

# Avaliação econômica do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL): uma análise de equilíbrio geral \*

MARIA DA CONCEIÇÃO SAMPAIO DE SOUSA \*\*

*O objetivo deste trabalho é a avaliação quantitativa dos efeitos econômicos do PROÁLCOOL dentro de um modelo de equilíbrio geral. A análise procedida sugere que, embora o programa seja viável do ponto de vista econômico, sua influência é negativa do ponto de vista do bem-estar social, apesar de tais efeitos serem bem menos importantes que aqueles sugeridos pelos estudos de equilíbrio parcial.*

## 1 — Introdução

A estratégia adotada pelo Brasil para enfrentar a crise energética desencadeada em 1973 consistiu basicamente em ignorar o choque do petróleo para não perturbar a expansão econômica. As elevadas taxas de crescimento observadas depois de 1973 se fizeram sentir através da aceleração do déficit comercial e da inflação, tendo como contrapartida um aumento considerável do endividamento externo.

Esta situação não poderia se manter indefinidamente. Outros fatores apareceram, forçando o país a revisar seus planos de expansão: <sup>1</sup>

— A recessão que atingiu os países desenvolvidos freou o crescimento das exportações brasileiras de manufaturados, que constituíam um dos carros-chefes da nossa expansão. O efeito desta estagnação sobre as exportações tiveram um duplo sentido: não somente reduziu a demanda por nossos produtos, como também suscitou uma onda protecionista que tornou difícil as vendas do Brasil nestes mercados.

— A dificuldade crescente do país em atrair investidores estrangeiros e em contrair empréstimos no exterior limitou consideravelmente a sua

\* Este trabalho é baseado em minha tese de doutorado apresentada à Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica [cf. Sousa (1984)]. Agradeço os comentários e sugestões recebidos do meu orientador, Prof. Jean Waelbroeck, do Prof. André Sapir, da ULB, e de dois pareceristas anônimos.

\*\* Professora e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>1</sup> Esta questão está discutida em Knight (1981, pp. 1.081-2).

margem de manobra, representando, assim, um obstáculo suplementar à manutenção do crescimento.

Neste contexto — encarecimento do petróleo e mercados externos fechados —, o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), lançado em 1975, constitui o elemento mais original da política energética brasileira para enfrentar a crise, pois se trata de um esforço de substituição energética em grande escala que visa substituir o petróleo importado por álcool produzido a partir de biomassas agrícolas.

Inúmeros estudos foram consagrados às diferentes implicações sócio-econômicas do PROÁLCOOL.<sup>2</sup> Todavia, estes trabalhos foram feitos dentro de um quadro de equilíbrio parcial, que é uma abordagem muito restrita. Uma análise adequada dos efeitos econômicos do PROÁLCOOL deveria se fazer dentro de um quadro de equilíbrio geral pelas seguintes razões:

— A importância deste programa é tamanha que pode ter repercussões sobre o resto da economia brasileira. Dever-se-ia saber em que medida o PROÁLCOOL influencia os termos de troca rurais-urbanos e, por intermédio deles, a distribuição de renda entre o campo e a cidade. Ou, ainda, poder-se-ia indagar quais os efeitos deste programa sobre as exportações agrícolas e a produção de alimentos, considerada no Brasil como uma necessidade fundamental. Estas questões serão melhor respondidas dentro de um quadro de equilíbrio geral que considera as múltiplas inter-relações existentes na economia.

— As distorções de preço que caracterizam a economia brasileira são tais que um cálculo adequado da viabilidade econômica do PROÁLCOOL é impossível através de uma abordagem de equilíbrio parcial. O método de equilíbrio geral permite a determinação dos preços de eficiência que fornecem melhores indicadores sobre a rentabilidade deste tipo de programa.

— O progresso tecnológico e a evolução futura dos preços do petróleo podem modificar radicalmente os dados econômicos relativos à substituição álcool/petróleo. Por outro lado, as mudanças no contexto econômico no qual se insere o PROÁLCOOL podem também influir decisivamente em sua rentabilidade. Faz-se então necessário estudá-lo dentro de um quadro macroeconômico e dinâmico capaz de levar em conta estes elementos.

O objetivo deste trabalho é a avaliação quantitativa dos efeitos econômicos do PROÁLCOOL dentro de um modelo de equilíbrio geral: a Seção 2 discute brevemente os tipos de metodologias disponíveis e justifica a escolha do tipo de modelo a ser utilizado; a Seção 3 apresenta a estrutura e o funcionamento do modelo e descreve a parte energética; a Seção 4 comenta rapidamente a simulação de referência; a Seção 5 discute as simulações efetuadas em termos do objetivo do estudo; e, finalmente, a Seção 6 reúne as principais conclusões do estudo, contrapondo-se às obtidas por outros pesquisadores.

<sup>2</sup> Cf., a este respeito, CNPq (1979), Brown (1979), Bueno (1980), Melo e Pelin (1980), Mattuella (1983) e Veiga Filho *et alii* (1980).

## 2 — Análise de atividades *versus* modelos de equilíbrio geral do tipo CGE

Admitindo-se a necessidade de se analisar a decisão de produzir álcool em grande escala dentro de um modelo de equilíbrio geral, dois tipos de metodologias merecem ser considerados: os modelos do tipo CGE (Computable General Equilibrium), desenvolvidos por Adelman e Robinson (1970), e os modelos de atividades lineares do tipo AGE (Activity Analysis General Equilibrium), elaborados por Ginsburgh e Waelbroeck (1981). No que se segue, serão discutidas as vantagens e desvantagens associadas a estes tipos de modelos no que respeita ao estudo do PROALCOOL dentro de um quadro de equilíbrio geral.

Os modelos do tipo CGE, inspirados na tradição pioneira do trabalho de Johansen (1960), supõem a maximização da utilidade e dos lucros, respectivamente pelos consumidores e pelos produtores, dadas as restrições que pesam sobre estes agentes. O problema com esse tipo de metodologia para esse estudo específico advém do fato de que ela supõe substituição "regular" (*smooth substitution*) entre os diferentes insumos. Esta hipótese implica a existência de um número infinito de processos de fabricação para se produzir um determinado bem, o que não é realista quando se trabalha em um nível de desagregação como o deste trabalho, porque as técnicas de produção disponíveis são limitadas. O método CGE não permite considerar adequadamente as escolhas tecnológicas possíveis.

Os modelos do tipo AGE, que constituem uma extensão dos modelos de programação linear, representam de uma maneira mais direta as restrições tecnológicas concretas. O aparelho produtivo é descrito por um sistema de atividades lineares. Comparado aos modelos de programação linear clássica (MPL), o método AGE permitiu a eliminação das ambigüidades resultantes da coexistência de dois sistemas de preços nos modelos MPL, assim como resolveu os problemas de especialização inerentes a esses modelos.<sup>3</sup> A representação de quase toda a economia por um sistema de programação linear, mesmo onde as funções de produção seriam mais apropriadas, deu origem a modelos complexos. A experiência mostra que tais modelos, mesmo podendo ser resolvidos, têm, no entanto, o inconveniente de apresentarem custos computacionais muito elevados.

Para eliminar estes problemas, o presente estudo combina as duas metodologias, isto é, as abordagens CGE e AGE. Aplicou-se o método de análise de atividades unicamente ao setor álcool, onde era realmente apropriado, enquanto que o funcionamento do resto da economia foi explicado dentro de um modelo do tipo CGE. Para tal, foram introduzidas no mecanismo de resolução CGE instruções que incorporam um sistema de resolução do tipo simplex, tratamento que se revelou pouco dispendioso em termos

<sup>3</sup> Para uma discussão mais aprofundada das limitações teóricas da utilização dos modelos de programação linear em macroeconomia, cf. Taylor (1976).

computacionais neste estudo, onde o sistema simplex é relativamente simples.

Esta abordagem possibilita a análise do PROÁLCOOL sob um novo ângulo, na medida em que considera não somente os aspectos microeconômicos deste programa, como também representa de uma maneira adequada o contexto global no qual ele se insere. Esta metodologia oferece, pela primeira vez, um quadro de equilíbrio geral dinâmico no qual se pode analisar a viabilidade econômica do PROÁLCOOL em diferentes situações, bem como explorar a nível macroeconômico suas múltiplas repercussões. Neste sentido, esta abordagem constitui também uma aplicação original do método de equilíbrio geral à avaliação de projetos. Criou-se, assim, um instrumental que pode interessar àqueles que se ocupam da avaliação econômica de um determinado projeto, desde que suficientemente importante para ter repercussões sobre os outros setores.

### 3 — Estrutura do modelo

Como foi visto anteriormente, o modelo utilizado para analisar a economia do álcool combina a abordagem CGE com o método de análise de atividades. Trata-se de um modelo misto, não-linear e dinâmico, no qual o mecanismo dos preços desempenha um papel crucial na alocação dos recursos. Ele distingue três setores de produção, cada um deles desagregado em diferentes produtos: o setor rural, que produz matérias-primas energéticas (cana-de-açúcar, mandioca e sorgo), culturas de exportação, culturas alimentares e outros produtos agrícolas; o setor energético, que produz energia "tradicional" (petróleo, gasolina, eletricidade) e álcool; e o setor urbano não-energético, que produz bens manufaturados (alimentos industrializados, fertilizantes, bens industriais, etc.) e serviços. A desagregação completa do modelo está descrita no Apêndice 1.

