

# pesquisa e planejamento econômico

---

volume 13 • agosto 1983 • número 2

## Energia e economia: um modelo integrado para o Brasil \*

EDUARDO M. MODIANO \*\*

*Neste artigo é desenvolvido um modelo de pequeno porte para a análise das inter-relações entre o setor energético e o resto da economia brasileira. O modelo proposto é constituído pela integração de dois módulos distintos: o macroeconômico, descritivo, que caracteriza a economia brasileira através de equações comportamentais, estimadas econometricamente, e de identidades contábeis; e o energético, normativo, que compatibiliza a oferta de fontes primárias com a demanda de formas finais de energia. O modelo integrado energia/economia permite, simultaneamente, avaliar o impacto tanto de alternativas de política econômica sobre a configuração futura do setor energético nacional quanto de alternativas de política energética sobre a evolução da economia brasileira.*

\* Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa Nacional de Pesquisa Econômica (PNPE).

\*\* Do Departamento de Economia da PUC/RJ.

## 1 — Introdução

Imediatamente após o primeiro choque de preços do petróleo, ocorrido em 1973, observou-se na literatura econômica dos países mais desenvolvidos uma proliferação de modelos integrados de planejamento econômico/energético. Enfatizando as inter-relações entre o setor energético e o resto da economia, estes modelos pretendiam simultaneamente avaliar o impacto tanto de alternativas de política econômica sobre a configuração futura do setor energético quanto de alternativas de política energética sobre a evolução do resto da economia. Com esta perspectiva de análise, foram desenvolvidos, entre outros, os seguintes modelos integrados: DRI (Data Resources Institute), por Hudson e Jorgenson (1974) e Data Resources, Inc. (1976); PIES (Project Independence Evaluation System), por Hogan (1975); ETA (Energy Technology Assessment) e posteriormente ETAMACRO, por Manne (1976 e 1979); DRI-Brookhaven, por Hoffman e Jorgenson (1977); e PILOT (The Stanford Pilot Energy/Economic Model), por Connolly *et alii* (1979). A competitividade entre fontes alternativas de energia, os preços relativos da energia no equilíbrio de longo prazo, a realocação dos fatores de produção da economia para o setor energético e o redirecionamento do investimento setorial foram algumas das questões em que se concentrou a utilização destes modelos.

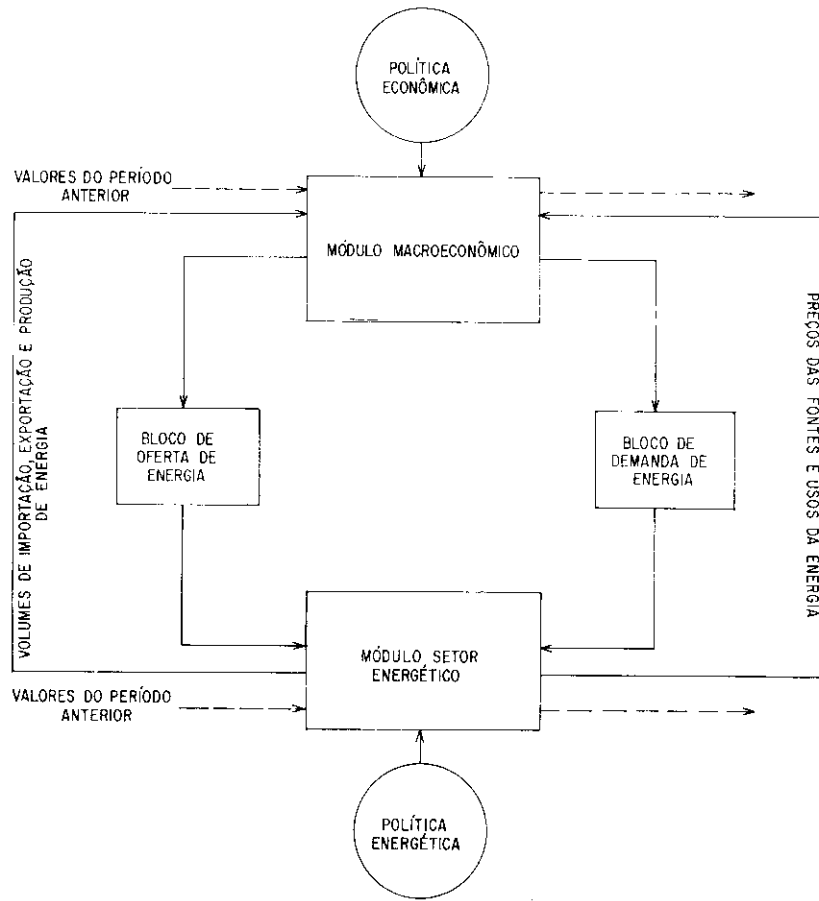
Nos países em desenvolvimento, a elaboração de modelos de grande porte para a análise da questão energética encontra diversos obstáculos. Os níveis diversos de desenvolvimento econômico e social, as singularidades do leque de alternativas de substituição da energia importada, bem como a incomparável disponibilidade de informações sobre o setor, tanto em abrangência quanto em cronicidade, dificultam uma mera transposição de modelos de planejamento energético. Além disso, após os choques de preço do petróleo, as limitações de curto prazo assumem, na maioria dos países em desenvolvimento, pressionados pelo endividamento externo, pelo desemprego e pelo processo inflacionário, proporções semelhantes à necessidade de mudanças estruturais de médio e longo prazos, vislumbradas pelos grandes modelos de energia.

