

# Um estudo de custo-benefício do PROÁLCOOL

RONALDO SERÔA DA MOTTA \*

*Neste artigo discutimos uma avaliação da viabilidade social do Programa Nacional do Alcool. Inicialmente, estimamos os parâmetros nacionais para o Brasil de acordo com o método proposto por Little e Mirrlees e, com base nestas avaliações, desenvolvemos procedimentos alternativos para estimar o custo social do etanol. A base de dados utilizada refere-se à estrutura de custos de produção do etanol para a safra de 1981/82 nos Estados de São Paulo, Pernambuco e Goiás. Em seguida, realizamos uma análise de sensibilidade de nossas estimativas para um cenário que considere o desenvolvimento do Programa a longo e médio prazos. Nossos resultados indicam que a viabilidade social do PROÁLCOOL somente poderá ser alcançada após a primeira metade da próxima década. Entretanto, a questão da viabilidade social do Programa não pode ser respondida sem que antes sejam formuladas hipóteses importantes sobre o futuro desenvolvimento do Programa, os preços internacionais do petróleo e o progresso tecnológico.*

## 1 — Introdução

O uso do álcool como combustível no Brasil e no mundo precede a criação do PROÁLCOOL. Desde os anos 20 a ênfase da política de álcool combustível no país tem sido no sentido de contrapor restrições à sua capacidade importadora e/ou de estabilizar o setor produtivo açucareiro em fase de superprodução.

Na realidade, os primeiros objetivos do PROÁLCOOL em 1975 visavam a produção de álcool anidro para mistura com gasolina. Entretanto, após a abrupta elevação dos preços do petróleo em 1979 e mais tarde a guerra entre Irã e Iraque, a produção brasileira de etanol foi largamente expandida e desta vez concentrada em álcool hidratado. Isto iria proporcionar a possibilidade de uso de veículos movidos somente a álcool e a substituição plena da gasolina. A *performance* do Programa ao nível da produção de etanol é bastante expressiva, tendo atingido mais de 9 bilhões de litros em 1985, quando em 1974 era de somente 600 milhões. Hoje mais de 90% dos carros vendidos no país são movidos a álcool, cujo uso como combustível não pode mais ser encarado como uma medida de curto prazo visando enfrentar crises no balanço de pagamentos ou excesso de produção de açúcar. O PROÁLCOOL tornou-se um programa de energia por excelência.

Por outro lado, estes expressivos resultados em volume de produção são principalmente devidos a significativas facilidades de crédito e a uma

\* Do IBGE e da Área Interdisciplinar de Energia da COPPE/UFRJ.

política de preços favorável. Conseqüentemente, sob o ponto de vista dos produtores e dos consumidores, a viabilidade do Programa é indiscutível.

Entretanto, a viabilidade econômica e social da produção de etanol no Brasil não pode ser avaliada somente considerando estes resultados de produção. Dadas as limitações de recursos, existem diferentes alternativas para o seu uso, nas quais pode variar o benefício para toda a economia. Uma análise de custo-benefício estima, justamente, os custos de oportunidade dos recursos alocados em uma determinada alternativa e compara-os com os benefícios resultantes.

Uma vez que os preços de mercado podem não refletir estes custos de oportunidade, devido a distorções nos mercados onde são transacionados, então se faz necessário, para realizar uma análise de custo-benefício, calcular inicialmente estes custos de oportunidade e reduzi-los a uma unidade comum de "conta", ou seja, calculam-se os preços da conta. Por isso, a escolha da unidade de "conta" (numerário) diferencia os valores utilizados em uma análise de custo-benefício. Assim, os preços de conta calculados na hipótese de que uma unidade extra de poupança (investimento) tem o mesmo valor que uma unidade extra de consumo diferenciam-se daqueles em que pesos distribucionais são considerados. É prática comum considerar os primeiros como preços de eficiência ou econômicos, enquanto os últimos são denominados preços sociais. Uma vez definido o "numerário", os preços de conta podem ser expressos em preços domésticos ou internacionais. O enfoque tradicional converte preços internacionais de insumos e produtos em valores em moeda nacional usando uma única taxa de câmbio-sombra, como sugerido pela UNIDO (1972). O outro enfoque é justamente o reverso, ou seja, existem vários fatores de conversão que transformam valores em moeda nacional em seus preços internacionais equivalentes, como aqueles propostos em Little e Mirrlees (1974) e Squire e Van der Tak (1975). Embora a escolha de um ou outro enfoque gere preços de conta diferentes, a relação custo-benefício resultante de ambos deve sugerir as mesmas conclusões sobre a viabilidade econômica de um programa ou conjunto de projetos, se as hipóteses formuladas nas estimativas dos preços de conta forem compatíveis.

Embora a produção de álcool carburante no Brasil tenha sido objeto de quatro importantes análises de custo-benefício, suas conclusões estão, entretanto, longe de ser convergentes. Enquanto a CENAL (1983) e o World Bank (1981) concluem pela viabilidade econômica do Programa sem nenhuma restrição, Borges (1980) sugere que isto só será possível a médio prazo, enquanto Melo e Pelin (1984), por outro lado, indicam que a viabilidade econômica da produção de álcool carburante no Brasil está longe de ser alcançada.

Colocando à parte as diferenças na base de dados e estimativas do preço futuro do petróleo, estes estudos revelam algumas inadequações na determinação dos preços de conta, tais como:

a) uso de estimativas de preços de conta calculadas no início da década de 70;

b) as tentativas de estimação de preços de conta mais atuais por vezes negligenciaram importantes considerações metodológicas (por exemplo, escolha do numerário) que distorceram o uso de preços econômicos ou sociais; e

c) inexistência de linha metodológica definida, o que gerou a utilização de procedimentos conflitantes de métodos distintos em um mesmo trabalho.

No caso do estudo do World Bank (1981), estas deficiências estão mais concentradas nas tentativas de estimar os preços-sombra de mão-de-obra e terra em bases bastante frágeis, sem nenhuma argumentação empírica que dê suporte aos valores estimados. Além do mais, como já mencionado em Melo e Pelin (1984) e Borges (1980), os custos de produção utilizados neste trabalho estão sensivelmente subestimados no que tange aos gastos em investimentos.

Considerando que, na época, o Banco Mundial havia projetado um crescimento real do preço do petróleo em 3% ao ano a partir dos preços de 1980, então os resultados deste estudo facilmente indicaram que a viabilidade do Programa era indiscutivelmente positiva.

O estudo da CENAL (1983), ao qual podemos atribuir as três categorias de deficiência acima descritas, utiliza, inicialmente, três hipóteses de fatores de conversão para a mão-de-obra com base em estimativas realizadas para o Brasil em outros estudos no início da década de 70 (os quais não são citados). Provavelmente, os autores devem se referir às únicas estimativas de preços-sombra no Brasil nesta época, que foram apresentadas em Bacha *et alii* (1971) e Savasini (1978). Mesmo que estas estimativas fossem atuais, parece-nos um equívoco sua utilização em projetos ou estudos que pretendam avaliar o custo social da mão-de-obra rural, uma vez que as estimativas destes trabalhos citados são relativas à mão-de-obra urbana. Além do mais, eles também se utilizam de valores sociais, enquanto o estudo da CENAL não faz nenhuma referência quanto a qualquer uso de pesos distributivos. Aliás, esta fusão de métodos também fica aparente quando os autores discutem a escolha da taxa de retorno a ser utilizada. Sua argumentação supõe que a taxa de desconto social estaria em torno de 6%, dado que esta é a taxa prevalecente nas cadernetas de poupança, enquanto a taxa de retorno do capital estaria entre 12 e 18%, como estimada na década de 70 por Langoni (1974) e Bacha *et alii* (1971). Assim, eles escolhem taxas alternativas de 12 e 14% como um valor intermediário caso a taxa de retorno do capital ou a taxa de desconto social fosse usada. Todavia, a taxa de retorno a ser utilizada em um estudo de custo-benefício depende do numerário adotado, ou seja, se são ignoradas questões distributivas entre consumo e poupança, como parece ser o caso do estudo da CENAL, então a taxa "correta" de desconto será o custo de oportunidade do capital. Daí, não faz qualquer sentido estimar valores intermediários com base em valores extremos quando estes são estimados de acordo com diferentes unidades de conta.

Como pode ser observado, estas deficiências do trabalho da CENAL<sup>1</sup> são limitações sérias às suas conclusões favoráveis à viabilidade econômica do Programa, ainda que este trabalho tenha pretendido servir como manual de avaliação de projetos para aquela entidade.