No setor urbano (com exceção do álcool), os produtores combinam os fatores de produção (trabalho, capital) através de uma função de produção CES de modo a maximizar os lucros, dados os preços. Convém salientar que, no modelo, as possibilidades de substituição existem somente entre os fatores. A utilização de insumos intermediários é determinada através de coeficientes de insumo-produto fixos.

Na agricultura, este comportamento maximizante aplica-se unicamente a nível de produtos. No que concerne aos fatores de produção, o modelo não pressupõe a igualdade clássica entre os custos marginais e os preços. Efetivamente, é bem mais fácil para um agricultor deslocar seus recursos para uma cultura mais rentável do que adquirir terras de melhor qualidade, mesmo se nestas seu trabalho é mais produtivo. Por outro lado, a inexistência de um mercado de capitais rural desenvolvido torna difícil a transferência direta da poupança agrícola para onde ela é melhor remunerada [cf. Mercenier e Waelbroeck (1983)].

A produção de álcool é representada por um conjunto de atividades lineares correspondentes às condições de produção que se encontram em vigor no PROÁLCOOL.

A renda gerada nos setores acima descritos define as restrições orçamentárias dos dois tipos de consumidores — rurais e urbanos — considerados no modelo. As decisões de consumo e de poupança são feitas dentro de um sistema de despesas do tipo ELES (Extended Linear Expenditure System) proposto por Luch (1983).

No setor urbano, os bens importados são substitutos imperfeitos para a produção local. A determinação das proporções das importações e da produção interna na demanda doméstica se faz por meio de um sistema proposto por Armington (1969). Na agricultura, admitiu-se que a elasticidade de substituição entre as importações e a produção doméstica é infinita.

No que respeita às exportações agrícolas, adotou-se a hipótese de que a demanda externa é perfeitamente elástica.<sup>4</sup> Os limites às vendas externas situam-se unicamente do lado da produção, enquanto que no setor urbano os exportadores confrontam-se com uma demanda exterior que não é perfeitamente elástica.

Embora baseado na teoria neoclássica, o modelo incorpora algumas inflexibilidades que, segundo a escola estruturalista, caracterizam as economias latino-americanas, particularmente a do Brasil:

*Rigidez salarial.* No modelo, a rigidez salarial aplica-se ao salário real urbano e se justifica na tradição clássica, na qual o salário real é fixado de maneira a garantir o mínimo vital aos trabalhadores. No Brasil, o salário real, para grande parte da força de trabalho, situa-se no limite da subsistência. Toda redução do salário real provocada pela ação do mercado compromete a reprodução da mão-de-obra e comporta um custo político-social elevado, obrigando por vezes o governo a intervir através de medidas diversas (subsídios ao consumo, distribuição de alimentos, etc.) para manter o salário real.

No setor rural, a flexibilidade da renda assegura o pleno emprego da mão-de-obra. Esta hipótese reflete a idéia de que a produção de subsistência praticada nas unidades familiares absorve os trabalhadores que não puderam se integrar no setor urbano ou no emprego assalariado agrícola, tendo por consequência a redução da produtividade e da renda familiar *per capita*.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Esta hipótese não se aplica ao café, cuja determinação dos preços mundiais pode ser influenciada pelo Brasil. Entretanto, uma vez que no modelo o café foi agregado aos outros produtos exportáveis, para os quais a hipótese de elasticidade infinita é certamente aplicável, nossa simplificação torna-se menos danosa.

<sup>5</sup> A existência de um nível inferior de desemprego agrícola no Brasil é confirmada pelas estatísticas oficiais, o que torna a hipótese de pleno emprego aceitável. Estes dados referem-se, porém, ao desemprego aberto. Convém salientar que a aplicação deste conceito de desemprego aos países subdesenvolvidos é extremamente criticável.

*Equilíbrio externo.* A segunda rigidez considerada no modelo diz respeito ao equilíbrio externo. A origem das dificuldades das economias em desenvolvimento é atribuída à presença de pontos de estrangulamento (*bottle-necks*), provocados, por exemplo, pela carência de divisas indispensáveis à plena utilização da capacidade produtiva destas economias. A partir do momento em que não se pode nem reduzir o coeficiente de importações — já que o processo de substituição de importação encontra-se numa fase avançada — nem financiar o déficit externo através de um aumento nas exportações e/ou novas entradas de capitais estrangeiros, a expansão da economia é bloqueada pela dualidade inflação/recessão tão freqüentemente observada na realidade dos países latino-americanos [cf. Diamond (1974)]. No modelo, esta rigidez foi introduzida através da seleção de elasticidades-preço muito baixas para certas importações vitais (petróleo, por exemplo), assim como pela imposição de um limite ao endividamento externo.

Finalmente, vale ressaltar que a solução de equilíbrio do modelo representa, é claro, um equilíbrio nacional. Não existe, portanto, nenhuma garantia de que o comércio externo nele gerado seja *compatível* com o equilíbrio internacional.

### 3.1 — O setor energético

Esta subseção limitar-se-á a uma descrição da parte energética do modelo e a uma breve discussão do seu mecanismo de funcionamento.<sup>6</sup>

#### 3.1.1 — Produção e importação de energia

A substituição entre a produção doméstica de energia e as importações é baseada nas seguintes hipóteses:

- a) substituição imperfeita entre a energia doméstica “tradicional”, de um lado, e as importações de petróleo e o álcool, de outro, através de uma elasticidade de substituição constante, finita e não-nula ( $\sigma_e$ ); e
- b) substituição perfeita entre o álcool e as importações de petróleo, dado que o objetivo principal do PROÁLCOOL é substituir a energia importada pelo álcool.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Para maiores detalhes do modelo, assim como para uma discussão dos dados utilizados e dos métodos de calibração, cf. Sousa (1984, 1985 e 1987).

<sup>7</sup> Ao considerarmos o álcool como substituto perfeito do petróleo, não estamos levando em conta, de maneira adequada, questões tais como equivalência energética/volumétrica, rigidez do refino, etc. Entretanto, dado o caráter de médio/longo prazo do modelo, esta simplificação torna-se menos restritiva.

O preço mundial de energia ( $P_{w_e}$ ) é exógeno. A hipótese *b* implica que a produção de álcool é avaliada ao preço de importação do petróleo ( $P_{m_e}$ ) igual ao preço mundial acrescido da respectiva tarifa:

$$P_a = P_{m_e} = P_{w_e} (1 + \tau_e) \quad (1)$$

onde  $P_a$  é o preço do álcool e  $\tau_e$  a tarifa incidente sobre o petróleo (em percentagem).

Utilizando-se a especificação Armington, a demanda doméstica de energia ( $D_e$ ) pode ser vista como uma demanda por um produto composto (*composite good*) ( $X_{c_e}$ ), definido por uma função CES na qual os argumentos são a produção doméstica de energia tradicional ( $X_e$ ), as importações ( $M_e$ ) e a produção de álcool ( $X_a$ ):

$$X_{c_e} = [\alpha_{d_e} X_e^{-\rho_e} + \alpha_{m_e} (M_e + X_a)^{-\rho_e}]^{-1/\rho_e} \quad (2)$$

A minimização do custo de aquisição do bem composto —  $P_{d_e} X_{c_e} = P_{p_e} X_e + P_{m_e} (M_e + X_a)$ , sob a restrição de que  $X_{c_e} = D_e$  — dá a repartição ótima da demanda doméstica total de energia ( $D_e$ ) entre  $X_e$ ,  $M_e$  e  $X_a$ :

$$X_e = \alpha_{d_e}^{\sigma_e} \left[ \frac{P_{d_e}}{P_{p_e}} \right]^{\sigma_e} D_e \quad (3)$$

$$M_e = \alpha_{m_e}^{\sigma_e} \left[ \frac{P_{d_e}}{P_{m_e}} \right]^{\sigma_e} D_e - X_a \quad (4)$$

com  $\sigma_e = \frac{1}{1 + \rho_e}$ .

$P_{d_e}$ , o preço do bem composto, é definido pela expressão (5):

$$P_{d_e} = [\alpha_{d_e}^{\sigma_e} P_{p_e}^{1-\sigma_e} + \alpha_{m_e}^{\sigma_e} P_{m_e}^{1-\sigma_e}]^{1/1-\sigma_e} \quad (5)$$

$P_{p_e}$ , o preço da energia doméstica, é igual ao custo marginal de produção:

$$P_{p_e} = \sum_j a_{j_e} P_{d_j} + (1 - \sum_j a_{j_e}) P_{r_u} \quad (6)$$

$P_{r_u}$  é o preço do valor agregado no resto do setor urbano. Verificamos facilmente que a equação (5) é consistente no sentido de que:

$$P_{d_e} X_{c_e} = P_{p_e} X_e + P_{m_e} (M_e + X_a) \quad (7)$$

Embora a balança “material” (*material balance*) seja sempre satisfeita em valor — equação (7) —, as não-linearidades existentes na especificação Armington implicam que em geral esta balança não é respeitada a preços constantes [cf. Carrin *et alii* (1982)].

### 3.1.2 – A produção de álcool

No setor alcooleiro, a tecnologia é descrita por um conjunto de atividades linearmente homogêneas, as quais correspondem às diferentes técnicas de produção de álcool e são representadas por vetores de coeficientes fixos que indicam a quantidade de insumos requerida para a fabricação de uma unidade de produto. Se estas atividades forem aditivas, a produção total de álcool pode ser escrita como:

$$X_a = \sum_m X_{a_m} \quad (8)$$

onde  $X_{a_m}$  é a quantidade produzida utilizando-se a  $m$ ésima atividade.

