionais não previstos no momento da compra.

Esta situação de crise, que decorria da diminuição dos preços internacionais de petróleo e da súbita mudança na taxa de câmbio, ainda que não pudesse ser evitada, poderia ter sido minorada se tivesse havido um esforço tecnológico estratégico na década de 1980 que tivesse resultado na elevação na eficiência dos motores ou na produtividade da produção do álcool. Além de ter subestimado as dificuldades de estimular o complexo industrial automotivo no esforço de inovação, o governo não deu a importância necessária à pesquisa, ao desenvolvimento e à formação de recursos humanos na área de motores a combustão. Somente com um esforço maior para o desenvolvimento das tecnologias do álcool e de motores, poderiam ter resultado projetos e inovações tecnológicas nativas que eventualmente poderiam ter dado aos motores a álcool reais vantagens comparativas em relação ao motor a gasolina, inserindo, quem sabe, empresas brasileiras no complexo automotivo internacional.

Em relação às tecnologias de motores, a indústria nacional não saiu do processo do Proálcool como detentora de inovações tecnológicas ou vantagens comparativas significativas em termos internacionais. Se nossa indústria participou e participa do complexo automotivo, como no caso das várias fábricas de autopeças, foi com tecnologias incrementalmente inovativas em relação àquelas especificadas pelas compradoras de autopeças: as montadoras.

3.2.4 Pós difusão: a solução multicomcombustível

Enterrado no início da década de 1990, o álcool como combustível veicular renasce no início do século XXI com a redução dos custos do álcool, com o novo crescimento dos preços internacionais do petróleo e, também, por causa das novas tecnologias de informação empregadas nos motores. Já a partir de 2002, as revistas especializadas começam a anunciar um produto comumente denominado de “*power chip*”, que consistia na mudança da programação da central eletrônica do motor de forma a alterar as características da ignição e da injeção de combustível. Não precisou muito para que as mesmas oficinas descobrissem que os materiais agora utilizados nos sistemas de combustível eram resistentes ao álcool: tanque, bomba de combustível e mangueiras de plástico e bicos injetores de aço inoxidável. A partir daí, dadas as taxas de compressão mais elevadas dos motores atuais, o consumo de álcool poderia ser efetivado eletronicamente com ajustes na curva de ignição e no tempo de abertura dos bicos injetores para atender a relação estequiométrica maior de 9:1 no lugar de 15:1 da gasolina. Esta demanda do mercado deve ter contribuído para que as montadoras considerassem a oportunidade de lançamento de veículos multicomcombustíveis, fazendo uso do conhecimento tecnológico dos flexíveis desenvolvidos por elas nos EUA e Europa e no Brasil, no caso do bicombustível do gás natural.

Em termos de tecnologia, o primeiro registro de multicomcombustível que identificamos na imprensa especializada foi em abril de 1981, na revista Motor 3, que consistia de uma solução mecânica, um motor turbo comprimido – dispositivo que resolveria as diferenças nas taxas de compressão –, mas que dependia da troca integral do combustível e da substituição de três peças para se efetivar (Motores multicomcombustíveis, abr. 1981, pp.36-41). Na reportagem havia uma declaração premonitória que merece a citação:

Com o advento em nosso país de microprocessadores em escala industrial (sem se falar na oferta de sistema de ignição e injeção eletrônicos integrados), o motor multicomcombustível poderá operar magnificamente bem com qualquer mistura, sem necessidade de trocas de pequenos elementos de carburação. (Motores multicomcombustíveis, abr. 1981, p. 41)

Tão cedo quanto julho de 1989, reportagem da revista 4 Rodas apresentava o programa norte-americano de combustíveis flexíveis, avaliando um Ford Taurus capaz de consumir indistintamente etanol, metanol e gasolina em qualquer proporção (JANICKI, jul. 1989, pp.48-52). É de maio de 1990 a primeira reportagem com o uso de gás natural como combustível alternativo em um veículo a álcool bicombustível, quando não havia ainda rede de abastecimento de gás no Brasil (Combustíveis – carro a álcool..., mai. 1990, pp.46-51). O

lançamento do carro flexível em 2003 no Brasil representou o sucesso da indústria automotiva na acumulação de conhecimento, que levou a sucessivas inovações incrementais baseadas em conhecimento tecnológico adquirido no exterior e aqui. Este acúmulo de conhecimentos sobre a tecnologia do álcool, mais alguns desenvolvimentos para barateamento dos sistemas flexíveis, facilitou o lançamento desses veículos em larga escala no Brasil, apresentando de alguma forma o risco que acompanha as inovações tecnológicas.

Em termos técnicos, a solução multicomcombustível permite que os motores funcionem com ambos combustíveis, mas não permite que eles sejam capazes de alcançar a máxima eficiência energética⁴⁷ que é de no máximo 30% na combustão do álcool e de 27% na combustão da gasolina nos motores ciclo Otto. Um motor originalmente projetado para funcionar a álcool buscará a eficiência máxima através de soluções mecânicas que envolvem desde um formato geométrico específico para a câmara de combustão até uma regulagem própria do intervalo de abertura das válvulas de admissão e escapamento. Para um motor a gasolina a eficiência máxima será alcançada com formatos e intervalos diferentes. A solução eletrônica dos motores multicomcombustíveis atuais, contudo, não alcança essas diferenças, que constituem limitações tecnológicas ao alcance da máxima eficiência energética, conforme apontado em recente publicação das Nações Unidas (UN Millenium Project, 2005, Box 5.3, p.82).

O problema maior que decorre da perda de eficiência do motor e que surpreendentemente não foi apontado nem por entidades de defesa do consumidor, nem por organizações ambientais, é o aumento do consumo de combustível que será sempre maior para qualquer condição de mistura diferente daquela em que o motor do veículo foi mecanicamente projetado. E maior consumo significa sempre maior poluição atmosférica. Uma referência sobre o problema pode ser obtida da comparação dos resultados de dois testes realizados em épocas diferentes com motores de igual capacidade. Ainda que os métodos sejam diferentes, comparar o teste realizado em julho de 2003 com um VW Gol com motor flexível de 1.600 cm³ com o teste de uma VW Parati a álcool, também com motor de 1.600 cm³, de agosto de 1982 tenderia a ser desfavorável ao carro de 1982, uma perua mais pesada produzida com tecnologia ultrapassada. O resultado, todavia, reflete o problema mecânico que relatamos.