O estudo de Borges (1980) parece também incidir nos mesmos erros apontados para o estudo da CENAL, isto é, não há especificação do número utilizado, embora sejam utilizadas, sem discriminação, estimativas de preços sociais e econômicos, de forma que são cometidos os mesmos equívocos quanto aos preços-sombra da mão-de-obra e do capital.<sup>2</sup> As conclusões de Borges são menos otimistas que as dos trabalhos do Banco Mundial e da CENAL, mas mesmo assim ele constata que a viabilidade econômica do Programa é certa na região Centro-Sul, enquanto no Norte-Nordeste só seria alcançada a médio prazo, via aumentos de produtividade.

O estudo de Melo e Pelin (1984), apesar de considerado como uma análise social, não explicita qualquer especificação quanto ao tipo de valorização social a que os autores se referem. Além do mais, algumas argumentações utilizadas para o cálculo de preços-sombra também carecem de melhor definição, embora o trabalho demonstre mais coerência e consistência que os acima discutidos.

Entretanto, os autores argumentam que utilizam o salário de mercado como uma aproximação do custo social da mão-de-obra, sem contudo admitirem que o custo de oportunidade da mão-de-obra também depende do nível de emprego. Isto significa que, se a demanda adicional de trabalho origina-se de mão-de-obra desempregada ou subempregada, então este custo deve ficar abaixo daquele vigente no mercado, especialmente no caso da produção canavieira, que apresenta variações sazonais marcantes. Além do mais, é importante ressaltar que o custo social da mão-de-obra não é determinado, como sugerem os autores, com relação ao salário mínimo, o qual pode servir como um valor para definir classes de salários no setor formal da economia, mas não como um determinante do custo social da mão-de-obra. Os autores baseiam suas conclusões no texto de Contador (1981), mas tudo indica que seguiram uma interpretação errônea deste autor. Embora tenham utilizado este raciocínio para invalidar as estimativas do custo social da mão-de-obra de Borges (1980) e da CENAL (1983), estas — apesar de equivocadas, como já discutido — não podem ser criticadas com apoio nos argumentos desenvolvidos por Melo e Pelin.<sup>3</sup>

Estes autores procuram distinguir seu estudo dos outros anteriormente realizados principalmente quanto ao uso mais apropriado do método tradicional da taxa de câmbio social única. Entretanto, tentaremos aqui

<sup>1</sup> Outras limitações deste estudo quanto ao uso de preços-sombra e também da base estatística dos custos de produção do etanol são discutidas detalhadamente em Motta (1985, Cap. 2).

<sup>2</sup> Ver Motta (1985, Cap. 2) para a discussão de outros detalhes deste trabalho que parecem não justificáveis.

<sup>3</sup> Outras considerações sobre o estudo de Melo e Pelin (1984) podem ser encontradas em Motta (1985, Cap. 2).

demonstrar que eles também não possibilitaram o uso totalmente "correto" deste método. Para tal, utilizaremos exemplos analíticos que pretendem descrever a equivalência de métodos de avaliação social, os quais foram baseados naqueles apresentados em Ray (1984).

Considere-se um projeto que aumente a oferta de um bem como o etanol. Dado que este substitui a gasolina, então sua produção libera divisas antes comprometidas com importação de petróleo. Assim, podemos mensurar o benefício do projeto como o preço CIF da gasolina ( $G$ ). Supomos também, por simplicidade, somente um insumo importado e um insumo produzido domesticamente (*non-tradable*). Seja  $M$  igual ao valor do insumo importado a preço CIF constante de importação e  $N$  o preço doméstico do insumo produzido internamente. Se o método da taxa de câmbio social única é utilizado, então o benefício líquido ( $B_1$ ) a preço doméstico seria:

$$B_1 = (TCS) G - (TCS) M - aN$$

onde  $TCS$  é a taxa de câmbio social e  $a$  o fator que corrige o preço doméstico  $N$  (por exemplo, excluindo impostos de consumo).

No método que utiliza múltiplos fatores de conversão, a expressão seria:

$$B_2 = (TCO) G - (TCO) M - bN$$

onde  $TCO$  é a taxa de câmbio oficial e  $b$  o fator de conversão que converte o preço doméstico  $N$  em preços internacionais.

Os dois procedimentos levam a resultados equivalentes se:

$$b = a (TCO/TCS)$$

ou seja, o método tradicional recalcula os preços de importação (internacionais) em termos do preço doméstico usando uma taxa de câmbio social, enquanto o outro método adota justamente o procedimento oposto através de fatores de conversão.

Agora, vejamos o caso particular de projetos nos quais o custo do insumo importado é medido a preço de mercado ( $W$ ) que incorpora tarifas de importação. Se este preço de mercado é multiplicado por  $TCS$ , o resultado ( $TCS \times W$ ) será maior que ( $TCS \times M$ ), o que certamente superestima os custos econômicos do insumo. O mesmo ocorre se  $W$  é multiplicado por  $TCO$  sem primeiro se aplicar o fator de conversão que reduz  $W$  a seu preço de importação equivalente, resultando no produto ( $TCO \times W$ ) maior que ( $TCO \times M$ ).

Considere-se, agora, um fator de conversão específico ( $FCE$ ) que converte o preço de mercado do insumo importado no respectivo preço de importação ( $FCE \times W = M$ ). Logo:

$$B_1 = (TCS) G - (TCS \times FCE) W - aN$$

e:

$$B_2 = (TCO) G - (TCO \times FCE) W - bN$$

Novamente, se  $b = a$  ( $TCO/TCS$ ), então  $B_1 = B_2$ , ou seja,  $a$  corrige  $N$  e  $FCE$  corrige  $W$  se este incorpora tarifas alfandegárias.

Entretanto, Melo e Pelin sugeriram que os estudos da CENAL e de Borges subestimaram os custos econômicos dos insumos, dado que eles somente aplicaram  $TCS$  àquela percentagem do preço dos insumos que correspondia à parcela importada, quando deveriam ter aplicado ao preço total. Como demonstrado acima,  $TCS$  deve ser aplicado ao preço total, mas este deve representar os preços de importação e não os de mercado.

De fato, Melo e Pelin estimaram uma taxa de câmbio social 30% acima da oficial e, no caso de insumos importados, aplicaram-na aos preços de mercado líquido de ICM e IPI, deduzindo a alíquota do IOF incidente nas importações naquela época. Assim, estes autores apenas consideraram como divergência entre preços de mercado e preços de importação esta alíquota do IOF, superestimando, portanto, o  $FCE$  e, conseqüentemente, os custos econômicos dos insumos. Além do mais, eles supõem somente uma correção de 5% para os insumos domésticos com base no "exame" da Matriz de Relações Intersetoriais do IBGE. O cálculo deste valor e sua aplicação indiscriminada em todos os insumos domésticos não foram justificados, sendo, dessa forma, uma estimativa bastante viesada de  $a$ . Todas essas deficiências apontadas nesses estudos podem ser parcialmente explicadas pelo fato de que a avaliação de projetos não é uma prática estabelecida no Brasil. Conseqüentemente, poucos estudos têm apresentado estimativas de parâmetros nacionais e outros preços de conta. Além do mais, para derivar preços de conta se faz necessário coletar informações sobre inúmeros aspectos da economia que nem sempre estão atualizados, quando por vezes não são disponíveis. Adicionalmente, dado que estimativas de preços de conta são sensíveis à hipótese sobre o futuro da economia, então mudanças nas políticas comercial e salarial afetam qualquer esforço de determinação de fatores de conversão ou taxa de câmbio social.

Neste estudo, a determinação de preços de conta foi dividida em dois níveis: *a*) estimativa de um conjunto de preços de conta, chamados parâmetros nacionais, os quais podem ser considerados constantes para qualquer análise de custo-benefício; e *b*) estimativa de preços de conta específicos, que são calculados especialmente para a determinação do custo social do etanol. As duas primeiras seções deste trabalho são dedicadas à apresentação sumária destas estimativas, enquanto a última discute a viabilidade corrente e futura da produção de etanol no Brasil.

## 2 — Estimativas de parâmetros nacionais

Nesta seção apresentamos uma breve descrição das nossas estimativas de parâmetros nacionais que serão utilizadas na avaliação social do Progra-

ma,<sup>4</sup> e que seguem de perto alguns procedimentos usados em Lal (1980), os quais se referem aos métodos sugeridos por Little e Mirrlees (1974).