No modelo, foram consideradas 10 atividades, designadas por A1 a A10. O primeiro critério de diferenciação entre essas atividades foi a matéria-prima: cana-de-açúcar, mandioca e sorgo. No que diz respeito ao álcool de cana (atividades A1 a A6), três outros critérios foram utilizados: a) o lugar geográfico de produção – regiões Norte/Nordeste e Centro-Sul; b) o tipo de álcool – residual (fabricado a partir do melaço) e direto (produzido diretamente a partir do caldo de cana); e c) o tipo de destilaria – anexas e autônomas. Quanto ao álcool de mandioca (atividades A7 a A9), três atividades foram selecionadas, nas quais se leva em conta a utilização ou não de fontes externas de energia durante a transformação industrial e a produtividade agrícola. Finalmente, o álcool de sorgo foi representado por um única atividade (A10) porque não se dispõe de informações suficientes sobre a produção de álcool a partir desta matéria-prima e também porque sua participação no PROÁLCOOL não é significativa, pelo menos durante o horizonte de simulação do modelo.<sup>8</sup>

A equação (9) define a quantidade total do insumo  $n$  empregado nas diferentes atividades:

$$I_{a_n} = \sum_m b_{nm} X_{a_m} \quad (9)$$

onde  $b_{nm}$  são os coeficientes fixos ligados à  $m$ ésima atividade. Vale ressaltar que a combinação dos diferentes processos de produção (atividades compostas) permite a substituição entre insumos, embora os coeficientes sejam fixos dentro de cada atividade.

Supondo-se que o capital ( $K_a$ ) é o único recurso limitativo, a capacidade total de produção no setor alcooleiro é igual a:

$$Q_a = \sum_m Q_{a_m} = \frac{1}{a_{k_m}} K_{a_m} \quad (10)$$

A relação capital/produto global ( $a_{k_a}$ ) é variável e igual a:

$$a_{k_a} = \sum_m \gamma_m a_{k_m} \quad (11)$$

<sup>8</sup> Uma descrição mais detalhada destas atividades encontra-se no Apêndice 2.

onde  $a_{k_m}$  é a relação capital/produto associada à  $m$ ésima técnica;  $\gamma_m$ , a proporção da produção total fabricada pela atividade  $m$  ( $X_{u_m}/X_a$ ), é selecionada endogenamente no modelo, de modo a determinar o nível ótimo de cada atividade, tendo em vista a disponibilidade de recursos.

A função de custos correspondente à equação (10) é a seguinte:

$$C_{a_m} = \sum_m b_{nm} P_{d_n} \quad (12)$$

A forma específica assumida por esta função no modelo é:

$$C_{a_m} = \sum_j a_{jm} P_{d_j} + a_{em} W_u + a_{km} (\delta_{a_m} - s_{a_m}) P_k \quad (12a)$$

onde  $C_{a_m}$  é o custo total por unidade produzida associado à atividade  $m$ ;  $\sum_j a_{jm} P_{d_j}$  representa o custo dos insumos intermediários cujos preços ( $P_{d_j}$ ) são determinados competitivamente no modelo; o termo  $a_{em} W_u$  corresponde aos custos de mão-de-obra que são função da relação trabalho/produto fixa ( $a_{em}$ ) e do salário nominal ( $W_u$ ); e o custo em capital (*capital user's cost*),  $a_{km} (\delta_{a_m} - s_{a_m}) P_k$ , é calculado segundo o método de Jorgenson (1968) e inclui: a) os custos em juros correspondentes ao custo de oportunidade dos fundos investidos, b) o custo em depreciação e c) um indicador dos ganhos em capital decorrente da valorização do investimento. Como no PROÁLCOOL o financiamento se faz a uma taxa inferior à da inflação, sua taxa de juros real é negativa e corresponde a um subsídio ( $s_{a_m}$ ), que pode ser escrito como:

$$s_{a_m} = \left( \frac{dp}{dt} - \frac{1}{p} \right) - r_a$$

onde  $r_a$  é a taxa de juros efetivamente paga pelos empresários no setor alcooleiro e  $\frac{dp}{dt} - \frac{1}{p}$  corresponde à taxa de inflação. O termo  $a_{km} \delta_{a_m} P_k$  representa os custos em depreciação, onde  $\delta_{a_m}$  é a taxa de depreciação e  $P_k$  o preço dos investimentos.

O álcool de cana-de-açúcar produzido na região Norte/Nordeste beneficia-se de uma subvenção adicional sobre a matéria-prima. A equação (12), nesse caso, escreve-se como:

$$C_{a_m} = a_{cs_m} (1 - s_{ma_m}) P_{d_{cs}} + \sum_j a_{jm} P_{d_j} + a_{em} W_u + a_{km} (\delta_{a_m} - s_{a_m}) P_k \quad (12b)$$

com  $j \neq cs$ .

O índice  $cs$  refere-se à cana-de-açúcar. O subsídio  $s_{mam}$  é pago aos produtores da região para que possam se alinhar aos custos em termos de matéria-prima em vigor na região Centro-Sul.

A função de oferta para o álcool é determinada pelas equações (13a) e (13b):

$$X_{am} = Q_{am} \text{ se } P_{me} > C_{am} \quad (13a)$$

$$X_{am} = 0 \text{ se } P_{me} \leq C_{am} \quad (13b)$$

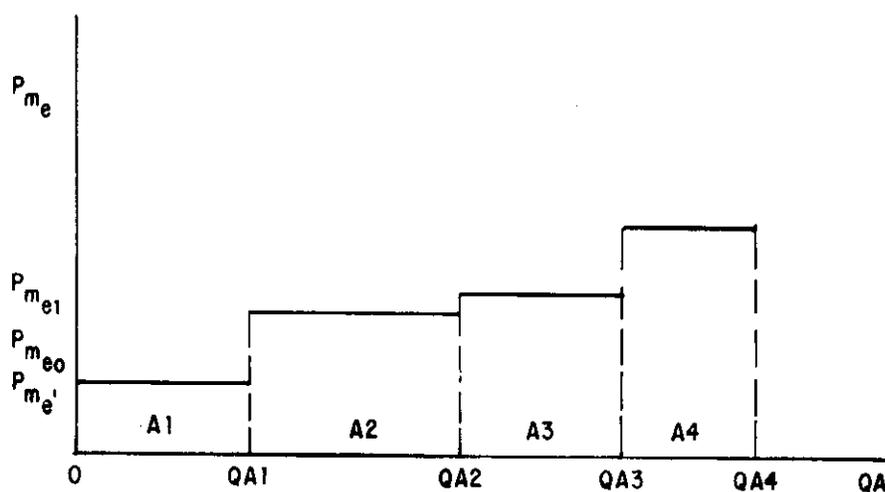
O gráfico a seguir mostra esta função para o caso onde são considerados quatro processos de produção ( $m = 1, 4$ ). Os patamares desta função correspondem aos custos marginais (iguais aos custos médios) associados a cada atividade. Quando o preço de importação do petróleo for  $P_{me0}$ , somente a atividade A1 é rentável, e a produção de álcool é igual a  $0QA1$ . Um aumento de  $P_{me}$  (para  $P_{me1}$ , por exemplo) torna a técnica A2 rentável, produzindo-se então  $0QA2$ . No caso de  $P_{me}$  ser inferior a  $P_{me'}$ , toda a produção cessa – equação (13b).

No caso do álcool residual (atividades A3 e A4 no modelo), a capacidade de produção é limitada por restrições técnicas ligadas à produção de açúcar. A equação (13a) é então limitada pela expressão:

$$\sum_m X_{am} = \sum_m Q_{am} \text{ se } \sum_m Q_{am} < a_s X_{as} \quad (13c)$$

$$\sum_m X_{am} = a_s X_{as} \text{ se } \sum_m Q_{am} \geq a_s X_{as} \quad (13d)$$

#### OFERTA DE ALCÓOL



onde  $X_{a_s}$  é a produção de açúcar e  $a_s$  um coeficiente técnico associado à quantidade de melão produzida durante a fabricação de açúcar.

Visto sob o ângulo da programação linear, esta procura do nível ótimo da produção de álcool pode ser formalizada como se segue:

$$\text{Max } \pi_a = \sum_m X_{a_m} P_{m_e} - \sum_m \sum_n b_{nm} P_{d_n} X_{a_m}$$

sob a restrição  $\sum_m b_{nm} X_{a_m} \leq I_{d_n}$  e  $X_{a_m} \geq 0$ .

$\pi_a$  representa o lucro global na indústria do álcool e  $P_{d_n}$  os preços dos insumos, que são determinados competitivamente no modelo. O nível ótimo deste programa pode ser obtido pelo método simplex.

### 3.1.3 – Lucros e investimentos

A avaliação da produção de álcool ao preço de importação do petróleo, combinada com a hipótese de que o capital, uma vez instalado, não se desloca de uma atividade à outra, implica, a curto prazo, a existência de uma “renda” auferida pelo capital, apesar da presença de rendimentos constantes de escala.