⁴⁷ A eficiência energética é o quanto da energia liberada pela explosão da mistura ar-combustível se aproveita na produção de “trabalho” para a movimentação do veículo.

Quadro 7 – Dados comparativos de consumo álcool 1982-2003

Consumo em km/l	Cidade	Estrada
Parati ano 1982 1600 cm³ álcool	7,42	11,18*
Gol ano 2003 1600 cm³ flexível	5,86	10,30
Diferença a mais	+ 21%	+ 13,40%

NOTA: *consumo rodoviário com carga máxima

FONTE: Revista 4 Rodas, edição de jul 2003, p.46 e edição de ago. 1982, p.37.

Apesar de ter havido desenvolvimentos no sentido de se projetar um motor mais equilibrado entre os dois combustíveis, tanto por aquele fabricante como também por outros, os dados do Quadro 7 representam uma estimativa do custo imposto ao consumidor pela flexibilidade, sem falar no impacto do aumento do volume da poluição atmosférica sobre os cidadãos.

A questão da redução da poluição ambiental pelo uso de etanol, ainda que não fosse desconsiderada à época do Proálcool, assumiu um papel importante com o advento do Protocolo de Kyoto. Em termos de poluição atmosférica, o etanol é visto desde o começo como um aditivo limpo para a gasolina em substituição ao chumbo tetraetila, altamente poluente, que era usado para fins de aumento da capacidade antidetonante da gasolina. Quando usado como combustível no lugar da gasolina, o etanol reduz a emissão de monóxido de carbono (CO) e de dióxido de carbono (CO₂), e elimina a produção de óxidos de enxofre, já que não há enxofre no etanol. Por outro lado, entretanto, aumenta a produção de óxidos de nitrogênio e de aldeídos em relação à gasolina (ANCIÃES, 1979, pp.323-327). Tais emissões são preocupantes e levaram o governo a fixar, através das Resoluções Conama n.º 003, de 15 jun. 1989, e n.º 25, de 13 dez. 1995, limites específicos para o controle das emissões automotivas de aldeídos, dado o aumento de sua produção decorrente do uso de etanol puro ou aditivado à gasolina. Comparado à gasolina, ao metanol e ao etanol, os aldeídos teriam toxidez bem maior (ANCIÃES, 1979, tabela VIII.2, p.324). Pesquisa da Cetesb apresentada durante o XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental concluiu que havia nas emissões dos motores a álcool redução de 65% das emissões de monóxido de carbono (CO) e de 69% de hidrocarbonetos (HC), porém, aumento das emissões de óxidos de nitrogênio (NO) em 13% e de alarmantes 441% de aldeídos, todos os valores em relação aos motores a gasolina (O que o carro a álcool..., mar. 1982, pp.96-100). Na ocasião, os efeitos biológicos ainda estavam sendo estudados. Sob a ótica do balanço de carbono, conceito chancelado pelo mecanismo de créditos de carbono do Protocolo de Kyoto, o álcool tem amplas vantagens em relação à gasolina na lógica do ciclo de carbono, dada a grande absorção de CO₂ no cultivo da cana-de-açúcar. O que merece ressalvas, contudo, é que o

aumento de outros poluentes, conforme antes referido, não pode passar despercebido, porque eles são potenciais geradores de outros danos ambientais e à saúde humana.

Apesar do problema do maior consumo, quando regulados para misturas intermediárias de álcool e gasolina, os motores flexíveis passaram a constituir um sucesso no mercado brasileiro. Este sucesso se garantiu com o incentivo fiscal de aplicação da alíquota de IPI do carro a álcool ao carro flexível e pela visão de uma provável crise no abastecimento de petróleo provocada pela Guerra do Iraque. Para o consumidor, a flexibilidade representa um atributo excepcional ao permitir o uso indiscriminado dos combustíveis, assegurando autonomia em relação a eventuais problemas de abastecimento como aqueles do Proálcool e oferecendo, provável, economia de despesas com combustíveis. Os dados da participação percentual dos veículos a álcool e flexíveis em relação o total de veículos gasolina+álcool+flexíveis estão na Tabela 19, consolidados no Gráfico 13.

TABELA 20 – Participação percentual de veículos a álcool e flexíveis

	% álcool	% gasolina	% flex
1979	0%	100%	
1980	25%	75%	
1981	19%	81%	
1982	34%	66%	
1983	74%	26%	
1984	74%	26%	
1985	76%	24%	
1986	76%	24%	
1987	60%	40%	
1988	62%	38%	
1989	47%	53%	
1990	11%	89%	
1991	18%	82%	
1992	21%	79%	
1993	21%	79%	
1994	10%	90%	
1995	3%	97%	
1996	0%	100%	
1997	0%	100%	
1998	0%	100%	
1999	1%	99%	
2000	1%	99%	
2001	1%	99%	
2002	3%	97%	
2003	2%	95%	3%
2004	3%	77%	20%
2005	--	60%	40%

FONTE: Elaborado com base no Anuário 2005 - Tabela 2.2 Produção por combustível –1957-2004, Anfavea, 2005; Estatísticas 2005 – Tabela 4.1 – Anfavea, 2006⁴⁸.

⁴⁸ Disponível em <http://www.anfavea.com.br> consultado em 03 mar. 2006.