Neste artigo é desenvolvido um modelo de pequeno porte das inter-relações entre o setor energético e o resto da economia para o Brasil. Em sua formulação são consideradas especificamente as características estruturais e institucionais da economia brasileira, inclusive o setor energético, que em alguns aspectos assemelham-se às de outros países em desenvolvimento. Embora, em termos das linhas gerais de concepção e metodologia, tenha sido mantido o formato básico dos modelos citados, a especificação é marcadamente distinta, devido à ênfase dada ao curto e médio prazos.

O diagrama da Figura 1 descreve sumariamente as inter-relações básicas do modelo integrado energia/economia. O modelo é composto por dois módulos: a) o macroeconômico (descritivo) caracteriza, através de equações comportamentais, estimadas econometricamente, e de identidades contábeis, a economia brasileira; e b) o energético (normativo) estabelece, através da solução de um problema de otimização, que determina um equilíbrio econômico, uma configuração para o setor que compatibiliza as ofertas e demandas de formas de utilização final e de fontes primárias de energia. Na interface entre os dois módulos, as demandas e ofertas do setor são relacionadas aos agregados macroeconômicos pelos blocos de “demanda e oferta de energia”.

A operação do modelo integrado está também indicada na Figura 1. O processo inicia-se no módulo macroeconômico com a geração de estimativas de alguns agregados de produção interna e de preços, a partir da evolução prevista das variáveis de política econômica (monetária, fiscal, cambial e salarial) e de conjuntura internacional (comércio e inflação mundial, etc.). Em seguida, os blocos de “demanda e oferta de energia”, que constituem os elementos de ligação entre os módulos, especificam as funções de demanda final e oferta primária de energia como função apenas dos preços, utilizando as estimativas dos agregados macroeconômicos. Torna-se, então, possível completar a formulação de um problema de otimização, no módulo representativo do setor energético nacional, que determine os preços e as quantidades que equilibram as ofertas e demandas de energia. A solução de equilíbrio no setor energético, quando repassada ao módulo macroeconômico, completa um quadro para a evolução da economia brasileira no período.

Figura 1  
ESQUEMA BÁSICO DO MODELO INTEGRADO



A exemplo do modelo BNL/TESOM (Brookhaven Time-Stepped Energy System Optimization Model) desenvolvido por Lukachinsky *et alii* (1979), o encadeamento para-a-frente no horizonte de planejamento caracteriza a dinâmica do modelo integrado. Assim, a solução obtida para um determinado período pode ser utilizada na iniciação das simulações para os períodos subseqüentes, através do ajustamento das variáveis de estoque e da calibração das variáveis defasadas.