O lucro (resultado líquido de exploração)  $\pi_{a_m}$  pode ser escrito como:

$$\pi_{a_m} = P_{m_e} - C_{a_m} \quad (14)$$

Os investimentos ( $I_{da_m}$ ) são função da rentabilidade relativa do setor alcooleiro — mensurada pela razão entre as taxas de lucro neste setor ( $r_{k_a}$ ) e no resto do setor urbano ( $r_{k_u}$ ):

$$I_{da_m} = \alpha_m \left( \frac{r_{k_a}}{r_{k_u}} \right)^{\beta_m} \quad (15)$$

$r_{k_u}$  é definida a partir da função de produção urbana. A acumulação de capital no setor é determinada pelo investimento do período anterior e pela taxa de depreciação:

$$K_{a_{m_t}} = (1 - \delta_{a_m}) K_{a_{m_{t-1}}} + I_{da_{m_{t-1}}} \quad (16)$$

### 3.1.4 – Valor agregado e renda

O valor agregado a preços constantes é dado pela seguinte expressão:

$$V_{aa} = \sum_m (1 - \sum_j a_{jm}) X_{a_m} \quad (17)$$

A renda total bruta (depreciação incluída) gerada na produção de álcool é formada pela renda do capital e do trabalho:

$$Y_{aa} = \sum_m \pi_{a_m} X_{a_m} + \sum_m a_{cm} W_u X_{a_m} + \sum_m a_{km} \delta_{a_m} X_{a_m} \quad (18)$$

Utilizando as equações (12a) e (12b), esta expressão pode ser escrita como:

$$Y_{aa} = \sum_m (P_{m_e} - \sum_j a_{jm} P_{d_j}) X_{a_m} + \sum a_{km} s_{a_m} P_k X_{a_{m'}} + \\ + \sum_m a_{cs_m} s_{ma_m} P_{d_{cs}} X_{a_m} \quad (18a)$$

com  $m = 2, 4, 6$  e  $m' = 1, 10$ .

O primeiro termo da equação (18a) corresponde ao valor agregado a preços correntes originado no setor, enquanto os dois outros termos representam as subvenções dadas aos produtores de álcool dentro do quadro institucional do PROÁLCOOL. Esta expressão pode ainda ser escrita como:

$$Y_{aa} = P_{ra} V_{aa} + \sum_{m'} a_{km'} s_{a_{m'}} P_k X_{a_{m'}} + \sum_m a_{cs_m} s_{ma_m} P_{d_{cs}} X_{a_m} \quad (18b)$$

O preço do valor agregado,  $P_{ra}$ , é definido como:

$$P_{ra} = \sum_m (P_{m_e} - \sum_j a_{jm} P_{d_j}) X_{a_m} / V_{aa} \quad (19)$$

### 3.2 — Funcionamento do modelo

Dois equações são ainda fundamentais à compreensão do mecanismo de funcionamento do modelo. Em primeiro lugar, a equação (20), que define os preços pagos aos produtores agrícolas e desempenha um papel crucial na transmissão intersetorial dos efeitos de políticas econômicas e/ou choques exógenos alternativos:

$$P_{p_i} = \phi_{1i} P_{w_i} + \phi_{2i} P_{I_i} + \phi_{3i} P_{gdp} \quad (20)$$

com  $\sum_j \phi_{ji} = 1$ , e onde  $P_{w_i}$  é o preço mundial do bem  $i$ ,  $P_{I_i}$  o preço dos insumos utilizados na produção do bem  $i$  e  $P_{gdp}$  o deflator do PNB.

Os parâmetros  $\phi_{1i}$ ,  $\phi_{2i}$  e  $\phi_{3i}$  refletem as políticas de preço adotadas para os diferentes produtos. Supõe-se que a escolha destes parâmetros é feita de modo a conciliar a necessidade de exportar para obter as divisas indispensáveis ao desenvolvimento com as exigências do setor urbano em termos de bens alimentares e de matérias-primas. As culturas de exportação são

mais ligadas aos preços mundiais, enquanto que as culturas alimentares são mais protegidas ( $\phi_3$  é grande) com o intuito de salvaguardar o poder de compra urbano e limitar a alta dos custos industriais.

A importância crucial da cana-de-açúcar — matéria-prima energética, bem alimentar e provedora de divisas — levou o governo a isolá-la das instabilidades do mercado internacional. Como consequência, as flutuações do preço internacional do açúcar quase não se repercutem sobre o seu preço doméstico ( $\phi_1$  é muito pequeno). Supomos então que a regra de fixação do preço da cana-de-açúcar baseia-se nas condições da oferta e da demanda e na evolução dos custos. A equação (20) torna-se então:

$$P_{p_{cs}} = \phi_{1_{cs}} P_{w_{cs}} + \phi_{2_{cs}} P_{I_{cs}} + \phi_{3_{cs}} P_{p_{cs}}^e \quad (20a)$$

com  $\sum_j \phi_j$ ,  $cs = 1$  e  $j = 1, 3$ , e onde  $P_{p_{cs}}^e$  é o preço que assegura o equilíbrio entre a oferta e a demanda, a qual inclui também as exportações.

Para a mandioca, produto “não comerciável”, a equação (20) escreve-se como:

$$P_{p_{ma}} = \phi_{2_{ma}} P_{I_{ma}} + \phi_{3_{ma}} P_{p_{ma}}^e \quad (20b)$$

com  $\phi_{2_{ma}} + \phi_{3_{ma}} = 1$ , e onde  $P_{p_{ma}}^e$ , como  $P_{p_{cs}}^e$ , é um preço de equilíbrio que realiza a igualdade entre a oferta e a demanda.

A segunda equação importante do modelo diz respeito à oferta urbana. Como neste setor o salário real é fixado em termos do preço ao consumidor urbano ( $P_{cu}$ ) e o estoque de capital ( $K_u$ ) é predeterminado pela poupança defasada, a produção não agrícola ( $Y_u$ ) a curto prazo é função unicamente dos preços relativos. Com efeito, a maximização dos lucros de modo competitivo através de uma tecnologia CES permite que a oferta de recursos urbanos seja escrita como:

$$Y_u = \beta_u^{1/\rho_u} \left[ 1 - \alpha_u^{1/1+\rho_u} \left( \frac{P_u}{P_{cu} \bar{W}_u} \right)^{1/1+\rho_u} \right]^{1/\rho_u} K_u \quad (21)$$

com  $\sigma_u = 1/1 + \rho_u$ ,  $P_u$  = preço dos recursos urbanos e  $\bar{W}_u$  = salário real urbano, e onde  $\sigma_u$  é a elasticidade de substituição entre o capital e o trabalho e  $\rho_u$ ,  $\alpha_u$  e  $\beta_u$  são os parâmetros de substituição e distribuição associados à tecnologia CES.

Estas duas equações definem as interações entre os setores rural e urbano e encerram o essencial do funcionamento do modelo. Uma alta dos preços agrícolas, por exemplo, através de suas repercussões sobre o custo de vida, aumenta o salário nominal urbano requerido ( $W_u = P_{cu} \bar{W}_u$ ), diminui os lucros industriais e reduz a produção e o emprego. Por outro lado, este aumento nos preços agrícolas estimula a produção e a renda no setor

rural e se traduz por uma demanda adicional pelos produtos urbanos, o que reativa a produção não-agrícola e pressiona para cima o preço dos recursos urbanos. Fica então claro que o efeito final sobre a oferta urbana vai depender da variação dos preços relativos  $P_u/P_{c.u.}$ . O efeito líquido da "inflação"<sup>9</sup> rural sobre a evolução da economia dependerá da magnitude das elasticidades-renda/preço da procura agrícola e da elasticidade da produção urbana em relação ao salário nominal.

#### 4 — A simulação de referência

A simulação de referência baseia-se na extrapolação das tendências históricas das variáveis do modelo. Revisamos, porém, algumas delas para levar em conta a deterioração da situação econômica internacional e o fato de que o Brasil já se encontra em uma fase avançada de sua industrialização. Esta revisão concerne sobretudo ao crescimento global (PNB), que no referencial é inferior ao observado recentemente. A agricultura, no entanto, cresce mais rápido que sua tendência histórica para refletir as vantagens naturais do país neste domínio. A redução do crescimento aplica-se, então, ao setor urbano, para o qual supomos uma taxa de expansão inferior à passada.

A oferta de álcool foi calibrada de modo que, em 1985, aproximadamente 80% do objetivo de produção do PROALCOOL, para este ano, fossem realizados. A repartição da produção entre as diferentes atividades baseia-se nas previsões oficiais desse programa.

Outras hipóteses referentes à evolução da economia foram adotadas no referencial. Comentaremos de forma sucinta algumas delas:<sup>10</sup>

— a evolução dos preços mundiais (agrícolas, fertilizantes, petróleo) é baseada nas projeções do Banco Mundial [cf. World Bank (1980)]; os preços agrícolas, à exceção do preço do açúcar, aumentam durante o período de simulação (1975/90); o preço do petróleo sofre um aumento de 62% entre 1975 e 1980; em seguida, supomos que ele aumente ao ritmo de 3% ao ano;

— a população cresce à taxa média anual de 2,7%; a expansão das terras cultivadas é feita à taxa média anual de 2,0%; e

— a taxa de crescimento do salário urbano situa-se em torno de 2,5% ao ano.

<sup>9</sup> Os termos "inflação"/"deflação" não estão empregados aqui no sentido usual, pelo fato de o nível absoluto dos preços do modelo ser exógeno. Neste contexto, estes termos referem-se simplesmente às altas ou baixas generalizadas de preços em relação ao *numerário*, que no modelo corresponde ao preço mundial dos produtos manufaturados.

<sup>10</sup> Outros parâmetros importantes utilizados no modelo estão expostos no Apêndice 3.