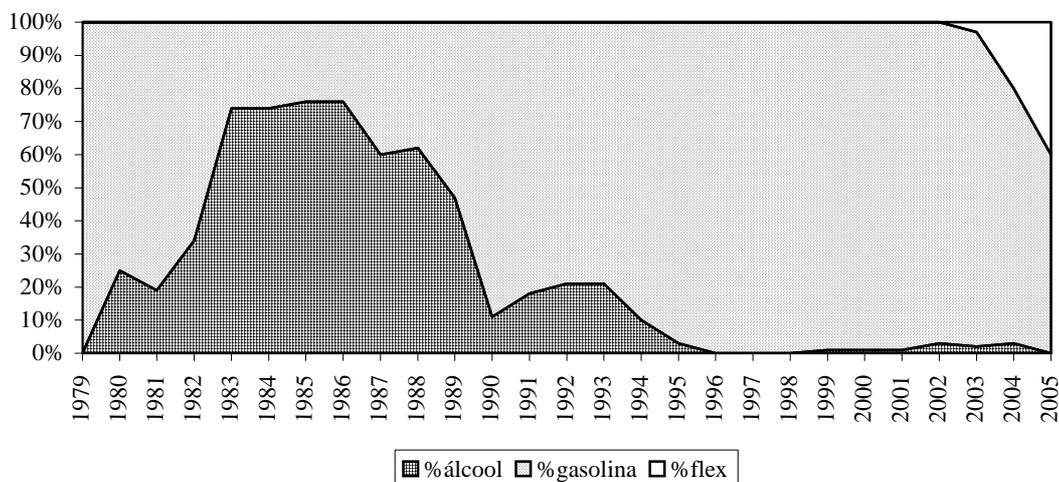


Gráfico 13 - Participação percentual de veículos a álcool e flexíveis

FONTE: Tabela 20 deste trabalho.

Se a tecnologia dos motores flexíveis resolve os problemas de logística da rede de abastecimento, especialmente para outros países que queiram fazer uso do álcool combustível, eliminando a necessidade que havia de instalação dos postos de combustíveis de etanol antes do lançamento dos veículos, persistem algumas questões sobre o futuro do uso do etanol da cana-de-açúcar como combustível veicular global.

Primeiro, existem outros países, como os EUA, que têm favorecido, por meio de altos subsídios como no caso do álcool do milho, o uso de etanol combustível. Há, atualmente, uma grande vantagem de custos de produção em favor do álcool da cana-de-açúcar brasileiro. Contudo a atual vantagem comparativa do etanol brasileiro pode ser ameaçada pelos elevados investimentos norte-americano, europeu e japonês em pesquisas que vão além do milho, incluindo as tecnologias de obtenção do álcool diretamente da biomassa.

Segundo, tem-se alegado a importante contribuição que a queima de etanol no lugar de gasolina poderia oferecer para a redução dos gases efeito estufa. É importante lembrar que o comércio de créditos de carbono estabelecido pelo Protocolo de Kyoto é certo apenas até 2012, apesar de tender a ser renegociado após essa data. Contudo, a ausência dos principais poluidores - os EUA, a China e a Índia - como partes do Protocolo o torna frágil às pressões econômicas e políticas de grupos econômicos dos países que dele são parte e que têm de reduzir suas emissões com prováveis perdas de crescimento econômico.

Terceiro, não há, ainda, mercado internacional no qual o álcool receba tratamento de *commodity* energética. Na verdade, a troca da gasolina pelo álcool neste

momento representaria a troca da dependência do cartel da OPEP pela dependência de um único potencial fornecedor mundial, o Brasil, uma decisão no mínimo difícil para os países desenvolvidos, ainda mais em face da insegurança que poderia acompanhar o abastecimento e os preços se levarmos em conta o movimento especulativo endossado pelos usineiros ocorrido agora no início de 2006.

Quarto, é preciso levar em conta que a expansão acelerada da lavoura de cana-de-açúcar no Brasil poderá implicar no aumento de custos em razão do aumento do risco agrícola pelo maior impacto que teriam a ocorrência de pragas e mudanças climáticas sobre a monocultura extensiva.

A característica flexível do motor permite que ele seja utilizado a partir do momento em que se inicia a instalação de uma rede de distribuição de álcool combustível em um país, problema já superado no Brasil. Permite, também, a escolha pelo consumidor sobre qual combustível é mais econômico utilizar a cada momento, reduzindo as pressões dos fornecedores por aumento de preços. Nestes aspectos, constitui uma inovação tecnológica que, entretanto, não pode ser vista como a chave para um futuro papel preponderante do álcool como combustível veicular, já que outras soluções para a propulsão de veículos além do motor a combustão estão em desenvolvimento. Por isso, o desafio atual do Brasil como grande produtor de etanol não deve ser considerado o de se tornar um fornecedor de etanol em escala global, mas, sim, o de manter a vantagem competitiva alcançada após tantos anos de experiência com a produção e uso do álcool. Para isso, será necessário investir fortemente no desenvolvimento de novas tecnologias de obtenção de etanol diretamente da biomassa e, eventualmente, em novas tecnologias de motores. Novas tecnologias de produção de etanol representarão o abandono, em algum momento, da tradicional tecnologia de produção de etanol pelo processo de fermentação. Novas tecnologias de motores certamente não se aterão ao ineficiente motor a combustão interna.

3.3 SÍNTESE SOBRE A INOVAÇÃO DOS MOTORES

As dificuldades tecnológicas iniciais sinalizam um lançamento precipitado do veículo a álcool no mercado, pois é certo que os materiais não estavam adequados na maioria dos veículos. Por outro lado, a carência na regulamentação e fiscalização da qualidade do combustível na cadeia de abastecimento (problema que, vale a pena registrar, também existia no caso da gasolina) se amplifica com o etanol, um produto novo de características desconhecidas por consumidores e mecânicos. Dessa forma, natural foi que a percepção dos consumidores no início do programa tenha sido de que era o álcool a principal causa do mau funcionamento dos motores, desviando a atenção dos verdadeiros problemas tecnológicos dos carros.