Como discutido anteriormente, para estimar preços de conta precisamos inicialmente definir a unidade de conta. Aquela recomendada por Little e Mirrlees (1974) e Squire e Van der Tak (1975) representa "a renda disponível ao governo" expressa em moeda estrangeira. Se as poupanças pública e privada forem consideradas de mesmo valor social, então podemos, como em Lal (1980), aceitar a poupança corrente (consumo futuro) expressa em moeda estrangeira (dólares) como nosso numerário. Dessa forma, não usaremos uma única taxa de câmbio-sombra, mas múltiplos fatores de conversão. Além do mais, nossa escolha de "numerário" será baseada em duas hipóteses:

- a) uma unidade extra de consumo para uma pessoa rica valerá menos que para uma pessoa menos rica; e
- b) uma unidade extra de consumo hoje valerá menos que a unidade extra de poupança (investimento no futuro).

Da hipótese *a* derivamos pesos distribucionais que valoram as mudanças de consumo entre contemporâneos, enquanto de *b* ponderamos os efeitos no consumo futuro relativos aos investimentos realizados hoje, o que equivale a dizer que consideraremos distribuição de renda entre contemporâneos e no tempo.

Neste trabalho utilizaremos freqüentemente os termos preços de conta, preços sociais e preços-sombra, que encerrarão o mesmo conceito. Como as estimativas de parâmetros nacionais são interdependentes, estas são soluções de um sistema de equações simultâneas derivadas seqüencialmente por um processo de iteração. Nas subseções seguintes apresentamos os resultados destas estimativas de parâmetros nacionais que serão utilizadas no cálculo do custo social do etanol.

## 2.1 — Os fatores de conversão

Nossas estimativas prevêem dois tipos de fatores de conversão: o primeiro é a relação entre os preços de conta e o preço doméstico de um bem, enquanto o segundo é a relação entre o valor a preços de conta de um grupo de bens e o seu valor a preços domésticos. Quando estes preços de conta representam preços internacionais, a conversão para cruzeiros é feita com a taxa de câmbio oficial.

<sup>4</sup> Uma detalhada discussão dos resultados e procedimentos metodológicos empregados para determinar estes valores pode ser encontrada em Motta (1985).

Para o primeiro caso, classificamos os bens em comercializáveis internacionalmente e não-comercializáveis internacionalmente. Usando relações entre preços internacionais e domésticos (incluindo subsídios)<sup>5</sup> estimadas por Tyler (1981), determinamos fatores de conversão para 72 setores da economia brasileira considerados como comercializáveis internacionalmente. Para calcular os fatores relativos aos setores não-comercializáveis — total de 14 —, utilizamos a Matriz de Relações Intersetoriais de 1975 do IBGE, com a qual estimamos o custo unitário de produção destes bens a preços de conta. Em seguida, determinamos os fatores de conversão para três “conjuntos” de bens — produção agrícola, consumo pessoal e investimento — usando procedimentos semelhantes.

O primeiro — produção agrícola — foi calculado como uma média ponderada das razões entre preços internacionais e domésticos dos principais produtos agrícolas. No caso do consumo também determinamos as razões entre preços internacionais e domésticos para os principais itens de consumo dos trabalhadores não-qualificados urbanos e trabalhadores empregados rurais, de acordo com os resultados publicados em IBGE (1978). Usando as percentagens de cada item de consumo no total dos gastos, determinamos uma relação entre o consumo destes trabalhadores a preços internacionais e domésticos. Para o cálculo do fator de conversão de investimentos, usamos a composição de bens e serviços da formação bruta de capital no Brasil, obtida do IBGE (1979), da qual estimamos a relação desta composição a preços internacionais e domésticos. Finalmente, determinamos um fator de conversão geral para toda a economia (*FCG*) usando a ponderação da composição da renda nacional por setores.

Interessante notar que o inverso dos fatores de conversão do consumo corresponde aproximadamente à razão entre as taxas de câmbio social (*TCS*) e oficial (*TCO*) sugerida pela UNIDO (1972). Um fator de conversão do consumo para todo o Brasil foi calculado neste estudo, levando em consideração as proporções das populações rural e urbana na população brasileira. Assim, o fator de consumo de todo o Brasil será a média ponderada dos fatores de consumo rural e urbano ponderados por suas respectivas proporções. O valor estimado foi (1/1,42), que representa uma razão entre *TCS* e *TCO* igual a 1,42. Observamos também que o inverso do fator de conversão geral é igual a 1,37, o que está bem próximo do inverso do fator de consumo. Isto quer dizer que, se optássemos por uma taxa de câmbio social, então este valor seria aproximadamente igual a 1,40 vezes a *TCO*, de acordo com os critérios da UNIDO (1972).

<sup>5</sup> A relação entre preços internacionais e domésticos (*t*) seria a seguinte:

$$t = \frac{P_w}{P_d (1 + s)}$$

onde  $P_w$  é o preço internacional,  $P_d$  o preço doméstico e  $s$  a taxa de subsídio.

## 2.2 — Parâmetros nacionais

Nesta subseção apresentaremos apenas as nossas estimativas de parâmetros nacionais [cf. Motta (1985)], que são os seguintes:

- a) a taxa de retorno social (*TRS*), que representa o retorno social do investimento;<sup>6</sup>
- b) o prêmio da poupança (*S*), que representa o valor social do consumo expresso em termos do numerário escolhido; e
- c) a elasticidade da utilidade marginal social do consumo pessoal (*e*).

Os resultados são:

$$\begin{aligned} TRS &= 19\% \\ S &= 2,21\% \\ e &= 3,0\% \end{aligned}$$

## 3 — O custo social do etanol

A seguir apresentamos um sumário dos procedimentos adotados para o cálculo do custo social do etanol, nos quais utilizamos os preços de conta discutidos anteriormente. Como já mencionado, serão usados nesta seção alguns fatores de conversão determinados especificamente para o cálculo do custo social do etanol, como, por exemplo, mão-de-obra, terra e fertilizantes.

Uma vez que nos últimos anos a expansão do PROÁLCOOL tem sido através de destilarias autônomas, que já respondem pela metade da produção total de etanol no Brasil, nossa análise abordará apenas estas unidades.<sup>7</sup>

Nossa base de dados serão as estruturas de custos levantadas pela Fundação Getúlio Vargas, a qual serve para a política de preços do IAA. Nesta análise utilizamos os dados relativos ao ano de safra 1981/82. Estes dados, apesar de serem a base de uma política de preços, não apresentam os limites superiores das estimativas do custo privado do etanol no Brasil. Além do mais, são informações levantadas sistematicamente e correspondem a custos reais de produção, ao invés de estimativas de custos baseadas em dados de projetos.

<sup>6</sup> Para *TRS* calculamos inicialmente a taxa de retorno privada do capital, usando dados das contas nacionais e dos censos econômicos. Nossos resultados indicaram um valor variando entre 18 e 21% [cf. Motta (1985, Apêndice Técnico II)].

<sup>7</sup> Na verdade, estamos sugerindo que, na margem, a produção de álcool deve realizar-se através destas unidades.

Esta avaliação abrangerá três unidades da Federação que, em 1983, respondiam por 50,0, 6,7 e 4,9%, respectivamente, da produção total de etanol no Brasil: São Paulo, Goiás e Pernambuco. Os primeiro e terceiro estados são produtores tradicionais e representam, respectivamente, regiões de produção avançada e estagnada. Por outro lado, Goiás servirá como uma indicação da viabilidade do Programa em novas áreas dedicadas à produção de álcool no Brasil.

As estimativas de custo utilizadas oferecem os custos de cana-de-açúcar (parte agrícola) separados dos custos de destilação (parte industrial).