A simulação de referência caracteriza-se por uma sensível melhoria dos termos de troca da agricultura, o que se explica pelas seguintes razões: *a)* a repercussão da alta dos preços mundiais agrícolas sobre os preços do setor rural através da equação (20); *b)* a pressão sobre os preços rurais gerada pela demanda adicional do PROÁLCOOL, que sozinho absorve 3,6% da produção agrícola total; e *c)* o crescimento mais rápido dos recursos urbanos, que se traduz em um declínio dos preços neste setor.

Como conseqüência desta evolução, observa-se que as desigualdades inter-setoriais de renda são sensivelmente atenuadas.

O referencial caracteriza-se também por uma importante contenção das importações de petróleo, o que se explica pelas seguintes razões: *a)* aumento do preço do petróleo após 1978, melhorando a competitividade da produção doméstica e reduzindo o consumo; e *b)* aumento da produção de álcool.

A rápida expansão da oferta de álcool é parcialmente imputada à alta do preço do petróleo que viabiliza aquele produto. Contribuíram também para a expansão deste setor os seguintes fatores: *a)* a redução dos custos industriais resultante da baixa dos preços urbanos; *b)* a diminuição da rentabilidade dos investimentos no resto da economia, tornando assim as inversões no PROÁLCOOL mais atrativas em termos relativos; e *c)* as subvenções concedidas pelo governo ao setor alcooleiro. Conjuntamente, estes fatores são responsáveis pelo forte crescimento da rentabilidade da produção de álcool.

No setor externo, as exportações crescem mais rápido que as importações. O mecanismo implícito nesta evolução pode ser descrito do seguinte modo: a disponibilidade limitada de capitais estrangeiros (restrição externa) implica que o aumento da conta do petróleo e a expansão das importações induzidas pelo crescimento devem ser compensadas por exportações adicionais, o que é possível devido à deterioração dos termos de troca do setor externo, a qual, através das variações de preços e renda, aumenta as exportações e contém a demanda de importações.

Vale ressaltar que a trajetória que acabamos de descrever não deve ser considerada como um conjunto de previsões para a economia brasileira. Ela reflete unicamente as hipóteses adotadas para o comportamento futuro das variáveis e se destina essencialmente a servir de referencial para os diferentes cenários que serão explorados na próxima seção.

## 5 — Resultado das simulações

Nesta seção, serão testadas algumas políticas econômicas e choques exógenos suscetíveis de influenciar a *performance* do PROÁLCOOL. Discutir-se-á, em primeiro lugar, o impacto de uma redução do preço do petróleo (ALC1) e um cenário no qual serão eliminados os subsídios ao PROÁLCOOL (ALC2). As políticas econômicas e os choques exógenos são

sempre analisados dentro de um quadro de equilíbrio parcial, e será interessante ver quão diferentes serão os efeitos de tais medidas sobre o desempenho do PROÁLCOOL quando se consideram as complexas interações econômicas inerentes à análise de equilíbrio geral e que não são abordadas pela análise tradicional. Finalmente, tendo em conta a importância do PROÁLCOOL, serão examinados os efeitos multiplicadores deste programa, bem como suas repercussões sobre a economia. Para tal, no cenário ALC3 será suprimida toda a produção de álcool e estudar-se-á, então, a economia na ausência deste programa.

Comentaremos sistematicamente os efeitos das diferentes simulações sobre: a) o PROÁLCOOL; b) a produção rural e urbana; c) os termos de troca rurais-urbanos; e d) a distribuição intersetorial de renda. Ao longo deste trabalho, toda modificação na repartição de renda em favor da agricultura será considerada como uma melhoria da distribuição de renda, pelo fato de que no Brasil, como em outros países em desenvolvimento, o setor agrícola concentra a grande maioria da população de baixa renda.<sup>11</sup>

Os resultados das simulações estão expostos nas Tabelas 1 a 4 e representam a variação percentual em relação ao referencial para o ano final — 1990 — limite do período considerado.

#### *ALC1: Redução do preço do petróleo*

Nesta simulação, o preço mundial do petróleo sofre uma queda de 20% entre 1982 e 1985 e se estabiliza depois, até 1990. Supõe-se que esta hipótese reflita adequadamente a evolução recente do preço deste produto.

A redução do preço do petróleo provoca uma queda muito importante na produção alcooleira, que no ano terminal (1990) terá diminuído 69,3% em relação à simulação de referência. Aos novos preços do petróleo, muitas técnicas de produção não são mais economicamente viáveis, apesar da redução dos custos industriais. É o caso do álcool de cana fabricado nas destilarias autônomas (atividades A5 e A6), do álcool de mandioca que utiliza uma fonte externa de energia durante a transformação industrial (A7) e do álcool de sorgo (A10). Em consequência, a parte relativa do álcool na utilização doméstica de energia passa de 18,1 para 5,0%, tendo como contrapartida a quase duplicação das importações de petróleo.

Os recursos rurais liberados pelo PROÁLCOOL não são totalmente absorvidos pela produção de outras culturas, o que se explica pelos seguintes fatos já citados anteriormente: a) na agricultura a mobilidade fatorial é imperfeita; b) o capital é específico no setor de álcool; e c) outras infle-

<sup>11</sup> Pfeffermann e Webb (1981) constatarem que atualmente, no Brasil, 61% das pessoas consideradas pobres vivem nas zonas rurais, mas ressaltam que este dado provavelmente subestima a pobreza rural pelo fato de que 75% dos pobres urbanos habitam em cidades menores que as regiões metropolitanas. Muitas destas áreas apresentam, em verdade, as mesmas características das zonas rurais, assemelhando-se bem pouco com as zonas urbanas.

TABELA 1

Resultados selecionados — 1990

Variáveis	SIMR <sup>a</sup>	Variação em relação ao referencial (%)			
		ALC1	ALC2		ALC3
			ALC2-1	ALC2-2	
Valor agregado <sup>b</sup>					
<i>a</i> — Agrícola	236,9	-0,48	-0,03	6,27	-0,48
<i>b</i> — Urbano	2.480,4	1,77	-0,42	-4,87	-1,97
<i>c</i> — Total (PNB)	2.717,3	1,57	-0,38	-3,90	-1,84
Renda real disponível <sup>b</sup>					
<i>a</i> — Rural	282,4	-2,36	-0,69	31,44	1,14
<i>b</i> — Urbana	1.962,1	2,63	-1,31	-11,66	-6,49
Diferencial de renda urbano/rural ( <i>per capita</i> )	3,2	4,32	-0,39	-29,83	-6,75
Emprego urbano <sup>c</sup>	33,8	2,51	-0,56	-4,05	-2,96
Preços dos recursos <sup>d</sup>					
<i>a</i> — Rurais ( $P_r$ )	0,950	-6,22	-2,29	3,19	-10,03
<i>b</i> — Urbanos ( $P_u$ )	0,770	-3,25	-2,47	-12,20	-13,19
<i>c</i> — Termos de troca rurais/urbanos ( $a/b$ )	1,233	-3,01	0,19	17,53	3,64
Preços agrícolas					
<i>a</i> — Produtores ( $P_p$ )	1,024	-6,61	-2,46	2,65	-10,11
<i>b</i> — Insumos ( $P_I$ )	0,953	-6,57	-2,47	-3,36	-10,63
<i>c</i> — $P_p/P_I$	1,074	-0,04	0,01	6,22	0,58
Preços ao consumidor urbano ( $P_{cu}$ )					
$P_u/P_{cu}$	0,858	-5,22	-1,96	-11,98	-10,32
	0,898	2,08	-0,52	-0,26	-3,20

<sup>a</sup> SIMR: simulação de referência.

<sup>b</sup> Em bilhões de cruziros de 1975.

<sup>c</sup> Em milhões de homens/ano.

<sup>d</sup> 1975 = 1.

TABELA 2  
*Produção, importações e demanda de energia – 1990*

Variáveis	SIMR <sup>a</sup>	Variação em relação ao referencial (%)			
		ALC1	ALC2		ALC3
			ALC2-1	ALC2-2	
Produção doméstica de energia tradicional	90,1 (55,5)	8,74 (-2,18)	-0,93 (0,12)	-5,64 (-0,28)	-4,52 (0,64)
Álcool	27,1 (18,1)	-69,08 (-72,23)	-21,27 (-20,42)	-54,67 (-52,02)	-100,00 (-100,00)
Importações de petróleo	33,6 (22,4)	82,74 (64,10)	14,93 (16,17)	34,85 (42,73)	69,70 (79,01)
Demanda doméstica	161,1 (100,0)	12,36	-1,12	-5,39	-5,50

<sup>a</sup> SIMR: simulação de referência. Em bilhões de cruzeiros de 1975. Combustíveis unicamente.  
 OBS.: Os números entre parênteses referem-se às partes relativas e suas variações.