Enquanto a intervenção na produção de etanol, que coincidia com os interesses dos produtores de álcool da cana-de-açúcar, foi generosa em recursos públicos no financiamento de bens de capital e fomento de pesquisa em institutos públicos, a intervenção do governo na área de motores foi mais branda, até mesmo por causa do caráter multinacional das empresas montadoras de veículos instaladas no Brasil. A intervenção envolveu investimentos em pesquisas de motores pelo CTA e IPT, envolveu ações políticas para o incentivo e convencimento das montadoras multinacionais e medidas de renúncia fiscal e incentivo ao crédito ao consumidor. O esforço do governo não foi eficaz para a coordenação efetiva entre as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento dos institutos públicos e os principais atores do complexo automotivo: as montadoras multinacionais.

Em um determinado momento, durante a crise de 1981, as montadoras passaram a perceber a utilidade de uma inovação tecnológica, o carro a álcool, como forma de aumentar as vendas. Por outro lado, o governo parece ter percebido o seu comprometimento com todo o programa e passa a exercer forte propaganda, indiretamente através de declarações de autoridades e diretamente divulgando lemas tais como: “Carro a álcool: você ainda vai ter um”. As bases da sustentação do uso do álcool combustível, entretanto, estavam originalmente comprometidas por duas questões estruturais: primeira, a impossibilidade de regular os preços internacionais do petróleo que logo ficaria mais barato e forçaria o governo a subsidiar, direta ou indiretamente, o preço do álcool. A outra questão era a dificuldade de um país em desenvolvimento determinar ações de P&D a empresas multinacionais que estavam mais interessadas em tecnologias para o mercado global, o que não acabou não se constituindo o caso dos motores a álcool à época.

Fato é que os desenvolvimentos tecnológicos adotados no país pelas multinacionais constituíram inovações incrementais, não tendo sido desenvolvido por elas, nem pela indústria nacional um motor específico para a queima de álcool, com exceção do protótipo do CTA.

No uso como carburante, tanto em mistura (20%) com a gasolina ou uso exclusivo (hidratado), basicamente não se modifica a tecnologia do motor, fazendo-se tão somente adaptações que não permitirão o controle da tecnologia. Por outro lado, poucos são os incentivos para o desenvolvimento de novos motores, especialmente concebidos para utilizar este combustível, como seria desejável. (ANCIÃES, 1979, p.357)

Pode-se tecnicamente afirmar que este desenvolvimento não foi alcançado porque “não era necessário” para assegurar a viabilidade e a competitividade num mercado fechado. Pode-se também argumentar que mesmo que se realizasse a previsão do Dr. Stumpf do CTA sobre a possibilidade de se alcançar uma economia de 5% no consumo dos motores a álcool em relação à gasolina, o custo do litro da gasolina teria sido por largo período mais barato que o do álcool, zerando vantagem tão pequena.

A indústria nacional de autopeças participou ativamente dos desenvolvimentos, tanto cumprindo as especificações das montadoras, quanto desenvolvendo autopeças específicas, como no caso dos filtros de combustível, especiais para o etanol. Não recebeu, contudo, recursos em condições equivalentes àqueles transferidos para as usinas, nem uma proteção adequada quando da abertura do mercado na década de 1990, sendo, naquele período, fortemente desnacionalizada. Ainda assim, pesquisa na página do INPI identificou o depósito de oito patentes de sistemas e autopeças no título “motor a álcool” no período 1982-2002 (INPI, 2006, Disponível em <http://www.inpi.gov.br>. Acesso em 27 jan. 2006). Certamente, o número de patentes envolvendo todos os sistemas de motores será muito maior dada a multiplicidade de autopeças.

O carro a álcool se consolidou no mercado devido aos desenvolvimentos tecnológicos feitos nos motores e autopeças, mas, também, na produção e distribuição do etanol, cuja viabilidade econômica se garantiu por uma política de subsídios já tratada. Se, por um lado, foi dada ênfase no fortalecimento da indústria nacional de álcool, por outro, a experiência de construção de um motor específico para o combustível se resumiu ao CTA, instituto de competência indiscutível, mas distante do mercado e das montadoras de veículos. A participação das montadoras permitiu o alcance do objetivo do consumo de álcool carburante em larga escala, conforme previsto no Proálcool, mas não permitiu o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional de automóveis, que ainda incipiente e

semi-artesanal (Puma, Gurgel, FNM, etc.) poderia, caso tivesse recebido incentivos e recursos, ter partido para a produção de um motor específico para o álcool.

Portanto, ao que parece, o desenvolvimento tecnológico do motor a álcool e das autopeças andaram a reboque do objetivo de produzir e comercializar etanol. Entendemos que, ao contrário, estes desenvolvimentos deveriam ter tido atenção e recursos equivalentes, no mínimo, àqueles dados à produção do etanol. Investimentos em P&D e a disponibilidade de capital de risco para o desenvolvimento das tecnologias de motores, inclusive a investigação de novos ciclos termodinâmicos, poderiam ter contribuído de maneira mais firme para o desenvolvimento do país, já que representariam tecnologias de maior valor agregado, envolvendo um maior número de elos da cadeia produtiva e demandando trabalhadores com uma variedade maior de perfis e conhecimentos.

4. O CARRO A ÁLCOOL: MODELO PARA POLÍTICAS DE INOVAÇÃO?

O processo de inovação do carro a álcool constitui uma experiência impar em termos de escala e multiplicidade de agentes cujo envolvimento foi necessário para que ele se viabilizasse. O governo teve um papel destacado pelo uso de políticas de indução do desenvolvimento tecnológico e de sua difusão. Uma análise sucinta dos aspectos de ambos os braços das políticas analisadas em separado neste trabalho resulta difícil, apesar de que é possível considerar que o desenvolvimento de motores e autopeças foi tratado pelas políticas públicas como um desdobramento de uma política maior de aumento de produção e incentivo ao consumo de etanol, no que consistia o cerne do Proálcool. O Programa Tecnológico do Etanol, onde estavam as ações para o desenvolvimento das tecnologias de motores e autopeças, foi um desdobramento do Proálcool e nele se inseria.