### 3.1 — O custo social da cana-de-açúcar

A estrutura de custos utilizados para determinação do custo social da cana-de-açúcar está apresentada na Tabela 1. Para dois itens de custo —

TABELA 1  
*Custo privado da cana-de-açúcar*

Itens	(Cr\$ t/ha)		
	São Paulo (preços-dez. 1981)	Goiás (preços-dez. 1981)	Pernambuco (preços-dez. 1982)
Mão-de-obra direta	438,78	201,04	1.428,43
Plantio	290,30	88,46	910,72
Colheita	148,48	112,58	517,71
Mão-de-obra indireta	71,27	270,13	330,65
Mão-de-obra administrativa	39,55	91,74	96,82
Corretivos	10,91	—	36,58
Fertilizantes	237,49	241,49	719,35
Herbicidas	75,16	155,17	60,22
Produtos fitossanitários	4,72	14,19	6,96
Máquinas	135,20	484,65	125,48
Equipamentos	20,84	33,38	17,44
Animais	0,09	—	39,73
Empreitada	16,06	9,06	20,94
Transporte	278,19	404,39	639,87
Assistência técnica	1,47	—	8,44
Manutenção	21,25	2,21	79,50
Depreciação	93,45	244,09	52,01
Taxas	11,37	18,11	72,71
Outros	10,93	15,43	108,56
Capital de giro	57,52	291,50	198,12
Investimentos	64,42	108,34	188,55
Terra	217,95	45,28	93,11
Total	1.826,62	2.638,38	4.472,32
Produtividade (t/ha)	75,61	61,25	44,36

FONTES: FGV (1983a) para São Paulo e Pernambuco; e FGV (1983b) para Goiás.

trabalho e terra — foram determinados preços de conta específicos. Para os outros itens, foram utilizados os fatores de conversão e os parâmetros nacionais anteriormente descritos.<sup>8</sup>

### 3.1.1 — Trabalho

O custo direto de mão-de-obra foi desagregado em mão-de-obra manual (não-qualificada) e mão-de-obra semiqualificada (tratoristas). Dessa forma, determinaremos um fator de conversão para cada tipo de mão-de-obra direta, considerando o nível de emprego e a sazonalidade da produção.

O custo social da mão-de-obra ( $SW$ ), de acordo com o método adotado,<sup>9</sup> é definido para cada estado como:

$$SW = m + c - a - [V(c^*) - V(a^*)] h$$

onde:

- $m$  — custo de oportunidade da mão-de-obra rural;
- $c$  — novo nível de consumo do trabalhador rural;
- $a$  — prévio nível de consumo do trabalhador rural;
- $h$  — número de adultos equivalentes sustentados por um trabalhador rural; e

$V(x)$  — função de valoração social que transforma o consumo  $x$  em valores equivalentes ao nosso numerário, podendo ser expressa como:<sup>10</sup>

$$V(x) = \left( \frac{b^e}{1-e} \right) x^{1-e}$$

<sup>8</sup> Neste caso, o procedimento consiste em multiplicar os valores a preço de mercado pelos respectivos fatores de conversão.

<sup>9</sup> Em Motta (1985, Cap. 3) é apresentado o desenvolvimento desta fórmula, que se baseia no método proposto em Little e Mirrlees (1974).

<sup>10</sup> Note-se que a função de valoração  $V(x)$  foi derivada da seguinte forma: supomos uma função geral de valoração social  $U(x)$  que é isoelástica na forma  $U(x) = (P^e/1-e) X^{1-e}$ , onde  $P$  é o nível mínimo de subsistência; e definimos também que o valor de uma unidade de consumo socialmente ponderada (ou seja, considerando efeitos distributivos intertemporal) em termos de unidade de conta (poupança) é  $1/s$ . Logo, o valor social de uma mudança na margem do consumo de grupo de renda  $X$ ,  $dx$ , é:

$$dx = (P/X)^{e/s} \quad (1)$$

O nível crítico de consumo  $b$  seria aquele no qual  $dx = 1$ . Então:

$$(P/b)^e = s \quad (2)$$

De (1) e (2) podemos definir a função  $V(x)$  que converte a mudança de consumo *per capita* no respectivo valor social em termos da unidade de conta (poupança) considerando efeitos distributivos inter e intratemporais como:

$$V(x) = (b^e/1-e) X^{1-e}$$

da qual o peso distribucional,  $W_x$ , relativo a mudanças marginais de consumo seria:

$$W_x = (b/X)^e$$

Para maiores detalhes sobre este *formulae*, ver Lal (1980, pp. 142-3) e Motta (1986, pp. 14-7).

onde:

- $b$  – nível de consumo crítico para o qual mudanças de consumo são igualmente valoradas socialmente em termos do numérico adotado;
- $c^*$  e  $a^*$  – novo e prévio nível de consumo *per capita* do trabalhador rural; e
- $e$  – já foi definido na seção anterior.

Supomos que a diária do trabalhador eventual ( $\omega$ ) representa uma medida do custo de oportunidade da mão-de-obra rural ( $M$ ) que é retirada de um setor agrícola para ocupar uma vaga no cultivo de cana-de-açúcar, e que este salário também poderia representar o nível de consumo ( $a$ ) deste trabalhador rural.<sup>11</sup> Se conhecemos a taxa de emprego ( $P_j$ ) no setor rural para cada mês  $j$  e a variação mensal da demanda de trabalho ( $D_j$ ) no cultivo da cana-de-açúcar, então os itens do custo social da mão-de-obra acima definidos seriam dados como:

$$\begin{aligned}m &= \omega \sum P_j D_j AA \\c &= \omega \\a &= \omega \sum D_j P_j + r \sum D_j (1 - P_j) AR \\c^* &= c/h \\a^* &= a/h\end{aligned}$$

O valor de  $m$  é dado como:

$$m = \omega \sum P_j D_j AA$$

onde:

- $\omega$  – diária do trabalhador eventual, obtida de FGV (1983a);
- $P_j$  – taxa de ocupação da mão-de-obra rural obtida com base na demanda mensal de mão-de-obra temporária do Censo Agropecuário para cada mês  $j$ ;
- $D_j$  – variação da demanda mensal de mão-de-obra rural no cultivo da cana-de-açúcar estimada através da sazonalidade da produção de cana-de-açúcar obtida do Censo Agropecuário de 1980 para cada mês  $j$ ;
- $AA$  – fator de conversão da produção agrícola determinado como descrito na Seção 2;

<sup>11</sup> Esta hipótese torna-se mais pertinente na medida em que trabalhadores volantes constituem parcela preponderante no cultivo de cana-de-açúcar.

*AR* — fator de conversão de consumo do trabalhador rural determinado como descrito na Seção 2; e

*R* — proporção do nível de consumo do trabalhador empregado que determina um nível de consumo para o trabalhador desempregado, aceito como 60%.

Note-se que neste cálculo do custo social da mão-de-obra aceita-se que existe desemprego sazonal no setor e que, se uma vaga no cultivo de cana-de-açúcar é ocupada por um trabalhador desempregado, então este custo de oportunidade seria nulo.

Nossos resultados indicaram que a razão entre os custos social e privado da mão-de-obra rural estaria em torno de 0,75, 0,82 e 0,65, respectivamente, em São Paulo, Goiás e Pernambuco, isto é, haveria um custo socialmente inferior ao privado pelo emprego de mão-de-obra sazonalmente desocupada, o que, em última instância, representa um benefício a ser creditado ao Programa no seu potencial de geração de empregos rurais.

Assim sendo, procuramos desenvolver estimativas próprias para o emprego de mão-de-obra na produção de etanol, evitando utilizar outras estimativas defasadas no tempo e metodologicamente. Embora não possamos considerar nossos resultados como definitivos, estes, ao menos, levam em consideração a característica sazonal da demanda de trabalho no cultivo da cana-de-açúcar.

A razão entre o custo social da mão-de-obra manual e seu valor de mercado determina o fator de conversão deste tipo de mão-de-obra na produção de cana-de-açúcar.

No caso da mão-de-obra semiquificada, optaremos por aplicar o fator de conversão da produção agrícola para transformar este item em preços de conta. Tal decisão baseia-se na hipótese de que esta mão-de-obra está sendo retirada de outras atividades agrícolas, onde se encontra totalmente ocupada. A mesma hipótese foi admitida para mão-de-obra indireta e administrativa, só que neste caso supomos que este tipo de mão-de-obra estaria ocupada em diferentes setores da economia. Daí, aceitarmos o fator de conversão geral para transformar estes custos em preços de conta equivalentes.

### 3.1.2 — Terra

Os custos da terra apresentados nas estruturas de custos utilizadas representam 3% do preço de venda médio das terras empregadas no plantio de cana-de-açúcar em cada estado. Entretanto, os preços de venda de terras no Brasil tendem a superestimar a capacidade produtiva da terra, dado que esta é usada como reserva de valor.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Ver Sayad (1977) para uma discussão desta questão.