Em seguida a esta introdução, na Seção 2 são apresentados os fundamentos teóricos, que permitem a integração dos módulos macroeconômico e energético. Na Seção 3 é descrita a aplicação desta estrutura teórica ao setor energético brasileiro. A natureza das principais restrições à operação do setor energético e as especificidades das ofertas e demandas de energia no Brasil são discutidas ainda nesta seção. A composição do módulo macroeconômico do modelo integrado é sumariamente apresentada na Seção 4. Na Seção 5 são apresentados os resultados de simulações com o modelo integrado para o período 1982/90, correspondentes a três cenários alternativos para a evolução do preço internacional do petróleo. Finalmente, a Seção 6 conclui este trabalho.

## 2 — Fundamentos teóricos da integração do modelo

O setor energético nacional está representado no modelo integrado através de um problema de otimização que permite determinar a função:

$\phi(s,d)$  = custo mínimo de atender a demanda de produtos finais  $d$  quando a disponibilidade de insumos é dada por  $s$ .

Supondo que as transformações do setor energético tenham coeficientes técnicos fixos, a função  $\phi$  pode ser derivada através da solução de um problema de programação linear cujo formato básico é:

$$\begin{array}{ll}
 \phi(s,d) = \min cx & \text{Variáveis duais} \\
 \text{s. a. } A_1x \leq s & (\lambda) \\
 A_2x \geq d & (\gamma) \\
 x \geq 0 & (P)
 \end{array}$$

onde as matrizes de coeficientes técnicos  $A_1$  e  $A_2$  incorporam as eficiências dos distintos processos de transformação da energia, representados pelo vetor  $x$ , e  $c$  denota o vetor de custos unitários destas atividades. Assim, para dados vetores de oferta de fontes primárias e de demanda de formas finais de utilização de energia ( $s$  e  $d$ ,

respectivamente), a solução  $x$  de  $(P)$  indica a configuração de custo mínimo para o setor.

A teoria da dualidade de programação linear permite reexpressar  $(P)$  como:

$$\begin{aligned} \phi(s,d) = \max \quad & \gamma d - \lambda s && \text{Variável dual} \\ \text{s. a.} \quad & \gamma A_2 - \lambda A_1 \leq c && (x) \\ & \gamma, \lambda \geq 0 && \end{aligned} \quad (D)$$

onde  $\gamma$  e  $\lambda$  representam as variáveis duais associadas, respectivamente, às restrições de oferta e demanda. O problema  $(D)$  determina um conjunto de preços, denominados *preços implícitos*, que maximizam o valor da transformação, sujeitos a restrições de lucros não-positivos para as atividades.

As soluções ótimas para  $x$ ,  $\gamma$  e  $\lambda$  devem satisfazer, simultaneamente, além das restrições que compõem os problemas  $(P)$  e  $(D)$ , as condições de complementaridade:

$$\lambda (A_1 x - s) = 0 \quad (1)$$

$$\gamma (A_2 x - d) = 0 \quad (2)$$

$$(\gamma A_2 - \lambda A_1 - c) x = 0 \quad (3)$$

Segundo a condição (1), o preço implícito de uma fonte primária de energia anula-se em situação de excesso de oferta. De forma simétrica, a condição (2) requer um preço implícito nulo para uma forma final de utilização de energia caracterizada por insuficiência da demanda. Ainda, a condição (3) implica um lucro nulo para as atividades operacionais (utilizadas positivamente) na solução ótima.

Observa-se que, ao variarmos parametricamente  $s$  e  $d$  em  $(P)$ , é possível gerar a função de custos  $\phi$ . Devido à linearidade do conjunto de restrições, a função de custos assim derivada não é diferenciável em todos os pontos. No entanto, o conceito de subdiferencialidade de Grinold (1970) permite expressar os preços implícitos como:

$$\frac{\partial \phi}{\partial s} = -\lambda \quad (4)$$

e:

$$\frac{\partial \phi}{\partial d} = \gamma \quad (5)$$

Assim, o preço implícito  $\lambda_i$  mede a redução do custo decorrente de uma unidade adicional de oferta da fonte primária de energia  $i$ . Analogamente, o preço implícito  $\gamma_j$  avalia o incremento no custo de uma unidade adicional de demanda da forma final de energia  $j$ . Através de (4) e (5) é, então, possível associar a  $s$  e  $d$  os conjuntos  $\lambda(s)$  e  $\gamma(d)$ , que representam, respectivamente, a demanda de fontes primárias e a oferta de formas finais do setor energético.