Esta subordinação da questão dos motores àquela da produção do etanol se revela a partir das condições privilegiadas de financiamento oferecidas aos usineiros, condições que não foram sequer aproximadas para a indústria nacional de autopeças. A solução “etanol”, apesar de criada para conter o problema energético brasileiro com as crescentes importações de petróleo, se restringiu apenas à substituição da gasolina cujo consumo era essencialmente em automóveis particulares. Durante a implementação, foram deixadas de lado as possibilidades que o próprio etanol e outras fontes de combustível poderiam representar para a solução do problema do diesel. O trabalho do CNPq de 1979 já antecipava a falta de solução mais ampla para este problema energético:

[...] a utilização de álcool carburante poderá se constituir num paliativo cujo efeito será de duração relativamente curta, podendo inclusive, [...], apresentar a médio prazo efeitos totalmente contrários àqueles desejados em termos de uma política eficiente de transportes. (ANCIÃES, 1979, p.339)

Aquela análise não contempla, contudo, as oportunidades desperdiçadas com relação às tecnologias de motores e autopeças e a própria possibilidade, factível em nossa opinião, do desenvolvimento de um motor genuinamente brasileiro específico para o álcool. Entretanto, apesar do carro a álcool ter sido uma solução limitada para a questão do impacto das importações de petróleo sobre o balanço comercial, é preciso reconhecer que sob o aspecto de inovação tecnológica a ação do governo foi essencial para a superação dos desafios.

Em síntese, esta ação do governo que permitiu a concretização do carro a álcool como uma inovação tecnológica se concretizou por intermédio de:

- investimentos em P&D em institutos públicos;
- uso de uma rede de serviços técnicos para a difusão - as retíficas de motores;
- disponibilidade de recursos financeiros - capital de risco -, a custos atrativos para a compra de equipamentos de produção para as usinas de álcool;
- criação da infra-estrutura de distribuição do álcool combustível em todo o território nacional;
- uso do poder de compra do Estado, preexistente na agricultura da cana-de-açúcar, produção e armazenamento do etanol e que foi estendido à conversão da frota oficial;
- controle dos preços dos combustíveis.

Houve inegável controle pelo governo sobre as ações, em uma amplitude correspondente ao grande leque de intervenção permitida ao Estado àquela época. Intervenções deste tipo, vale a pena lembrar, enfrentariam hoje limitações em face dos compromissos contidos nos acordos de liberalização de comércio da OMC.

Em vários casos relativos aos motores, como os da qualificação das retíficas e acompanhamento da evolução da eficiência energética dos veículos, o controle exercido pelo governo alcançou resultados aquém dos almejados. Com respeito à questão da produção de etanol, o controle se deu de formas mais extensa e permanente porque ambas as pontas da cadeia estiveram sempre sob controle do governo: desde as autorizações para a construção das usinas – por meio do controle da concessão do crédito – até a comercialização do álcool hidratado no varejo, isto sem falar na política de crédito agrícola.

Algumas das causas das dificuldades e problemas do processo de inovação, merecem ser lembradas aqui. Dentre elas estavam:

- o não comprometimento inicial das montadoras com o processo de desenvolvimento tecnológico de motores;
- a falta de incentivo a um projeto industrial para a produção de motores brasileiros movidos à biomassa, o que poderia ter facilitado a geração de

inovações nativas e uma inserção mais sólida da indústria brasileira de autopeças no complexo automotivo;

- a falta de metas de competitividade para os motores a álcool, baseadas no desenvolvimento tecnológico;
- a falta de penalidades para o não cumprimento de metas de competitividade, que poderiam envolver a perda de benefícios fiscais;
- a falta de recursos financeiros nas mesmas condições oferecidas aos usineiros para o desenvolvimento da indústria nativa de autopeças;
- a falta de recursos contínuos de P&D específicos para motores e equipamentos, durante todo o período e considerando a necessidade de formação de pessoal;
- a desconsideração da necessidade de difundir a inovação em outros mercados fora do Brasil para garantir a sustentação da inovação tecnológica.

Consideramos que a falha mais relevante esteve no tratamento secundário dado ao desenvolvimento do motor a álcool. A perda da oportunidade de se desenvolver uma indústria automobilística nacional não é apenas uma conjectura tornada fácil pelo decurso de três décadas. A oportunidade existia àquela época e foi adequadamente conduzida na Coréia do Sul, para ficarmos no exemplo mais notório. A concentração de medidas em favor dos usineiros, tanto estimulou a concretização das metas de aumento da produção de etanol, como minou recursos e atenções que poderiam ter sido produtivamente aplicados sobre a indústria automotiva nacional. Em 1990, o abandono das medidas de subsídio desequilibrou a competitividade do etanol. Porém, um esforço planejado sobre o desenvolvimento das tecnologias de produção de etanol e de motores a álcool poderia, teoricamente, ter reduzido ou eliminado a desvantagem de competitividade do álcool em relação à gasolina.

O objetivo primordial do Proálcool era a substituição dos derivados de petróleo. Desde seu início, contudo, havia a consciência de que era possível o uso do álcool como combustível substituto da gasolina. Bem cedo se descobriu que este caminho era o mais viável tecnológico, econômica e politicamente e o resultado foi o abandono da visão estratégica original da substituição de todos os derivados de petróleo. Como resultado, ficaram de fora dos resultados do programa tanto a substituição do óleo diesel, embora pesquisado, quanto o incentivo ao desenvolvimento regional, duas metas que poderiam ter modificado a realidade brasileira.

O caso da inovação do carro a álcool demonstra que pode haver um papel relevante do Estado na promoção de PD&I e que em casos nos quais a inovação depende de um complexo processo de coordenação de atores e do desenvolvimento da infra-estrutura o desempenho deste papel é essencial. Demonstra que é preciso identificar com cautela os interesses envolvidos e as formas com que as políticas resolverão o conflito entre os atores para alcançar objetivos maiores para o país. Também deixa claro que a atividade de formulação de políticas públicas precisa ser acompanhada de uma avaliação permanente, além de buscar metas progressivas de eficiência e competitividade. Se o governo pode atuar para o estabelecimento de condições mercadológicas favoráveis, esta atuação, contudo, deve ser temporária e condicionada ao alcance de metas progressivas de competitividade pela indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, Antonio. **Motor a álcool**. Rio de Janeiro: 2002/2005. Disponível em: <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/caralc.htm>>. Acesso em 22 maio 2005.