TABELA 3  
*Produção de álcool – 1990*

Matérias-primas/ Atividades	SIMR <sup>a</sup> 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Variação em relação ao referencial (%)			
		ALC1	ALC2		ALC3
			ALC2-1	ALC2-2	
Cana-de-açúcar					
A1	4.902,8	-44,87	-3,00	-23,32	
A2	1.811,2	-50,23	-52,24	-85,62	
A3	609,0	-30,05	6,58	-2,94	
A4	437,2	-34,85	-24,77	-43,08	
A5	3.388,2	-100,00	-2,46	-74,35	
A6	2.107,9	-100,00	-92,06	-100,00	
Mandioca					
A7	31,2	-100,00	-24,90	-86,43	
A8	936,2	-65,76	-10,43	-32,75	
A9	624,6	-70,57	-0,08	-29,22	
Sorgo					
A10	765,1	-100,00	-2,60	-64,39	
Total	15.614,0	-69,08	-21,27	-54,67	-100,00

<sup>a</sup> SIMR: simulação de referência.

xibilidades incorporadas no modelo impedem que os ajustamentos econômicos sejam plenamente realizados.<sup>12</sup> Em conseqüência, assiste-se então a uma pequena contração da oferta agrícola, apesar da diminuição dos preços dos insumos industriais e da expansão da demanda pelos produtos deste setor. Bem diferente é a situação no setor urbano, onde a queda tanto do preço do petróleo como dos preços rurais reduz o preço ao consumidor urbano ( $P_{c_u}$ ). Como o salário real é fixo, esta diminuição de  $P_{c_u}$  traduz-se por uma redução do salário nominal requerido, aumentando, assim, os lucros industriais. Em conseqüência desta evolução, tem-se uma expansão da produção e do emprego urbano — equação (21).

A queda do preço dos recursos rurais e da produção agrícola, aliada à expansão da produção urbana (a qual freia a redução do preço dos recursos urbanos), reflete-se na deterioração dos termos de troca da agricultura. Como esta variável é crucial na determinação da distribuição de renda, acentuam-se as disparidades intersetoriais de renda em detrimento da zona rural.

O aumento das importações de petróleo causado pela redução do preço deste produto e pela desaceleração do PROÁLCOOL requer a geração de um excedente exportável para compensar estas importações adicionais, já que a disponibilidade de divisas é limitada e o modelo opera sob a lei de Walras. O mecanismo de preços vai então atuar no sentido de reequilibrar as contas externas. Com efeito, a redução dos preços internos torna as exportações — tanto agrícolas como industriais — mais competitivas e freia a demanda de importações de outros produtos que não o petróleo, liberando assim as divisas necessárias ao pagamento da conta do petróleo.

#### *ALC2: Eliminação das subvenções do PROÁLCOOL*

Neste cenário, suprimiram-se as diferentes subvenções ao setor alcooleiro, mantendo-se, porém, as tarifas aduaneiras, tanto sobre o petróleo como sobre o resto da economia.

A eliminação dos subsídios ao setor alcooleiro provoca de imediato a supressão da quase totalidade da produção de álcool. Em 1977, somente a atividade A3 — álcool de melaço fabricado na região Centro-Sul — era rentável.

O excesso de oferta de recursos engendrado pela desativação do PROÁLCOOL reduz o preço dos recursos rurais ( $P_r$ ) e estimula a produção do resto do setor agrícola. Esta baixa transmite-se aos preços pagos aos produtores através da equação (20). Como na simulação precedente, o *trade-off* existente entre a produção de álcool e a produção de culturas energéticas garante a quase estabilidade da produção agrícola. Convém notar que o maior crescimento ocorre na produção de exportáveis, já que os

<sup>12</sup> Exemplos destas inflexibilidades são a mobilidade setorial imperfeita dos fatores, a rigidez do salário real urbano, a persistência de um diferencial de renda urbano-rural, a disponibilidade limitada de divisas, etc., que constituem desvios em relação à flexibilidade neoclássica e, supostamente, caracterizam a economia brasileira.

preços destes produtos estão mais ligados aos preços mundiais exógenos -- ver equação (20) -- e, portanto, caem menos. Por outro lado, contrariamente ao esperado, a expansão da produção das culturas alimentares é menor, visto que sobre estes produtos pesa a restrição de fornecer "comida barata" ao resto da economia. No setor urbano, tem-se que, se, por um lado, a eliminação dos subsídios ao setor alcooleiro aumenta a poupança e, por conseguinte, o investimento urbano<sup>13</sup> (provocando, assim, a expansão da produção), por outro lado, o aumento *relativo* do salário nominal (o preço ao consumidor urbano baixa mais lentamente que o preço dos recursos urbanos pelo fato de estar mais ligado aos preços mundiais exógenos) reduz os lucros neste setor e contrai a produção. Como o primeiro efeito não é suficiente para contrabalançar o segundo efeito, assiste-se a uma redução da produção e do emprego não-agrícola.

A longo prazo, a "deflação" generalizada na economia -- redução dos custos das matérias-primas energéticas, dos preços dos insumos industriais e da rentabilidade dos investimentos no resto do setor urbano -- contribui para restaurar a rentabilidade do setor alcooleiro, atenuando, assim, a contração da capacidade de produção. No ano terminal -- 1990 -- a produção de álcool sofre uma queda de 21,3% em relação ao referencial, apesar da supressão total das subvenções concedidas a esta atividade.

A distribuição da produção entre as diferentes atividades em 1990 caracteriza-se por uma redução importante das atividades A2, A4 e A6 -- álcool de cana produzido no Nordeste --, as quais, além de extremamente subsidiadas anteriormente, representavam, no referencial, 27,9% da produção total e perfazem agora apenas 11,2%. Esta realocação da produção se faz em benefício das atividades, utilizando o sorgo e a mandioca como matérias-primas, que vêem sua participação relativa passar de 14,9 para 17,9%.

As importações adicionais de petróleo destinadas a substituir o álcool são financiadas por exportações suplementares -- agrícolas e industriais -- e pela redução das importações não-energéticas. Isto é possível graças à "deflação" interna refletida na deterioração dos termos de troca externos ( $P_e/P_m$  tem uma diminuição de 3,4% em 1990).

Foi também testada uma variante deste cenário (ALC2-2), na qual será avaliada a rentabilidade do PROALCOOL na ausência de subvenções, impostos e proteção aduaneira. Trata-se de determinar a rentabilidade social da produção de álcool. Esta distinção se justifica na medida em que a rentabilidade social da produção de cada atividade pode ser diferente da rentabilidade privada utilizada no modelo, já que esta inclui distorções de preços tais como subvenções, impostos, tarifas, etc.<sup>14</sup> Suprimiram-se então neste cenário as tarifas aduaneiras (inclusive as tarifas implícitas na

<sup>13</sup> Vale ressaltar que a hipótese feita no modelo é de que o governo investe sua poupança unicamente no setor urbano.

<sup>14</sup> Para uma discussão mais aprofundada da diferença entre as rentabilidades social e privada, cf. Corden (1974).

agricultura) sobre a economia e eliminou-se a totalidade dos impostos/subvenções incidentes sobre o PROÁLCOOL.

No que respeita ao PROÁLCOOL, esta variante apresenta resultados similares aos da versão precedente. Apesar da supressão total das subvenções e da proteção aduaneira, e a despeito do fato de os preços agrícolas estarem mais elevados, a produção de álcool em 1990 corresponde ainda a 54,7% do seu nível no referencial. Isto ocorre porque a redução dos preços urbanos provocada pela eliminação das tarifas e pela queda inicial na produção de álcool diminui os custos de exploração do PROÁLCOOL, compensando parcialmente a perda das subvenções e da proteção dadas a esta atividade. Este resultado contradiz aqueles obtidos por Barzelay e Pearson (1982), que calcularam a rentabilidade social da produção de álcool de cana fabricado nos Estados do Paraná e de São Paulo. Para tal, avaliaram o álcool ao preço mundial do petróleo, suprimiram todos os impostos e subvenções ligados a este produto e, com base nesta análise, concluíram que, julgado em termos de rentabilidade social, o PROÁLCOOL seria economicamente inviável mesmo a médio prazo. Ora, neste cenário, com exceção do álcool de cana produzido nas destilarias autônomas do Nordeste (atividade A6), a rentabilidade social do álcool já é positiva a partir de 1982. A conclusão de Barzelay e Pearson resulta da interpretação incorreta do conceito de rentabilidade social. Efetivamente, é extremamente criticável eliminar as distorções de preço unicamente no setor alcooleiro, como fizeram estes autores, sem considerar o fato de que estas distorções estão presentes nas demais atividades. Em particular, num contexto altamente protecionista como é o caso do Brasil, suprimir tarifas somente sobre o álcool equivale a dar um subsídio indireto às importações de petróleo e a falsear, assim, os dados relativos à economia da substituição álcool/petróleo. Por outro lado, a dimensão dinâmica da supressão de tarifas — os custos industriais do álcool diminuem em consequência da política livre-cambista — não foi levada em consideração na análise de Barzelay e Pearson.

#### *ALC3: Eliminação do PROÁLCOOL*

Até o momento, tratou-se apenas de determinar em que medida o desempenho do PROÁLCOOL era afetado pelas variações no contexto econômico no qual ele se insere. A esta altura, poder-se-ia inverter a questão e perguntar de que modo a produção de álcool em grande escala influencia as principais variáveis econômicas. Analisar esta questão é importante porque permite a avaliação quantitativa do impacto do PROÁLCOOL sobre a economia brasileira, como também facilita a comparação entre resultados produzidos pelo modelo e aqueles obtidos por outros pesquisadores que quase sempre limitaram-se a estudar este aspecto do problema.

Para realizar este objetivo, examinar-se-á a evolução da economia na ausência do PROÁLCOOL, suprimindo-se neste cenário a totalidade de produção do álcool.

A eliminação do PROÁLCOOL tem um efeito recessivo sobre a economia. O PNB diminui em 1,8% em relação ao referencial. Esta contração

da produção é bem menos importante na agricultura, onde os recursos liberados pelo PROÁLCOOL são utilizados para produzir outras culturas. A rigidez relativa dos preços rurais — ligados parcialmente aos preços mundiais fixos — contribui também para conter a queda da produção agrícola.