O programa linear  $(P)$  pressupõe a perfeita inelasticidade aos preços das ofertas primárias e das demandas finais. No caso de sensibilidade das ofertas e demandas aos preços, torna-se necessária uma reformulação de  $(P)$ , na linha sugerida por Shapiro (1978), que endogeneíze a determinação simultânea dos preços e das quantidades. Nesta reformulação, condições triviais de equilíbrio entre a oferta e a demanda de insumos e produtos devem ser simultaneamente satisfeitas. De forma genérica, o problema que se coloca é:

$$\begin{aligned} \max \quad & a_1 f(d, z) - a_2 g(s, z) - cx \\ \text{s.a.} \quad & A_1 x - s \leq 0 \\ & A_2 x - d \geq 0 \\ & x \geq 0, s \geq 0 \text{ e } d \geq 0 \end{aligned} \tag{E}$$

onde o vetor  $z$  denota um conjunto de variáveis exógenas ao equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia, tais como a renda real, a produção industrial e o progresso técnico. Os parâmetros  $a_1$  e  $a_2$  representam imperfeições de mercado que distorcem o equilíbrio competitivo.

Na terminologia neoclássica, as funções  $-g$  e  $f$  representam os excedentes dos produtores de fontes primárias e dos consumidores de formas finais de energia, respectivamente. Desta forma, o problema  $(E)$ , que é equivalente a:

$$\begin{aligned} \max \quad & a_1 f(d, y) - a_2 g(s, y) - \phi(s, d) \\ \text{s.a.} \quad & s \geq 0 \text{ e } d \geq 0 \end{aligned} \tag{E'}$$

pode ser interpretado, com  $a_1$  e  $a_2$  iguais à unidade, como a maximização do benefício social líquido, o que inclui os excedentes dos

produtores de fontes primárias —  $g$ , dos produtores de formas finais de utilização da energia —  $\phi$  e dos consumidores de formas energéticas para uso final  $f$ .

Na prática, as funções  $f$  e  $g$  ficam determinadas após a inversão e a integração das funções de oferta e demanda:

$$s = \nabla g^{-1}(q) \quad (6)$$

e:

$$d = \nabla f^{-1}(p) \quad (7)$$

estimadas econometricamente. As variáveis  $q$  e  $p$ , em (6) e (7), denotam, respectivamente, os preços efetivamente recebidos pelos produtores de fontes primárias e pagos pelos consumidores de formas finais de utilização de energia, denominados *preços explícitos*.

As condições de otimalidade para o problema (E) são, no caso de uma solução interior ( $d > 0$  e  $s > 0$ ), após a substituição de (4) e (5), dadas por:

$$a_1 \nabla f(d) = \gamma \quad (8)$$

e:

$$a_2 \nabla g(s) = \lambda \quad (9)$$

Substituindo as definições (6) e (7) em (8) e (9), obtém-se:

$$a_1 p = \gamma \quad (10)$$

e:

$$a_2 q = \lambda \quad (11)$$

que relacionam os preços explícitos e implícitos das fontes primárias e das formas finais de energia. Observa-se, então, que na ausência de imperfeições de mercado, ou seja, quando  $a_1$  e  $a_2$  são iguais à unidade, o problema (E) gera uma solução eficiente de equilíbrio competitivo. Neste caso, tem-se, por (10) e (11), a igualdade entre os preços explícitos e implícitos dos insumos e produtos do setor energético.