A economia e o espaço destas peruas a álcool. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XXIII, número 265, ago. 1982, pp. 32-41.

AGUIAR, Ronaldo C. **Abrindo o pacote tecnológico: Estado e pesquisa agropecuária no Brasil**. São Paulo: Polis, 1986.

Álcool: as pesquisas para garantir o futuro do automóvel, in O teste dos motores a álcool. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XIX, suplemento do número 231, out. 1979, pp. 42-49.

ALESSI, Vicente Filho. **Álcool: a vantagem continua**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXV, número 289, ago. 1984, pp. 89-92.

ANCIÃES, Adolfo Wanderley coord. **Avaliação tecnológica do álcool etílico**. Brasília: CNPq, 1979.

ANFAVEA. **Anuário 2005**. São Paulo: Anfavea, 2005. Disponível em http://www.anfavea.com.br/anuario2005/cap02_2005_2-2.pdf. Acesso em 23 nov. 2005.

As denúncias no Governo Collor in **Diário do Passado 19 set. 92**. São Paulo: Agência Estado, set. 1992, Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ext/diariodopassado/20020929/000221344.htm>>, Acessado em 22 maio 2005.

As vendas de carro caíram. O que fazer. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XXI, número 250, maio 1981, pp. 118-121.

AZZI, Gilberto M. **Programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar**. Guanabara: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1971.

BALDIJÃO, Fernando. **O álcool talvez custe mais caro do que você pensa**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXI, n.º 245, dez. 1980, pp. 146-152.

_____ **A nova tecnologia do nosso álcool**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXII, número 259, fev. 1982, p. 92-98.

_____ **O novo rumo do carro a álcool**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXII, n.º 262, maio 1982, pp. 80-92.

_____ **Álcool: a corrosão fica para trás.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXIII, número 265, ago. 1982, pp. 99-102.

BELIK, Walter. Texto para discussão n.º 35: **Um estudo sobre o financiamento da política agroindustrial no Brasil: 1965-1987.** Campinas: Instituto de Economia, abr. 1994.

BRASIL. **Biomassa: matérias primas.** Brasília: Comissão Nacional de Energia, dez 1979.

BRASIL – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE.** Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em <
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa12200509.shtm>>
 Acessado em 08 jan. 2006.

BRASIL. **Decreto n.º 19.717, de 20 fev. 1931,** vincula a importação da gasolina à compra de etanol para mistura.

_____ **Decreto n.º 23.777, 23 jan. 1934,** que dispõe sobre o tratamento do vinhoto.

_____ **Decreto n.º 22.789, 1º jun, 1936,** que cria o IAA.

_____ **Decreto-Lei n.º 4722, 22 set. 1942,** que declara a indústria alcooleira de interesse nacional e estabelece preços mínimos para o álcool.

_____ **Decreto-Lei n.º 5988, 18 nov. 1943,** que dispõe sobre a distribuição de álcool, fixando a obrigatoriedade de venda através do IAA.

_____ **Decreto n.º 25.174-A, 03 jul. 1948,** que estabelece a política de preços mínimos do álcool em relação ao do açúcar.

_____ **Decreto-Lei n.º 16, 10 ago. 1966,** que trata do transporte clandestino de álcool.

_____ **Decreto-Lei n.º 56, 18 nov. 1966,** que também trata do transporte clandestino de álcool.

_____ **Decreto n.º 76.593, 14 nov. 1975,** que institui o Proálcool.

_____ **Decreto n.º 77.749, 7 jun. 1976,** que trata sobre o Proálcool.

_____ **Decreto n.º 77.807, 10 jun. 1976,** que trata da comercialização do álcool.

_____ **Decreto n.º 80.762, 18 nov. 1977,** que consolida as disposições anteriores do Proálcool.

_____ **Decreto n.º 82.476, 23 out. 1978**, que trata das normas de escoamento e comercialização do álcool carburante.

_____ **Decreto n.º 83.700, 5 jul. 1979**, que cria a Comissão executiva Nacional do Álcool – CENAL.

_____ **Decreto n.º 84.575, 18 mar. 1980**, que trata dos agentes de financiamento do Proálcool.

_____ **Decreto n.º 88.626, 16 ago. 1983**, que estabelece normas de estocagem, escoamento e comercialização de álcool para fins energéticos.

_____ **Decreto n.º 94.541, 1º jul. 1987**, que estabelece normas de estocagem, escoamento e comercialização de álcool para fins combustível.

_____ **Relatório anual de 1972 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Guanabara: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1973.

_____ **Relatório anual de 1973 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Guanabara: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1974.

_____ **Relatório anual de 1974 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1975.

_____ **Relatório anual de 1975 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1976.

_____ **Relatório anual de 1976 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1977.

_____ **Relatório anual de 1977 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1978.

_____ **Relatório anual de 1978 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1979.

_____ **Relatório anual de 1979 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1980.

_____ **Relatório anual de 1980 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1981.

_____ **Relatório anual de 1981 do Instituto do Açúcar e do Álcool**. Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1982.

_____ **Relatório anual de 1982 do Instituto do Açúcar e do Alcool.** Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1983.

_____ **Relatório anual de 1983 do Instituto do Açúcar e do Alcool.** Rio de Janeiro: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1984.

_____ **Legislação Açucareira e Alcooleira – volume I.** Guanabara: IAA / Ministério da Indústria e Comércio, 1983.

CARSUGHI, Cláudio. **O combustível para o carro brasileiro.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XVI, número 185, dez. 1975, pp. 114-121.