Assim, optamos por determinar o valor da terra em nossas estimativas de forma a captar o custo de oportunidade da área utilizada pelo plantio de cana-de-açúcar para produção de álcool. Para tal, dividimos a área agrícola de cada estado em duas classes — aráveis e não-aráveis — de acordo com informações dos censos agropecuários. Não-aráveis seriam basicamente as atividades pecuárias, enquanto aráveis compreendem as atividades de cultura agrícola, excluindo cana-de-açúcar. Para cada classe estimaremos seu crescimento em área ocupada no período 1975/80, utilizando o mesmo procedimento para a área destinada à cana-de-açúcar. Suposto que cada classe deveria expandir sua área ocupada, no mínimo, a uma taxa de crescimento de todo o sistema agrícola, então podemos estimar os efeitos substituição e escala de expansão da cana-de-açúcar em cada classe e as proporções em que a expansão da cana-de-açúcar demandou terras previamente dedicadas à agricultura e pecuária ou terras novas. Para as terras novas consideramos custo de oportunidade zero; para as outras duas classes tomamos o valor de arrendamento da terra obtido de FGV (1983a) como um indicador de capacidade produtiva destas terras. Multiplicando a proporção do valor de arrendamento correspondente à substituição de atividades agrícolas e pecuárias pelo fator de conversão da produção agrícola, determinamos o custo social da terra usado em nossas estimativas.

Embora estes procedimentos possam oferecer estimativas grosseiras dos efeitos substituição e escala, evitamos, por outro lado, usar preços de venda de terra que incorporam movimentos especulativos ou aceitar valores totais de arrendamento onde terras novas foram incorporadas à agricultura. Nossos resultados indicaram que em São Paulo a substituição foi total, enquanto em Goiás e Pernambuco foi de 72 e 58%, respectivamente.

### 3.1.3 — Estimativas adicionais

a) Dado que o custo de capital apresentado na estrutura de custos representa 6% do valor dos ativos fixos, então, dividindo-se este valor por aquele percentual, obtemos o valor dos ativos fixos. Multiplicando-se o valor resultante pela taxa de retorno social e pelo fator de conversão do investimento, obtém-se o custo social do capital.

b) Consideramos o custo do capital de giro como 30% dos custos operacionais a preços de conta multiplicado pela taxa de retorno social. Dessa forma, não utilizamos os valores da estrutura de custos que representam os juros efetivamente pagos no mercado.

c) Para fertilizantes e combustíveis, usamos fatores de conversão específicos calculados segundo os mesmos procedimentos descritos na Seção 2.

d) Os custos de equipamentos e máquinas foram desagregados em seus componentes de combustíveis, manutenção e depreciação e reavaliados a preços de conta separadamente.

A Tabela 2 sumaria os nossos resultados para cada estado.

TABELA 2

*Custo social da cana-de-açúcar*

(Cr\$)

Itens	São Paulo	Goiás	Pernambuco
Operacional	1.032,62	1.517,60	2.627,11
Mão-de-obra	423,50	414,01	1.261,95
Outros	609,12	1.103,59	1.365,16
Capital de giro	48,75	68,88	132,50
Capital	139,53	234,66	408,40
Terra	80,55	41,20	108,54
Total	1.301,45	1.862,34	3.276,55

NOTAS: São Paulo e Goiás - - preços de dezembro de 1981; Pernambuco - - preços de junho de 1982.

**3.2 — O custo social da destilação**

A estimativa de custos e produtividade da fase industrial — destilação — está apresentada na Tabela 3. Para determinar os custos em preços de conta, utilizamos procedimentos similares aos descritos para a fase agrícola. Vale acrescentar que em nossas estimativas do custo social da mão-de-obra industrial consideramos uma desagregação dos custos destes fatores em quatro classes salariais. Dessa forma, obtivemos fatores de conversão específicos para cada nível salarial, assim definidos: de 1 salário mínimo, de 1 a 1,5 salário mínimo, de 1,5 a 2 salários mínimos e de mais de 2 salários mínimos. As três primeiras classes foram consideradas representativas da mão-de-obra não-especializada, enquanto a última engloba mão-de-obra semi-especializada e especializada. A classificação da mão-de-obra não-especializada é necessária na medida em que o seu custo social guarda relação direta com seu valor de mercado, como demonstrado anteriormente. O custo social referente à fase de destilação está apresentado na Tabela 4.

**3.3 — O custo social do etanol**

Como pode ser observado na Tabela 5, o custo social do etanol em cada estado é a soma dos custos sociais da cana-de-açúcar e destilação, cujos

TABELA 3

*Custo privado da destilação*

(Cr\$/l)

Itens	São Paulo	Goiás	Pernambuco
Mão-de-obra	2,6525	3,0574	1,6159
Drogas e insumos	0,4369	0,4564	0,3762
Lenha	0,0101	0,0046	—
Lubrificantes	0,0974	0,1773	0,1123
Eletricidade	0,8859	1,1348	0,7148
Transporte	0,4940	0,1450	2,7842
Manutenção	0,3636	0,4022	0,7531
Taxas	0,0214	0,2066	0,0266
Seguro	0,1391	0,0229	—
Outros	0,6208	0,6224	1,9733
Depreciação	1,5551	2,7099	1,3870
Capital de giro	0,4799	0,2405	0,2747
Investimentos	1,9647	3,3874	1,7383
Total	9,7214	12,5674	11,7564
Produtividade (l/t)	68,23	67,70	70,30

FONTES: FGV (1983a) para São Paulo e Pernambuco; e FGV (1983b) para Goiás.

TABELA 4

*Custo social da destilação*

(Cr\$)

Itens	São Paulo	Goiás	Pernambuco
Operacional	4,6644	5,7271	6,3145
Mão-de-obra	1,5005	1,8895	1,0277
Outros	3,0649	3,8376	5,2868
Capital de giro	0,1747	0,2111	0,2037
Capital	4,2569	7,3371	3,7652
Total	9,0946	13,2753	10,2834

NOTAS: São Paulo e Goiás — preços de dezembro de 1981; Pernambuco — preços de junho de 1982.

TABELA 5

*Custo social do etanol — 1981/82*

Itens		São Paulo	Goiás	Pernambuco
Cana-de-açúcar	(US\$/l)	0,153	0,220	0,277
Destilação	(US\$/l)	0,073	0,106	0,055
Etanol	(US\$/l)	0,226	0,326	0,332
Gasolina equivalente	(US\$/l)	0,283	0,408	0,415
Barril equivalente	(US\$/b)	44,92	64,87	65,99

NOTAS: São Paulo e Goiás — taxa de câmbio para o dólar americano de dezembro de 1981 (Cr\$ 125,04); Pernambuco — taxa de câmbio para o dólar americano de junho de 1982 (Cr\$ 168,14).

valores, como já discutido, referem-se à produção oriunda de plantas autônomas.<sup>13</sup> Entretanto, as estruturas de custos industriais referem-se à produção de álcool anidro e hidratado. Para obter custos relativos somente ao álcool hidratado, haveríamos de ajustar esses valores para baixo, dado que a produção de álcool anidro apresenta custos maiores, da ordem de 5%. Por outro lado, na safra em questão, a produção de álcool hidratado correspondeu a 65,7% da produção total de etanol, o que representaria uma redução nos nossos valores de 1,7%. Tal magnitude de ajustamento nos pareceu irrelevante, dados os vieses estimativos inerentes em qualquer tentativa de calcular custos sociais. Dessa forma, optamos por aceitar nossos resultados como representativos do custo social do etanol hidratado produzido por unidades autônomas em cada estado.

Na Tabela 5 nossos resultados são também apresentados em valores equivalentes de gasolina e de barril equivalente, aceitando um incremento de consumo de álcool em relação à gasolina da ordem de 25%<sup>14</sup> e um volume de 159 litros por barril de gasolina. Como pode ser observado na tabela, o custo social em São Paulo é o mais baixo, seguido por Goiás e Pernambuco.<sup>15</sup>

<sup>13</sup> O custo da cana-de-açúcar é dado em tonelada. Dessa forma, dividindo-o pela produtividade industrial, teremos o componente de custo relativo a esta matéria-prima para cada litro de etanol.

<sup>14</sup> Esta relação pode estar subestimada, segundo as informações de consumo obtidas em MIC (1984).

<sup>15</sup> Uma descrição mais detalhada dos nossos procedimentos metodológicos está apresentada em Motta (1985).

## 4 — A viabilidade do programa

Dado que o álcool carburante é produzido para substituir a gasolina, então seu valor social deve corresponder ao custo de oportunidade deste derivado de petróleo.