No setor urbano, a alta relativa do salário nominal ( $P_u/P_{c_u}$  diminui em 3,2%), conjugada com a redução da demanda pelos produtos industriais, provoca uma contração da produção e do emprego. A longo prazo, este efeito é reforçado pela desaceleração da acumulação de capital neste setor, causada pela diminuição da poupança.

Vale salientar que o impacto da supressão do PROÁLCOOL sobre a economia se exprime essencialmente em termos de preços. As modificações nas variáveis “reais” do modelo são menos importantes. Por conseguinte, pequenas variações na produção são acompanhadas de mudanças significativas nos níveis de renda. Assim, apesar de a queda na produção ter sido de 0,5 e 1,8% para os setores rural e urbano, respectivamente, as perdas correspondentes em termos de renda foram de 9,6 e 16,6%. Este resultado explica-se pela importância do efeito preço no equilíbrio geral, bem como pelas diferentes inflexibilidades introduzidas no modelo.

A melhoria dos termos de troca rurais-urbanos, observada neste cenário, explica o essencial da atenuação das disparidades intersetoriais de renda.

Os recursos agrícolas liberados pela eliminação do PROÁLCOOL e a melhoria da competitividade externa, resultante da “deflação” interna, aumentam as exportações e contêm a demanda de importações, tanto urbanas como rurais. As receitas adicionais em divisas são utilizadas para financiar as importações suplementares de petróleo destinadas a substituir o álcool.

Tendo descrito os principais efeitos econômicos da eliminação da produção de álcool, no que se segue far-se-á um rápido balanço das conclusões sugeridas neste cenário:

— Contrariamente às intenções do governo quando de sua implantação, o PROÁLCOOL não atenua as divergências setoriais em termos de renda, concorrendo, ao invés disso, para agravá-las. A melhoria da repartição de renda que acompanha a cessação da produção de álcool explica-se primeiramente pelos *trade-offs* implicados por este programa; a redução da oferta das culturas energéticas é parcialmente compensada por uma maior produção das outras culturas, o que freia a queda da produção rural. A política de preços em vigor na agricultura (preços ligados aos preços internacionais exógenos) contribui também para manter a renda rural em caso de recessão, já que ela limita o declínio dos preços agrícolas e concorre, assim, para a alta dos termos de troca rurais-urbanos observada.

— Apesar de, isoladamente, representar apenas uma pequena fração da oferta global, o PROÁLCOOL é muito importante para a economia graças aos seus efeitos multiplicadores. Calculou-se que cada cruzeiro gerado na produção de álcool aumenta o PNB em Cr\$ 1,84 (cruzeiros constantes em 1975) quando se leva em conta os seus efeitos diretos e indiretos.

Os *trade-offs* implicados pelo PROÁLCOOL — sobretudo aqueles relativos à oferta de alimentos e/ou às exportações agrícolas — são bem menos importantes que os sugeridos pelos inúmeros estudos consagrados a esta questão (para melhor ilustrar este ponto, na Tabela 4 mostra-se o cálculo dos principais *trade-offs* envolvidos no PROÁLCOOL). A redução de Cr\$ 1,00 na produção de álcool corresponde a um aumento de Cr\$ 0,16 e de Cr\$ 0,21, respectivamente, na produção de culturas de exportação e de outros produtos agrícolas. Este *trade-off* é particularmente pouco importante no que respeita às culturas alimentares (arroz e feijão no modelo), para as quais a expansão da produção resultante da diminuição de cada cruzeiro gerado na produção de álcool é de apenas Cr\$ 0,01. Isto se explica pela política de preços adotada pelo governo *vis-à-vis* estas culturas, a qual consiste em ligar seus preços à evolução dos preços urbanos com o intuito de conter a alta dos custos industriais — ver equação (20). Este resultado vem pelo menos matizar as afirmações contidas na vasta literatura consagrada ao PROÁLCOOL, segundo as quais as culturas alimentares seriam as primeiras a ceder lugar às culturas energéticas. A simulação do modelo sugere também que as penúrias de bens alimentares no Brasil explicam-se, em parte, pelas políticas discriminatórias com respeito a esses produtos e, em parte, pelos baixos níveis de produtividade que caracterizam estas culturas.<sup>15</sup> Aliás, convém lembrar que as carências na oferta de arroz/

TABELA 4

*Trade-offs implicados pelo PROÁLCOOL — 1990*

Culturas	Cruzeiros/Cruzeiros de álcool	
	Produção <sup>a</sup>	Exportação <sup>b</sup>
De exportação	—0,160	—0,80
Alimentares	—0,017	—0,026
De outros produtos agrícolas	—0,212	—0,124
De açúcar	—	—0,079

<sup>a</sup> Cruzeiros de 1975.

<sup>b</sup> Avaliados aos preços mundiais.

<sup>15</sup> Além da política de preço referida, estas discriminações refletem-se, por exemplo, na dificuldade de acesso às facilidades do programa de preços mínimos por parte dos produtores destas culturas [cf., a respeito, Fox (1978) e Quadros (1981)]. No que se refere à produtividade, Melo (1983) constata que durante o período 1949/76 a taxa de crescimento da produtividade (t/ha) para o arroz e o feijão foi negativa, o que se explicaria pelo baixo nível tecnológico destas culturas. Tomando como indicador o número de pesquisas agrícolas desenvolvidas no Estado de São Paulo, ele constata que poucas dentre elas eram consagradas às culturas alimentares anteriormente citadas.

feijão, em particular, bem como as causas que as engendram, são anteriores à implantação do PROÁLCOOL. A transformação em energia de biomassas agrícolas concorreu, no máximo, para o agravamento desta tendência.<sup>16</sup>

No tocante às exportações, os *trade-offs* são também relativamente pouco importantes pelas razões acima descritas. Mesmo no caso do açúcar, cujo aumento do volume de exportações é importante (33,6% em 1990), a receita em divisas gerada por estas exportações suplementares é relativamente pequena. A supressão de Cr\$ 1,00 originado na produção de álcool gera apenas Cr\$ 0,07 de divisas adicionais em açúcar exportado, o que se explica pelo fato de no período analisado (1975/90) o preço do petróleo aumentar fortemente, enquanto o preço mundial do açúcar diminuiu.

## 6 — Considerações finais e conclusões

Neste trabalho analisou-se a viabilidade econômica do PROÁLCOOL em diferentes situações e exploraram-se, a nível macroeconômico, suas repercussões dentro de um quadro tecnológico, econômico e institucional dado, descrito pelo modelo de equilíbrio, utilizado nas simulações.

O exame dos cenários testados sugere que este programa de substituição energética é viável do ponto de vista econômico e merece ser encorajado, apesar dos *trade-offs* diversos que ele suscita.

Os resultados das simulações mostram que os efeitos multiplicadores do PROÁLCOOL são expressivos, o que vem confirmar o interesse de se avaliá-lo dentro de um quadro de equilíbrio geral. Acrescenta-se que a utilização de uma tal abordagem se justifica também pelo fato de que o impacto imediato de determinadas políticas econômicas e/ou choques exógenos sobre o PROÁLCOOL é por vezes significativamente diferente daquele a longo prazo; em certos cenários, o impacto definitivo é até mesmo oposto ao que se verifica no início. Esta diferença constitui uma limitação importante dos muitos estudos consagrados ao PROÁLCOOL e pode comprometer a validade das conclusões sugeridas, já que eles se restringem aos efeitos estáticos.

Vale ressaltar que, embora o programa contribua efetivamente para a expansão da economia, mensurada em termos de crescimento do PNB, ele levanta problemas no que respeita à evolução do bem-estar social.

<sup>16</sup> Não se nega a gravidade destes *trade-offs* a curto prazo, como o que se observa na realidade brasileira. Todavia, sendo o modelo de médio/longo prazo, não integra estes tipos de desequilíbrio, que se supõe serem absorvidos entre os períodos considerados.

Certos resultados do modelo parecem indicar que, visto sob este ângulo, a influência do PROÁLCOOL é negativa, embora tais efeitos sejam bem menos importantes que aqueles sugeridos pelos estudos de equilíbrio parcial. Dentre estes efeitos, os que suscitam maiores discussões são aqueles que concernem à substituição de culturas e à distribuição de renda.

Com relação ao impacto do programa sobre a oferta agrícola, os resultados mostram que o *trade-off* existente entre a produção do álcool e esta variável é menor do que se supunha nos estudos de equilíbrio parcial, o que se explica pela natureza mesmo do equilíbrio geral. Se, por um lado, a expansão do PROÁLCOOL encarece os custos de produção das outras culturas, provocando, assim, uma redução na oferta, por outro lado, esta alta de custos repercute parcialmente sobre os preços, freando, assim, a queda da produção. A poupança rural responde também às variações dos preços agrícolas e influencia, por sua vez, a disponibilidade de recursos. No caso dos alimentos, viu-se anteriormente que a política de preços e os baixos níveis de produtividade explicam as carências na oferta destes produtos.

Sob o ângulo da distribuição de renda, o PROÁLCOOL favorece o setor urbano, concorrendo, assim, para agravar as disparidades intersetoriais de renda em detrimento da agricultura. Este resultado contradiz um dos objetivos do governo ao lançar este programa, já que se pretendia utilizá-lo para atenuar as desigualdades de renda entre o campo e a cidade. Embora este efeito não seja muito importante, deve ser considerado com a devida atenção pelos responsáveis pela implantação do PROÁLCOOL, na medida em que o Brasil figura entre os países onde a renda é mais concentrada [cf., a respeito, Chenery *et alii* (1975)].