### 3 — Aplicação ao setor energético nacional

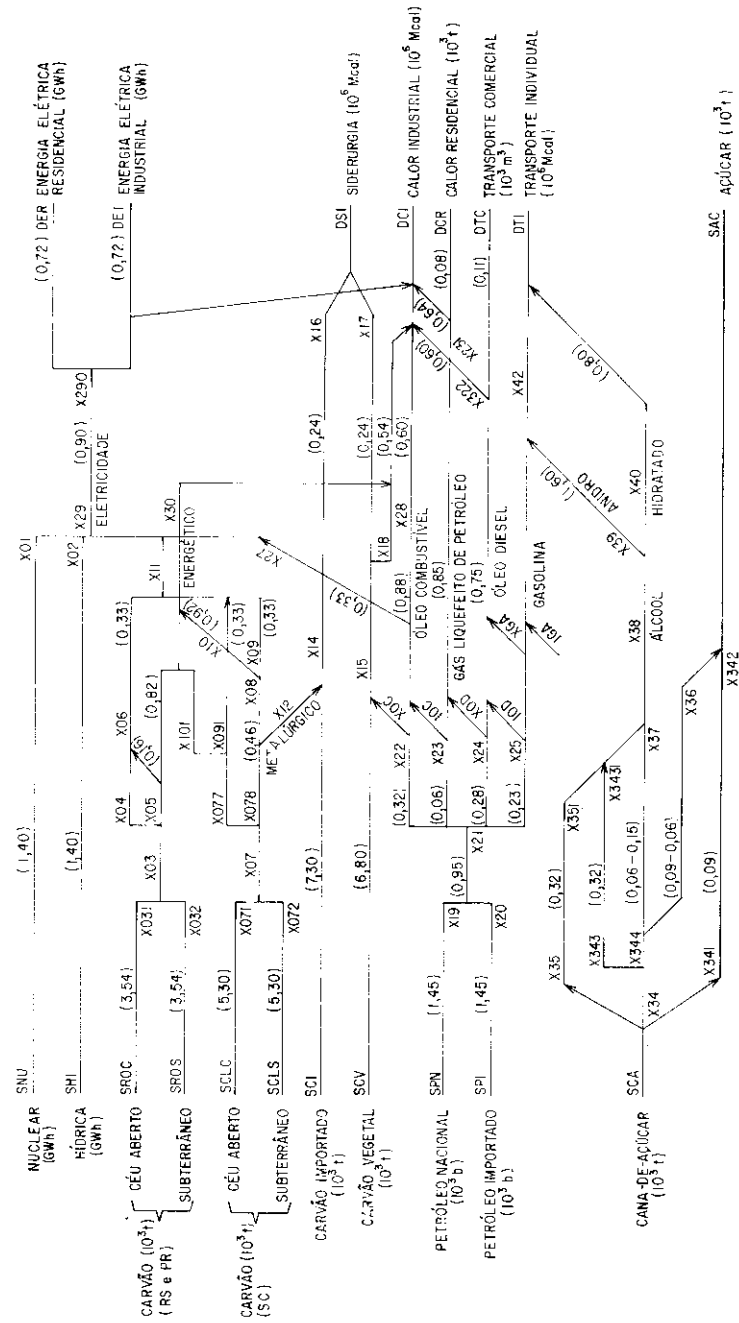
O setor energético nacional é representado no modelo integrado da Figura 1 por uma rede através da qual a energia flui. Este formato de representação do setor energético baseia-se no Reference Energy System desenvolvido por Hoffman (1973). Os fluxos têm como origem as fontes primárias e como destino as formas finais de utilização de energia. O diagrama da Figura 2 permite visualizar as principais possibilidades de transformação da energia consideradas neste modelo. As fontes primárias, na extremidade esquerda da figura, incluem as fontes nuclear e hídrica, o carvão mineral e vegetal, o petróleo e a cana-de-açúcar. As formas finais de utilização, na extremidade direita da mesma figura, foram agregadas em: eletricidade residencial e comercial, calor residencial e comercial, transporte comercial e individual.

A título de simplificação, o setor energético nacional é caracterizado por uma tecnologia de coeficientes fixos. Os coeficientes técnicos fixos, que compõem as matrizes  $A_1$  e  $A_2$  do problema  $(E)$ , incluem as eficiências dos diversos processos de transformação, assim como os parâmetros de conversão de unidades específicas das fontes e das utilizações para uma unidade comum de energia (milhões de megacalorias). Os números entre parênteses na Figura 2 representam um conjunto típico de coeficientes técnicos para o ano de 1980.