_____ **Teste: Um fusca com álcool na gasolina.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XVI, número 185, dez. 1975, pp. 122-126.

_____ **A Belina com 20% de álcool.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XVI, número 186, jan. 1976, pp. 44-47.

_____ **No comparativo dos Fuscas, as vantagens do álcool.** Revista 4 Rodas. São Paulo. Ano XX, n.º 239, jun. 1980, pp. 36-42

_____ **Álcool: a vantagem da adaptação (em alguns casos).** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXI, número 241, ago. 1980, pp. 44-47.

_____ **Exclusivo: Nosso primeiro carro a álcool, 30000 Km depois.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXII, número 255, out. 1981, pp. 36-47.

_____ **De álcool para gasolina, sem segredo.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXVI, número 309, abr. 1986, pp. 44-48.

CENAL. **Proálcool – avaliação social de projetos.** Brasília: Cenal, ago. 1983.

CENAL. **Valor e Custo Social do Alcool Carburante no Brasil.** Brasília: Cenal, dez. 1984.

CERQUEIRA LEITE, Rogério. **O hidrobesteiro e outras macaquices** in Folha de São Paulo - Tendências e Debates. São Paulo: Folha de São Paulo. 12 abr. 2005. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/canal_aberto/clipping/abril2005/clipping050412_folha.html. Acesso em 22 nov. 2005.

Combustíveis: a volta da gasolina. **Revista 4 Rodas.** São Paulo, ano 30, número 342, jan. 1989, pp. 30-31.

Combustíveis: carro a álcool anda com gás. **Revista 4 Rodas.** São Paulo, ano 30, número 358, maio 1990, pp. 46-51.

Comissão Pastoral da Terra - CPT. **O gosto amargo da cana**. Goiânia: 2005. Disponível em: <<http://www.cpt.org.br/?system=news&eid=136>>. Acesso em 22 maio 2005.

Coquetel Brasileiro. **Revista 4 Rodas**, São Paulo, ano II, número 15, out. 1961, pp. 22-27.

DAHAB, Sônia S. **Difusão de novos produtos – O caso do carro a álcool no Brasil** in XIV Encontro nacional de economia. Brasília: ANPEC, 9 a 11 dez. 1986, pp. 533-559.

DEL CORSO, Fernando. **As grandes vantagens: TRU, financiamento...** Revista 4 Rodas. Ano XX, n.º 239, jun. 1980, pp. 64-66.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Simpósio sobre alternativas energéticas para transporte e indústria – Anais – volume 1**. São Paulo: Governo SP, ago. 1979.

FAORO, Raymundo. **Os donos do poder: formação do patronato político brasileiro**. São Paulo: Editora Globo, 2000.

FRANCO, Otávio de Carvalho. **A crise de suprimento e a inviabilidade de expansão do álcool hidratado**. Brasília: IPEA, 1989.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **The economics of industrial innovation**.º 3rd ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

Fundação João Pinheiro. **Monitoria do Proálcool vols II a V**. Brasília: MIC-STI, 1983.

Fundação João Pinheiro. **Sistema de monitoria para o Proálcool: segundo relatório de andamento**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, 1983.

Gasogênio – uma velha alternativa para a crise de combustível. **Revista 4 Rodas**, São Paulo, ano XX, número 235, fev. 1980, pp. 108-117.

GOLDEMBERG, José. **Um novo Proálcool** in O Estado de São Paulo. São Paulo: O Estado de São Paulo, 2005?. Disponível em <http://www.biodieselecooleo.com.br/noticias/antigas/not/novo.proalcool.2.html> Acesso em 22 nov. 2005.

GOMENSORO, Sonia Coelho de Magalhães. **Proálcool: um estudo sobre a formulação de um programa econômico de governo**. Tese de Mestrado em Ciência do desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: UFRRJ, dez. 1985.

IPT. **Prospectivas de inovação do sistema de produção de álcool**. São Paulo: IPT, 1986.

JANICKI, Ed. **Combustíveis – novidade nos EUA: álcool**. Revista 4 Rodas. São Paulo. Ano 29, n.º 348, jul. 1989, pp. 48-52.

LIMA SOBRINHO, A. J. Barbosa. **Plano de guerra para a economia açucareira – uma entrevista do Sr. Barbosa Lima Sobrinho** in Brasil Açucareiro, ano X, vol. XX, ago. 1942, pp. 12-16.

Luta de vale-tudo. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano 43, edição 516, jul. 2003, pp. 44-46.

MACHADO, Josué. **Como andam os carros a álcool**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXI, n.º 247, fev. 1981, pp. 112-114.

_____ **Aditivos: uma solução para o carro a álcool?** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXII, número 260, mar. 1982, pp. 90-95.

MARZANASCO et. al, Charles Filho. **O bom desempenho do Fiat movido a álcool**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XIX, n.º 225, abr. 1979, pp. 40-50.

_____ **Álcool e gasolina: o que é melhor?** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXVI, número 308, mar. 1986, pp. 68-72.

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, **Indicadores de Pesquisa & Desenvolvimento e Ciência e Tecnologia**. Brasília, dez. 2002.

Ministério da Indústria e Comércio - MIC. **Relatório de Avaliação do I PND 1972-1974**. Brasília: STI/ Ministério da Indústria e Comércio, jun. 1975.

_____ **O etanol como combustível**. Brasília: MIC-STI, 30 de set. 1975.

_____ **Etanol: combustível e matéria prima** in Semana de Tecnologia Industrial. Brasília: dez. 1976.

_____ **Programa Tecnológico do Etanol – síntese e cronograma de desembolso anual 1977-1980**. Brasília: MIC-STI, maio 1977.

_____ **O desempenho da Secretaria de Tecnologia Industrial**. Anexo IV Brasília: MIC-STI, dez. 1978.

_____ **Avaliação do Programa Tecnológico do Etanol**. Brasília: MIC-STI, jun. 1979.

_____ **Microdestilarias: Programa de pesquisa e desenvolvimento – disponibilidade e oferta atuais de tecnologia**. Brasília: MIC-STI/CENAL, out. 1980.