Concluimos então que, dada a presença de inflexibilidades diversas na economia brasileira, o PROÁLCOOL aumente efetivamente a margem de manobra dos planejadores na medida em que é economicamente viável a médio prazo (mesmo avaliado aos preços mundiais) e contribui para diminuir a conta do petróleo, que constitui atualmente uma restrição maior ao crescimento. O programa parece então ser preferível a outros que também supõem a substituição de importações, primeiro porque é mais intensivo em mão-de-obra (o que não deve ser negligenciado em um país onde a força de trabalho cresce de modo extremamente rápido) e, segundo, porque se pode esperar que seus efeitos inflacionários sejam menores que aqueles de outros programas de substituição de importações, já que nele as importações de petróleo são substituídas pelo álcool, que é um produto economicamente viável.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Este estudo foi concluído antes da queda do preço do petróleo e, portanto, não leva em conta a evolução recente do preço deste produto. Acreditamos, porém, que as variações de curto prazo que atualmente caracterizam o mercado mundial do petróleo não comprometem a validade dos nossos resultados, já que eles são supostos como ajustamentos de médio/longo prazo.

## Apêndice I — Agregação: produtos, setores e atividades

Produtos ( $i = 1, 11$ )	Setores e atividades ( $j = 1, 21$ )			
	Rural	Urbano		
		Energético		Não-energético
		Tradicional	Álcool: atividades A1 a A10	
(1) — (6)	(7)	(8) — (17)	(18) — (21)	
1 — Sorgo				
2 — Mandioca				
3 — Açúcar				
4 — Culturas de exportação (café, cacau, algodão, soja)				
5 — Culturas alimentares (arroz, feijão)				
6 — Outros produtos agrícolas				
7 — Energia				
8 — Indústria alimentar				
9 — Fertilizantes				
10 — Outros produtos manufaturados				
11 — Serviços				

## Apêndice 2 — Descrição das atividades

### a) *Alcool de cana-de-açúcar:*

- A1 e A2: Álcool *direto* produzido nas destilarias *anexas* localizadas, respectivamente, nas regiões *Centro-Sul* e *Norte/Nordeste*;
- A3 e A4: Álcool *residual* fabricado nas destilarias *anexas* localizadas, respectivamente, nas regiões *Centro-Sul* e *Norte/Nordeste*; e
- A5 e A6: Álcool *direto* produzido nas destilarias *autônomas* situadas, respectivamente, nas regiões *Centro-Sul* e *Norte/Nordeste*.

### b) *Alcool de mandioca:*

- A7: Álcool de mandioca que utiliza fontes externas de energia (óleo combustível) na transformação industrial;

- A8: Alcool de mandioca produzido dentro de um sistema de produção agrícola integrado, onde parte do hectare é plantado com madeira, destinada a fornecer energia a ser utilizada durante o processo industrial; e
- A9: Alcool de mandioca produzido dentro do sistema de produção acima descrito, e onde a produtividade agrícola é mais elevada, o que diminui os custos em termos de matéria-prima.

c) *Alcool de sorgo:*

A10: Alcool de sorgo produzido sob condições hipotéticas.

### Apêndice 3

A base estatística do trabalho provém das informações da Matriz de Insumo-Produto (1970), da Contabilidade Nacional e dos Censos Econômicos (1970/75) e o restante foi coletado em fontes diversas. Muitos dos parâmetros do modelo não foram estimados, mas sim calculados diretamente a partir dos dados do ano-base, que, em nosso caso, é 1975. Certos parâmetros baseiam-se em trabalhos econométricos existentes e/ou resultam de suposições feitas em relação ao comportamento das variáveis.

Em virtude de restrições de espaço, não apresentaremos aqui uma discussão completa da base estatística e paramétrica do trabalho. Limitar-nos-emos, nas Tabelas A.3.1 e A.3.2, a indicar os valores para os principais parâmetros apresentados no texto. O leitor interessado deve remeter-se às referências apropriadas anteriormente citadas.

TABELA A.3.1

*Coefficientes da equação de preços agrícolas — equação (20)*

Culturas	Coefficientes		
	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$
1 — Sorgo	0,0	1,0	0,0
2 — Mandioca	0,7	0,3	0,0
3 — Açúcar	0,15	0,35	0,5
4 — Culturas de exportação	0,7	0,2	0,1
5 — Culturas alimentares	0,1	0,5	0,4
6 — Outros produtos agrícolas	0,35	0,5	0,15

TABELA A.3.2

*Elasticidade dos investimentos no PROÁLCOOL com respeito à rentabilidade relativa do setor ( $\beta_m$ )*

$\beta_m$									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
0,8	1,0	1,0	1,1	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5

Finalmente, as elasticidades de substituição entre a energia doméstica “tradicional” e o petróleo/álcool ( $\sigma_e$ ) e o capital e o trabalho ( $\sigma_u$ ) utilizadas foram de, respectivamente, 0,25 e 0,9.

### Abstract

*The objective of this paper is a quantitative evaluation of the economic effects of PROÁLCOOL using a general equilibrium model. The analysis suggests that this program is economically viable; but from the point of view of social welfare, its influence is negative, although such effects are much less important than those suggested by partial equilibrium studies.*

### Bibliografia

- ADELMAN, I., and ROBINSON, S. *Income distribution policy in developing countries — a case study of Korea*. London, Oxford University Press, 1970.
- ARMINGTON, P. A theory of demand for products distinguished by place of production. *IMF Staff Papers*, 16:159-78, 1969.
- BARZELAY, M., and PEARSON, R. S. Efficiency of producing alcohol for energy in Brazil. *Economic Development and Cultural Change*, 31:131-44, 1982.
- BROWN, L. R. *New competition for the world's cropland*. Washington, D. C., 1979 (Worldwatch Paper, 35).
- BUENO, R. *Proálcool: rumo ao desastre*. Petrópolis, Vozes, 1980.
- CARRIN, G., GUNNING, J., WAELEBROECK, J., et al. *Growth and trade of developing countries: a general equilibrium analysis*. CEME, Université Libre de Bruxelles, 1982 (Discussion Paper, 8210).

- CHENERY, H. B., AHLUWALIA, M. S., e BELL, C. L. *Redistribution with growth*. London, Oxford University Press, 1975.
- CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Avaliação tecnológica do álcool etílico*. Brasília, 1979.
- CORDEN, W. M. *Trade policy and economic welfare*. Oxford, Oxford University Press, 1974.
- DIAMOND, M. Towards a change in the economic paradigm through the experience of developing countries. *Journal of Development Economics*, 5:19-53, 1974.
- FOX, R. *Brazil minimum price policy and the agricultural sector of Northeast Brazil*. IFPRI, Washington, D. C., 1978 (Research Report, 9).
- JOHANSEN, L. *A multisectoral study of economic growth*. Amsterdam, North-Holland, 1960.
- JORGENSEN, D. W. Capital theory and investment behavior. *American Economic Review*, 53:247-59, 1968.
- KNIGHT, P. T. Brazilian socio-economic development: issues for the eighties. *World Development*, (9), 1981.
- LLUGH, C. The extended linear expenditure system. *European Economic Review*, 4:21-32, 1983.
- MATTUELLA, J. L. Produção de álcool e utilização de mão-de-obra no Sul do Brasil. *Revista de Economia Rural*, 21:71-89, 1983.
- MELO, F. H. de. Trade policy, technology and food prices in Brazil. *Quarterly Review of Economics and Business*, 23:58-78, 1983.
- MELO, F. H. de., e PELIN, E. R. *A crise energética e o setor agrícola no Brasil*. São Paulo, 1980, mimeo.
- MERCENIER, J., and WAELEBROECK, J. *The sensitivity of developing countries to external shocks in an interdependent world*. Institut des Études Européennes, DT 38, Université Libre de Bruxelles, 1983.
- PFEFFERMANN, G., e WEBB, R. Pobreza e distribuição de renda no Brasil: 1960-1980. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 37:147-75, 1981.
- QUADROS, S. O crescimento da lavoura canavieira no Brasil na década de 70. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 37:39-54 1981.
- SOUSA, M. C. S. de. *Evaluation économique du Programme National de l'Alcool (PNA) au Brésil: une analyse d'équilibre générale*. Tese de Doutorado. Université Libre de Bruxelles, 1984.

- . Impactos de políticas econômicas alternativas sobre o desempenho da agricultura: uma análise de equilíbrio geral. *Estudos Econômicos*, São Paulo, 15:109-25, 1985.
- . Proteção, crescimento e distribuição de renda no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 41 (1):99-116, jan./mar. 1987.
- TAYLOR, L. Theoretical foundations and technical implications. In: BLITZER, C. R., CLARCK, P. C., e TAYLOR, L., eds. *Economy wide models and development planning*. Oxford, Oxford University Press, 1976.
- VEIGA FILHO, A. A., GATTI, E. H., e MELO, N. T. C. *O Programa Nacional do Alcool e seus impactos na agricultura paulista*. São Paulo, IEA, 1980, mimeo.
- WAELEBROECK, J., and GINSBURGH, V. *Activity analysis and general equilibrium modelling*. Amsterdam, North-Holland, 1981.
- WORLD BANK. *Price prospects for major commodities*. Washington, D. C., 1980.

(Originais recebidos em maio de 1986. Revistos em janeiro de 1987.)