A consistência dos fluxos de energia com a disponibilidade de fontes primárias e a necessidade de formas finais é garantida pelas restrições básicas de oferta e demanda do problema  $(E)$ . Um conjunto de restrições lineares adicionais, do tipo  $Bx \leq b$ , visando a aumentar o grau de representatividade da situação atual e das perspectivas futuras do setor energético nacional, foi incorporado ao problema  $(E)$ . Condições de equilíbrio energético em nós intermediários da rede, limites de capacidade e possibilidades efetivas de substituição constituem algumas das restrições adicionais.

Observa-se na Figura 2 que a competitividade entre fontes alternativas para a geração de energia assume diversas formas. Entre estas, pode-se citar a competitividade entre: as fontes nuclear e hídrica, o carvão mineral e o petróleo para a geração de eletricidade;

Figura 2  
REDE REPRESENTATIVA DO SETOR ENERGÉTICO NACIONAL



o carvão mineral (importado e nacional) e vegetal para o atendimento da demanda da siderurgia; o carvão mineral e vegetal, o petróleo e a eletricidade para a geração de calor para a indústria; o álcool e a gasolina para o atendimento da demanda de transporte individual; o álcool e o açúcar produzidos a partir da cana-de-açúcar; e o refino doméstico e a importação de derivados de petróleo.

As variáveis do problema de otimização ( $E$ ), que representa o setor energético nacional no modelo integrado, estão também indicadas na Figura 2. Em consonância com a formulação de ( $E$ ), os fluxos intermediários são simbolizados por um mnemônico iniciado pela letra  $X$ , enquanto as ofertas e as demandas são caracterizadas pelas iniciais  $S$  e  $D$ , respectivamente.

A derivação das funções representativas dos excedentes dos produtores e dos consumidores, que completam a formulação do problema de otimização ( $E$ ), requer a estimação econométrica de funções de oferta de fontes primárias e de demanda de formas finais de energia. A título de simplificação, foram testadas as especificações:

$$\log s = \alpha_0 + \alpha_1 \log z + \alpha_2 \log q + \alpha_3 \log s_{-1} \quad (12)$$

e:

$$\log d = \beta_0 + \beta_1 \log z + \beta_2 \log p + \beta_3 \log d_{-1} \quad (13)$$

que pressupõem elasticidades constantes e permitem representar tanto um ajustamento instantâneo ( $\alpha_3, \beta_3 = 0$ ) quanto parcial ( $\alpha_3, \beta_3 \neq 0$ ) das quantidades efetivas às desejadas.

A inversão e a integração de (12) e (13) resultam nas funções:

$$g(s) = \frac{\alpha_2 e^{-\alpha_0/\alpha_2}}{1 + \alpha_2} z^{-\alpha_1/\alpha_2} s_{-1}^{-\alpha_3/\alpha_2} s^{(1 + \alpha_2)/\alpha_2} \quad (14)$$

e:

$$f(d) = \frac{\beta_2 e^{-\beta_0/\beta_2}}{1 + \beta_2} z^{-\beta_1/\beta_2} d_{-1}^{-\beta_3/\beta_2} d^{(1 + \beta_2)/\beta_2} \quad (15)$$

para os excedentes dos produtores e consumidores, respectivamente. As funções (14) e (15) tornam-se perfeitamente determinadas após

a substituição dos coeficientes estimados ( $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ;  $i = 0, 1, 2$  e  $3$ ) e dos valores assumidos pelas variáveis predeterminadas e exógenas ao módulo representativo do setor energético no modelo integrado ( $z$ ,  $s_{-1}$  e  $d_{-1}$ ). Esta etapa da integração entre os módulos macroeconômico e energético é atribuída aos blocos de “oferta e demanda de energia” da Figura 1.