As análises anteriores do Programa procuraram estimar este valor social baseadas no preço do petróleo importado ou no preço internacional (*spot price*) da gasolina. Entretanto, o uso do etanol como combustível no Brasil tem gerado um excedente da gasolina produzida no país, a despeito das significativas mudanças na estrutura de refino realizadas pela PETROBRÁS. Em 1976, as exportações de gasolina representavam 0,1% da produção doméstica, enquanto em 1983 esta relação alcançava 19%. Por isso, poderia ser argüido que o custo de oportunidade do álcool carburante estaria mais próximo dos preços de exportação da gasolina praticados pelo Brasil, os quais, todavia, já se situam bem próximos daqueles realizados no mercado internacional. Considerando preço de exportação FOB como o valor social do etanol, estaríamos assumindo um valor inferior ao do preço do mercado internacional devido à margem de frete e seguro, que se situa em torno de 10%. Como veremos, tal margem não afetará nossas conclusões, principalmente quando médio e longo prazos são discutidos.

Nossas estimativas do custo social do etanol referem-se a dezembro de 1981 para São Paulo. Se tomarmos os preços vigentes no mercado de Rotterdam para gasolina neste período — US\$ 0,28/litro — veremos que estes estão bem próximos daqueles custos sociais determinados para este estado — US\$ 0,283/litro. Assim, em 1981, o analista poderia afirmar que a viabilidade social do Programa nesta região produtora estaria assegurada na medida em que os custos de produção poderiam ser reduzidos no futuro. Para os outros estados, a viabilidade estaria bem distante. Todavia, como o leitor já pode ter concluído, a determinação do valor social do álcool também constitui uma variável sensível para a avaliação do Programa, ou seja, o PROÁLCOOL, como observado na introdução deste trabalho, exige ser avaliado como um programa energético e, conseqüentemente, o preço futuro do petróleo e as possibilidades de redução nos custos de produção devem ser levados em consideração. Incerteza é inerente em tais considerações. Reduções nos custos são esperadas, mas sua magnitude não é facilmente mensurada, enquanto reduções no preço real do petróleo são prováveis, embora difíceis de inferir.

Em seguida apresentamos um cenário no qual contemplamos algumas possibilidades de redução nos custos de produção do etanol e também avaliamos o comportamento futuro do preço internacional do petróleo com base em projeções recentes do Banco Mundial.

### 4.1 — O custo social do etanol a longo prazo

Pelin (1983) propõe algumas possibilidades de reduções nos custos de produção do etanol em São Paulo. Este estudo é a base da análise realizada

em Melo e Pelin (1984). Os resultados obtidos por Pelin aceitam uma redução máxima de 16,02% até 1990, considerando:

- a) um aumento de 26% no número de dias trabalhados durante a safra;
- b) um aumento de 11% na produtividade agrícola;
- c) um aumento de 5% no teor de sacarose da cana-de-açúcar; e
- d) venda do bagaço para uso como combustível.

Borges (1980) também aceita que mudanças tecnológicas no processo de produção do etanol possibilitem reduções de até 20% nos custos da região Centro-Sul. O autor enfatiza:

- a) um aumento de 10% na produtividade agrícola;
- b) um aumento de 7% no teor de sacarose;
- c) uma redução de 5% no custo da cana-de-açúcar devido a um melhor planejamento; e
- d) uma redução de 11% nos custos de destilação devido a mais eficientes processos de extração e fermentação.

Como pode ser observado, os dois estudos prevêem um aumento na produtividade agrícola e no teor de sacarose de magnitudes bem próximas. A extensão do período de safra e a venda de bagaço, questões sugeridas por Pelin, já podem ser consideradas realidades na região Centro-Sul. Quanto ao planejamento agrícola e aos processos mais eficientes de destilação sugeridos por Borges, devem ocorrer principalmente nas áreas novas de expansão do Programa.

Em nossa análise, contemplamos quatro possibilidades de reduções nos custos de produção referentes a São Paulo, como se segue:

- a) um aumento de 10% na produtividade agrícola da cana-de-açúcar;
- b) um aumento de 20% no número de dias trabalhados por safra;
- c) um aumento de 5% no teor de sacarose da cana-de-açúcar; e
- d) a venda de bagaço para ser usado como combustível.

Um aumento da produtividade agrícola não irá, necessariamente, corresponder a uma redução nos custos unitários na mesma proporção. Para obter maiores níveis de produtividade, uma nova variedade de plantas deve ser introduzida, e insumos químicos no plantio e outros fatores estariam sendo mais intensivamente utilizados. Dessa forma, as reduções de custos relativos a 10% de ganho em produtividade admitem que gastos nos insumos químicos e custos relativos à atividade de colheita cresceram na mesma proporção. Os outros gastos seriam reduzidos em 10%.

A possibilidade de um aumento no período de safra não representará reduções nos custos por hectare plantado se aceitarmos que economias de escala seriam marginais. Por outro lado, safras mais longas correspondem

a um maior volume de etanol produzido por uma planta, fazendo com que os custos por safras sejam mais baixos. Assim, safras mais longas representam reduções nos custos fixos da fase industrial.

A melhoria de 5% no teor de sacarose pode ser considerada como um aumento da produtividade industrial na mesma proporção.<sup>16</sup>

O bagaço pode ser comercializado para substituir óleo combustível. Entretanto, este excedente de bagaço precisa ser enfardado — redução do nível de umidade para 20% — de forma a preservar seu poder calorífico e permitir o transporte a longa distância. Com base em dados obtidos em ELETROBRÁS (1983), avaliamos os custos deste processo de secagem<sup>17</sup> e sua relação com o preço internacional do óleo combustível, que determina o custo de oportunidade do bagaço comercializado. Nossos resultados indicaram que a receita líquida de bagaço permitiria, em média, uma redução de US\$ 0,015 por litro de etanol produzido.

Os resultados, considerando estas quatro possibilidades, estão apresentados na Tabela 6. Como pode ser visto, o custo social do etanol em São Paulo declinou de US\$ 0,283/litro (gasolina equivalente) para US\$ 0,233/litro, o que corresponde a uma redução de 17,7%.

Para o estado de Goiás, modificamos algumas das hipóteses consideradas para São Paulo. Como já mencionado, o cultivo de cana-de-açúcar neste estado foi somente expandido após a criação do PROÁLCOOL, sendo por isso esperado o uso de métodos de plantio menos eficientes. Além do mais, as características do solo e a escassez relativa de mão-de-obra geram custos mais elevados. Todavia, a produtividade agrícola nesta região tem apresentado altas taxas. Também podem ser obtidas significativas reduções nos custos com o uso de sistemas agrícolas mais apropriados. Dessa forma, consideramos que em Goiás a produtividade agrícola poderá alcançar, no mesmo período, os níveis projetados para São Paulo, ou seja, estamos aceitando um aumento de 25,5% acima dos atuais níveis regionais. Além disso, aceitamos também uma redução geral de 5% nos custos agrícolas devido a métodos de plantio mais eficientes. Quanto ao período de safra e venda de bagaço, mantivemos o mesmo cenário desenvolvido por São Paulo, apesar de esta última possibilidade ser de mais difícil execução nesta região. Como pode ser observado na Tabela 6, o custo social do etanol em Goiás foi reduzido em 27,5%, o que significa que aceitamos maiores possibilidades de redução de custos neste estado que no caso de São Paulo.

Finalmente, discutiremos a produção de etanol em Pernambuco, onde o cultivo de cana-de-açúcar caracteriza-se pela baixa produtividade alcançada. Na verdade, os ganhos de produtividade neste estado podem ser considerados inexpressivos quando comparados com aqueles obtidos em

<sup>16</sup> Na verdade, esta hipótese implica aceitar um incremento bruto no teor de sacarose um pouco acima de 5%.

<sup>17</sup> Neste processo a umidade do bagaço é reduzida de 50 para 20% em 20 dias, permitindo uma estocagem de até 12 meses.