_____ **Microdestilarias: Programa de pesquisa e desenvolvimento – relatório do grupo de trabalho/CENAL.** Brasília: MIC-STI/CENAL, jun. 1981.

_____ **Previsão e análise tecnológica do Proálcool** – Relatório Final vol. 1 e 2. Brasília: MIC-STI, 1984.

_____ **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais.** Brasília: MIC-STI, 1985.

_____ **Política tecnológica brasileira: desempenho e articulação.** Brasília: MIC-STI, 1987.

Ministério das Minas e Energia - MME. **Balanco Energético Nacional - BEN.** Brasília: MME, 2005.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Instituto Nacional da Propriedade Industrial – MDIC/INPI. Base de dados eletrônica. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br> . Acesso em 27 jan. 2006.

Ministério do Interior. Resolução Portaria n.º 323, 29 nov. 1978, que proíbe o lançamento de vinhoto nos rios.

Ministério do Interior. Resolução Portaria n.º 158, 3 nov. 1980, que autoriza exceções para o lançamento de vinhoto nos rios.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. Resolução CONAMA n.º 003, 15 jun. 1989, que trata das emissões de aldeídos por veículos automotores.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. Resolução CONAMA n.º 025, 13 dez. 1995, que trata das emissões de aldeídos por veículos automotores.

MONTANDOM, Marco Antonio. **Na cidade e na estrada, o álcool está disponível.** Revista 4 Rodas. São Paulo. Ano XX, n.º 237, abr. 1980, pp. 56-66.

MOREIRA, José. GOLDEMBERG, José. **Custos do Etanol** in O Programa do Álcool. São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/alcohol4.htm>. Acesso em: 14 jul. 2005.

Motores multicompostíveis. **Revista Motor 3.** São Paulo. N.º 10, abr. 1981, pp. 36-41

NADDEL, Alberto. **A quase impossível regulagem.** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXI, número 252, jul. 1981, p. 66.

NASTARI, Plínio. **Tendências mundiais para o uso do etanol** in Seminário: 1975-2005 Etanol combustível balanço e perspectivas. Campinas: Unicamp, 17 nov. 2005.

NELSON, Richard R, editor. **National Innovation Systems: A comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

NOTOLLI, Nivaldo. **Filtros: qual será o melhor para seu carro a álcool?** Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXII, número 261, abr. 1982, pp. 101-107.

Organização para Cooperação Econômica e o Desenvolvimento - OCDE. **Managing national innovation systems**. Paris: OCDE, 1999.

_____ **Proposed standard Practice for Surveys in Research and Experimental Development - Frascati Manual - 6th edition**. Paris: OCDE, 2002.

_____ **Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica - Manual de Oslo**. Rio de Janeiro: FINEP, 2004. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf> Acesso em: 12 jul. 2005.

O que o carro a álcool solta no ar. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XXII, número 260, mar. 1982, pp. 96-100.

Os novos rumos do carro. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano 30, número 358, maio 1990, pp. 32-41.

Os resultados da racionalização. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XVIII, n.º 215, jun. 1978, pp. 108-114.

O teste dos motores a álcool. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano XIX, suplemento do número 231, out. 1979, pp. 42-49.

ROSILLO-CALLE, Frank et al. **Uso da biomassa para a produção de energia na indústria brasileira**. Campinas: Unicamp, 2005.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002

SANTIAGO, Ricardo Luís. **Política de preços do álcool carburante e dos derivados de petróleo** – Palestra proferida no I Simpósio Nacional sobre Álcool Combustível. Brasília, out.1983

SANTOS, Maria Helena Castro. **Avaliação político-institucional do Proálcool: grupos de interesse e conflitos interburocráticos** in Planejamento e Políticas Públicas. Brasília: IPEA, jun. 1989.

SANTOS, Maria Helena Castro. **Álcool: subproduto do açúcar ou combustível (1900-1975)** versão preliminar. Brasília: FINEP, 1987.

SCHUMPETER, Joseph A. **O fenômeno fundamental do desenvolvimento – capítulo II**. In Teoria do Desenvolvimento Econômico, Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural, pp. 43-66, 1982.

SERAPICOS, Mário. **A cada ano, carros mais econômicos**. Revista 4 Rodas. São Paulo, ano XXVI, número 301 ago. 1985, pp. 99-101.

SILVA JÚNIOR, JOSÉ. **Impactos da OMC nos trabalhadores de cana**. CPT/PE, disponível em <<http://www.jubileubrasil.org.br/artigos/omccana.htm>>, Acesso em 22 maio 2005.

SZMRECSÁNYI, Tamás. **O planejamento da agroindústria canavieira no Brasil: 1930-1975**. São Paulo: HUCITEC, Universidade Estadual de Campinas, 1979.

Transição – Carta ao presidente. **Revista 4 Rodas**. São Paulo, ano 30, número 356, mar. 1990, pp. 32-35.

Um projeto industrial que não deu certo e em que foram investidos recursos substanciais do governo in **Jornal de Itapecuru edição 100 de julho-2005**. Disponível em: <<http://www.jornaldeitapecuru.com.br/Pagina388.htm>>. Acesso em 25 maio 2005.

Unicamp avalia desempenho ambiental de usinas de álcool in **Reportagens Eletrônicas**. São Paulo: Embrapa, 2000. Disponível em <http://www.cnpm.embrapa.br/reporte/i_el2000_1.html> . Acesso em 20 out. 2005.

UN Millennium Project 2005, **Innovation: Applying Knowledge in Development**. Task Force on Science, Technology, and Innovation. London: Earthscan, 2005.

VARGAS, Milton org. **História da técnica e da tecnologia no Brasil**. São Paulo: Unesp, 1994.

VIOTTI, Eduardo B. **National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea**, in Technological Forecast and Social Challenge. Brighton: Elsevier, pp. 653-680, 2002.

VIOTTI, Eduardo B.; MACEDO, Mariano M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.