TABELA 6

*Custo social do etanol a longo prazo*

Itens		São Paulo	Goiás	Pernambuco
Cana-de-açúcar	(US\$/l)	0,137	0,172	0,256
Destilação	(US\$/l)	0,064	0,080	0,048
Etanol	(US\$/l)	0,186	0,237	0,289
Gasolina equivalente	(US\$/l)	0,233	0,296	0,361
Barril equivalente	(US\$/b)	36,97	47,10	57,40

São Paulo e Goiás. Restrições tecnológicas devido ao feitiço topográfico da área devotada à cana-de-açúcar impõem limites a avanços significativos em termos de produtividade agrícola no estado. Decidimos, assim, considerar uma redução geral dos custos de cana-de-açúcar da ordem de 8%, incluindo possíveis aumentos no teor de sacarose. Como Pernambuco já apresenta reduzidos custos industriais, então consideraremos somente maiores reduções como resultado de safras mais longas, como no caso de São Paulo. Também admitiremos os ganhos com a venda de bagaço. Nossos resultados determinam uma possibilidade de redução de custos de 13,0% para Pernambuco, como pode ser visto na Tabela 6. Dessa forma, este estado apresenta a menor estimativa de declínio no custo social de etanol entre os estados analisados.

Sumariando, concluímos que os custos de produção do etanol podem ser reduzidos nos próximos 10 anos devido a melhorias tecnológicas e gerenciais.

Existem, entretanto, outras possibilidades de redução em custos ou receitas com subprodutos, as quais não foram contempladas em uma análise em virtude da difícil mensuração dos seus efeitos e do prazo de incorporação ao processo produtivo. Por exemplo, o vinhoto pode ser transformado em gás metano, o qual pode substituir o óleo diesel. Embora já existam alguns experimentos nesta área, ainda é muito difícil estimar os benefícios líquidos.

Ganhos expressivos na produtividade das destilarias são possibilidades também muito difundidas pelos fabricantes de equipamentos de destilação. Embora exista escopo para tal, resta conhecer a redução dos custos unitários. Considerando que os custos de destilação representam cerca de 35% dos custos totais, então uma redução bastante expressiva — em torno de 20% — nos custos unitários de destilação resultaria em uma queda de apenas 7% nos custos unitários do etanol.

Embora a estrutura de custos utilizada em nossa análise já considere esta possibilidade, o uso de vinhoto como fertilizante ainda pode ser mais expandido. Margullis (1982) estima que uma substituição de 30% dos fertilizantes minerais requer custo equivalente a 50% dos gastos com os fertilizantes substituídos. Considerando que os fertilizantes representam, em nossa estrutura de custos, 15% dos custos totais, então uma substituição de 30% resultaria, no máximo, em 2,25% de redução dos custos unitários.

Se, por um lado, não contemplamos estas possibilidades acima descritas, também não consideramos o fato de que os preços reais da mão-de-obra e da terra se elevem em futuro próximo. Se a atual política agrícola nacional conseguir imprimir altas taxas de crescimento ao setor, então podemos esperar que o custo de oportunidade da terra também se eleve.

Da mesma forma, devemos esperar que os salários reais cresçam não só no setor rural, como também em toda a economia, dado o deprimido nível em que se encontram. No caso do setor canavieiro, esta imposição já se faz presente nas greves e paralisações dos "bóias-frias" nos últimos anos. Considerando que a terra e a mão-de-obra representam mais de 50% dos custos totais do etanol, então qualquer crescimento real destes custos afetaria sensivelmente os custos da produção do etanol. Mesmo que os capitalistas do setor ameacem com a substituição do trabalho por máquina, o efeito líquido desta medida será no sentido de elevar os custos unitários da produção.

Em suma, acreditamos que as possibilidades de redução de custos mais prováveis foram incorporadas em nossa análise, embora outras, de difícil implementação e mensuração, não tenham sido consideradas. Por outro lado, aceitamos que os custos de oportunidade da terra e da mão-de-obra devam se elevar, resultando em custos unitários mais elevados.

Todavia, nossos resultados, que supõem reduções de 17,7 e 27,5% em São Paulo e Goiás, respectivamente, já são magnitudes bastante promissoras para o setor.

Agora, prosseguiremos nossa análise discutindo o esperado valor social do etanol, que dependerá basicamente do futuro preço do petróleo.

#### 4.2 — Preços futuros do petróleo

Antes da crise de 1973, esperava-se que os preços do petróleo declinassem, aproximando-se do custo de extração de longo prazo. Mesmo após 1973, especialistas e economistas viam a quadruplicação dos preços como um evento efêmero. Todavia, em 1979, após um período de estabilidade, os preços dobraram e atingiram o patamar de US\$ 35 a US\$ 40 por barril em 1981. Como mencionado em Griffin e Teece (1982), os eventos de 1979/80 pareciam transformar a visão de muitos economistas, de forma que a nova ortodoxia, no início dos anos 80, era que os preços continuariam a crescer a taxas de 3 a 4% acima da inflação.

Assim, não surpreende encontrarmos, em prévias análises do Programa, previsões de significativos aumentos reais nos preços de petróleo, que, por si só, viabilizariam a produção de álcool carburante no Brasil.

Entretanto, em 1982 tais preços começaram a declinar, atingindo níveis abaixo daqueles praticados em 1980. Na época da realização deste estudo, havíamos utilizado uma recente projeção, realizada pelo Banco Mundial [cf. World Bank (1984)], que sugeria preços reais declinantes até 1986 e posteriormente um crescimento de 3,3% a.a. até 1990. Entre 1990 e 1995 estes preços voltariam a crescer a taxas maiores que 4,1%. Para todo o período implicaria uma taxa média anual de 1,8%, como pode ser calculado da Tabela 7.

Dessa forma, aceitávamos as projeções do Banco Mundial como indicadores de um possível comportamento dos preços do petróleo nas próximas duas décadas, embora tendêssemos a considerá-las como limites superiores, uma vez que já havia sinais de que os preços reais deveriam crescer a longo prazo a taxas inferiores.<sup>18</sup>

Dado que o preço-base de 1983 destas projeções do Banco Mundial está muito próximo do preço médio de importação de petróleo realizado pelo Brasil neste mesmo ano, então admitimos que tais projeções poderiam ser utilizadas para determinar os futuros preços de importação de petróleo no Brasil. Embora nossas estimativas de custos sociais refiram-se a dezembro de 1981 (para São Paulo e Goiás) e junho de 1982 (para Pernambuco), concluímos que um ajuste dos preços de petróleo para uma única base — dezembro de 1981 — seria suficiente, já que a variação do índice de preços por atacado nos Estados Unidos, entre estas duas datas, foi somente de 0,23%. Como veremos, tal variação se mostrou relevante a ponto de alterar nossas conclusões.

Nossas projeções com base no trabalho do Banco Mundial também admitiram um crescimento para o período 1995/2000 igual àquele determinado para o período 1990/95. A relação de preços entre gasolina e petróleo foi estimada em 1,10 e custos de US\$ 2 a US\$ 5 por barril foram acrescidos para compor preços CIF. Na Tabela 8 apresentamos estas projeções a preços FOB (de exportação) e CIF (de importação).

Todavia, no início de 1986 a disputa interna na OPEP e a política agressiva desta organização com os produtores independentes trariam os preços do petróleo a níveis inferiores a US\$ 20 por barril. Caso esta tendência de preços reais em torno de US\$ 20 a US\$ 25 por barril seja mantida nas próximas décadas, então, de acordo com nossas estimativas do custo social do etanol, o PROALCOOL não poderá, de forma nenhuma, ser considerado um programa viável. Entretanto, como veremos na próxima seção, mesmo com projeções de preços reais elevados, a viabilidade do Programa ainda é considerada remota.

<sup>18</sup> Ver em Motta (1985, Cap. 5) uma exposição de motivos que indicava uma tendência declinante dos preços do petróleo.

TABELA 7

*Projeção do preço internacional do petróleo*

Anos	Preço (US\$ constante de 1983)
1983	29,1
1984	27,5
1985	29,5
1986	25,9
1990	29,5
1995	36,1

FONTE: World Bank (1984).

TABELA 8

*Preços reais esperados da gasolina no mercado internacional*

Anos	Preço CIF (US\$ dez. 1981)	Preço FOB (US\$ dez. 1981)
1983	0,214	0,198
1984	0,203	0,187
1985	0,217	0,201
1986	0,192	0,176
1987	0,198	0,182
1988	0,204	0,188
1989	0,210	0,194
1990	0,217	0,201
1991	0,225	0,209
1992	0,234	0,218
1993	0,243	0,227
1994	0,252	0,236
1995	0,262	0,246
1996	0,272	0,256
1997	0,282	0,266
1998	0,293	0,277
1999	0,305	0,289
2000	0,317	0,301

### 4.3 — A viabilidade social da produção de etanol no Brasil

Comparando nossas estimativas de custo social do etanol a longo prazo (gasolina equivalente) com os preços internacionais projetados da gasolina, podemos então discutir a viabilidade futura do PROÁLCOOL.

Se tomarmos o custo de São Paulo — US\$ 0,233/litro — podemos observar que este valor continuará superior ao da gasolina até 1991. Entretanto, se os custos não declinarem, como previsto, então a viabilidade social só será atingida em 1997. No caso de Goiás, se admitirmos que em 1991 as reduções de custos já tenham sido obtidas, ainda assim o custo social estará 32% acima do preço CIF da gasolina. Para alcançar a paridade gasolina/álcool em Goiás, por volta de 1995, seria necessário que os custos declinassem a taxas anuais de 3,1%, entre 1991 e 1995, uma redução equivalente àquela já prevista até 1991. Caso isto não ocorra integralmente, só podemos admitir a viabilidade social neste estado após 1995. Para Pernambuco as chances de atingir esta paridade ainda é mais remota. O custo do etanol neste estado somente se igualaria ao da gasolina no ano 2000, mesmo assim se contínuas reduções na ordem de 12% fossem realizadas até esta data. Estas conclusões seriam mais desfavoráveis ao Programa se aceitássemos o preço FOB da gasolina como nosso parâmetro de análise.

Em suma, nossos resultados indicavam que a viabilidade social da produção de etanol no Brasil somente seria possível na metade da próxima década, embora em São Paulo isto talvez fosse possível no início dos anos 90.

Entretanto, a expansão do Programa deve realizar-se de modo geograficamente disperso. Por isso, podemos esperar que o custo médio do etanol no Brasil será mais próximo das estimativas referentes a Goiás que daquelas determinadas para São Paulo. Aceitando-se esta indicação, a viabilidade social da produção de álcool no Brasil só seria possível depois de 1995, ou seja, 20 anos após a criação do PROÁLCOOL. Como já discutido na seção anterior, a tendência presenciada no início do ano de 1986, que apresenta preços abaixo de US\$ 20 por barril, indica que a viabilidade do Programa não poderá ser alcançada nem mesmo nas duas próximas décadas.

Deveria então a economia brasileira continuar incorrendo em custos sociais muito acima dos benefícios resultantes de um programa de energia como o PROÁLCOOL? Como resposta definitiva, o seguinte pode ser aceito: a decisão de usar etanol como combustível no Brasil, do ponto de vista da alocação de recursos limitados, não pode ser considerada como positiva.

Todavia, decisões de política econômica não podem, nem devem, ser somente orientadas à luz das análises de custo-benefício. Por isso, o futuro do Programa dependerá muito mais de critérios políticos do que econômicos. Além do mais, existem outras considerações envolvendo os impactos resultantes da implementação deste Programa que não podem ser internalizados em nenhuma análise de custo-benefício, nem, também, estamos advogando que o PROÁLCOOL é um caso único de um programa ou política mostrando resultados de inviabilidade econômica no Brasil.

Assim, apesar de usarmos procedimentos estimativos mais próximos de uma correta aplicação dos métodos de avaliação social e acreditarmos que nossos resultados possam indicar uma definitiva conclusão quanto à viabilidade social do PROALCOOL, existem muitas outras questões relativas ao Programa que devem ser consideradas, além dos nossos resultados ou de outros. E estas têm demonstrado que é urgente um reexame e uma rápida definição política,<sup>19</sup> o que agora se faz possível.

### Abstract

*This paper presents an assessment of the social viability of the Brazilian National Alcohol Programme. First, we estimate national parameters values for Brazil following the Little-Mirrlees methods. Based on these estimates, we develop alternative appraisal procedures to determine the social cost of ethanol. The main data base is given by the breakdown of the cost of production of ethanol for the 1981/82 crop year in three states, namely São Paulo, Pernambuco and Goiás. Finally, we undertake a sensitivity analysis based on the probable medium and long term development of the Programme. Our estimates indicate that the social viability of the PROALCOOL can be only achieved after the middle of the next decade. However, the shadow pricing framework cannot give a definitive answer to the question of future viability without relying on key assumptions about the future development of the economy, international oil prices and technological progress.*

### Bibliografia

- BACHA, E. L., *et alii*. *Análise governamental de projetos de investimento no Brasil: procedimentos e recomendações*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1971 (Coleção Relatórios de Pesquisa, 1).
- BORGES, J. M. M. *Desenvolvimento econômico, política energética e álcool*. São Paulo, 1980. Mimeo. [Trabalho apresentado no Simpósio Internacional sobre Tecnologia do Alcool como Combustível, 4. Guarujá, 1980.]
- CENAL. *PROALCOOL: avaliação social de projetos*. Brasília, ago. 1983 (Estudos Sócio-Econômicos).
- CONTADOR, C. R. *Avaliação social de projetos*. São Paulo, Atlas, 1981.
- ELETROBRÁS. *Aproveitamento de excedentes de bagaço para fins energéticos*. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS, out. 1983.

<sup>19</sup> Ver Ferreira e Motta (1987) para uma discussão sobre propostas de políticas fiscais, creditícias e de preços para o setor.

- FERREIRA, L. R., e MOTTA, R. S. da. Reavaliação econômica e novos ajustes do Proálcool. *Revista Brasileira de Economia*, a sair em 1987.
- FGV. *Subsídios para fixação dos preços de cana-de-açúcar e do açúcar — safra 1983-1984*. Rio de Janeiro, Convênio IAA/FGV/IBRE, 1983a.
- . *Subsídios para fixação dos preços do álcool — safra 1983-1984*. Rio de Janeiro, Convênio IAA/FGV/IBRE, 1983b.
- . *Agropecuária, preços médios e índices de: arrendamento, vendas de terra, salários e serviços*. Rio de Janeiro, FGV/IBRE, 1983c.
- GRIFFIN, J. M., and TEECE, D. J. *Opec behaviour and world oil prices*. London, George Allen & Unwin Publisher, 1982.
- IBGE. *Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF)*. Rio de Janeiro, 1978.
- . *Matriz de Relações Intersetoriais — 1970*. Rio de Janeiro, 1979.
- LAL, D. *Prices for planning — towards the reform of Indian planning*. London, Heinemann Educational Books, 1980.
- LANGONI, C. G. *As causas do crescimento econômico do Brasil*. Rio de Janeiro, APEC, 1974.
- LITTLE, I. M. D., e MIRREES, J. A. *Project appraisal and planning for developing countries*. London, Heinemann Educational Books, 1974.
- MARGULLIS, Sérgio. *Vinhoto: poluição hídrica, perspectivas de aproveitamento e interação com o modelo matemático de biomassa*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, jul. 1982 (Texto para Discussão do Grupo de Energia, 10).
- MELO, F. H. de, e PELIN, E. R. *As soluções energéticas e a economia brasileira*. São Paulo, Hucitec, 1984.
- MIC. *Escolha certo — guia de consumo do seu carro*. Brasília, MIC/STI, 1984.
- MOTTA, R. S. da. *Alcohol as fuel: a cost-benefit study of the Brazilian National Alcohol Programme*. London, University of London, 1985 (Ph. D. Dissertation).
- . *A social cost-benefit study of ethanol production in Brazil*. London, University College London, Department of Economics, 1986 (Discussion Paper, 86-02).
- PELIN, E. R. *Avaliação econômica do álcool hidratado carburante no curto e médio prazo*. São Paulo, FEA/USP, 1983. Tese (D) Univ. São Paulo.

- RAY, Anandarup. *Cost-benefit analysis: issues and methodologies*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1984.
- SAVASINI, J. A. A. *Análise de política de promoção de exportação segundo os custos dos recursos domésticos por unidade de divisa gerada*. Rio de Janeiro, FUNCEX, 1978.
- SAYAD, J. Preço da terra e mercados financeiros. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 7 (3) :623-62, dez. 1977.
- SQUIRE, L., e VAN DER TAK, H. *Economic analysis of projects*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1975.
- TYLER, W. *Políticas comercial e industrial no Brasil: uma análise sob a ótica de proteção efetiva para vendas no mercado doméstico*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, jul. 1981 (Texto para Discussão Interna, 35). [Publicado em *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 13 (2) :543-74, ago. 1983.]
- UNIDO. *Guidelines for project evaluation*. New York, 1972.
- WORLD BANK. *Staff appraisal report*. April 1981.
- . *Commodities prices and price projections*. Washington, World Bank, Economic Analysis and Projection Department, Commodities Studies and Projection Division, July 1984.

(Originais recebidos em março de 1986. Revisados em junho de 1986.)