Dentre as variáveis de oferta de fontes primárias e de demanda de formas finais de energia, identificadas na Figura 2, apenas algumas demonstraram significativa sensibilidade aos preços. Para a cana-de-açúcar, a especificação selecionada admite o ajustamento parcial da oferta. A única variável exógena ao setor energético neste caso corresponde a uma medida de tendência do progresso técnico na lavoura canavieira. No caso do calor para os setores industrial e residencial, os melhores resultados foram obtidos com o ajustamento instantâneo da demanda, enquanto que, para a eletricidade industrial e o transporte individual, foram selecionadas especificações de ajustamento parcial da demanda. A renda real é a variável exógena ao setor energético determinante das demandas de formas finais de utilização da energia. As elasticidades-preço e as elasticidades-renda inferidas a partir de estimativas econométricas dos parâmetros ( $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ;  $i = 1, 2$  e  $3$ ) das especificações (12) e (13) encontram-se na Tabela 1.

As variáveis de oferta e demanda restantes, que compõem a rede representativa do setor energético nacional da Figura 2, podem ser classificadas em dois grupos: as importações e exportações são caracterizadas pela perfeita elasticidade aos preços internacionais vigentes, enquanto as demais são consideradas perfeitamente inelásticas, sendo fixadas exogenamente com base em metas governamentais e projeções do crescimento histórico.

O módulo representativo do setor energético nacional foi calibrado, utilizando-se as relações (10) e (11), através do ajustamento dos parâmetros de imperfeição de mercado  $a_1$  e  $a_2$  à relação entre os preços explícitos observados no ano de 1981 e os preços implícitos computados numa simulação preliminar para o mesmo ano. Note-se que, no caso de um insumo ou produto livremente comercializável no exterior, o parâmetro de imperfeição corresponde à relação entre os preços interno (preço explícito) e externo (preço implícito).

TABELA 1

*Elasticidade-preço e elasticidade-renda da oferta e demanda de energia*

Fonte primária ou utilização	Elasticidade-preço		Elasticidade-renda	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Cana-de-açúcar	0,21	0,76	—	—
Eleticidade industrial	-0,39	-0,87	0,62	1,38
Calor industrial	—	-0,16	—	1,31
Calor residencial	—	-0,25	—	0,97
Transporte individual	-0,23	-0,37	0,71	1,14

#### 4 — O módulo macroeconômico do modelo integrado

O arcabouço teórico do módulo macroeconômico do modelo integrado fundamenta-se nos modelos estruturalistas agricultura/indústria, que exploram a coexistência, na economia, dos setores tradicional e moderno. Esta dicotomia, que caracteriza os modelos teóricos de Bacha (1982), Cardoso (1981) e Taylor (1982), entre outros, tem como base comportamentos distintos na formação dos preços setoriais. Enquanto no setor industrial ou moderno, cujo nível de atividade é flexível, os preços (rígidos) são fixados em função dos custos, no setor agrícola ou tradicional, cuja oferta é rígida, os preços (flexíveis) são determinados pelas condições de oferta e demanda.

A formulação do módulo macroeconômico do modelo integrado pode ser compreendida como uma extensão deste arcabouço teórico ao contexto de uma economia aberta e às especificidades estruturais e institucionais da economia brasileira. Enfatizando as inter-relações entre os setores interno e externo da economia brasileira, distinguem-se: a) dentre a oferta agrícola, os produtos destinados ao abastecimento interno e à exportação, em função da determinação (interna ou externa) dos preços domésticos; b) dentre as impor-

tações, o trigo, o petróleo e os outros produtos intermediários, que constituem elementos de custo para o setor industrial, devido à existência de políticas específicas de controles e de substituição; e c) dentre as exportações, os produtos minerais, agrícolas e industrializados (açúcar e outros), em decorrência dos diferentes graus e formas de participação do País nos respectivos mercados internacionais.

Esta representação estilizada da economia brasileira é detalhada, a seguir, através de uma breve descrição dos sete blocos em que podem ser subdivididas as equações comportamentais e as identidades contábeis, que compõem o módulo macroeconômico do modelo integrado. As principais interligações entre os blocos do módulo macroeconômico podem ser identificadas através da Figura 3. Maiores detalhes quanto à estimação das especificações econométricas podem ser encontrados em Modiano (1982). O módulo macroeconômico, excluindo as interligações com o módulo representativo do setor energético nacional, é analisado em maior detalhe em Modiano (1983).

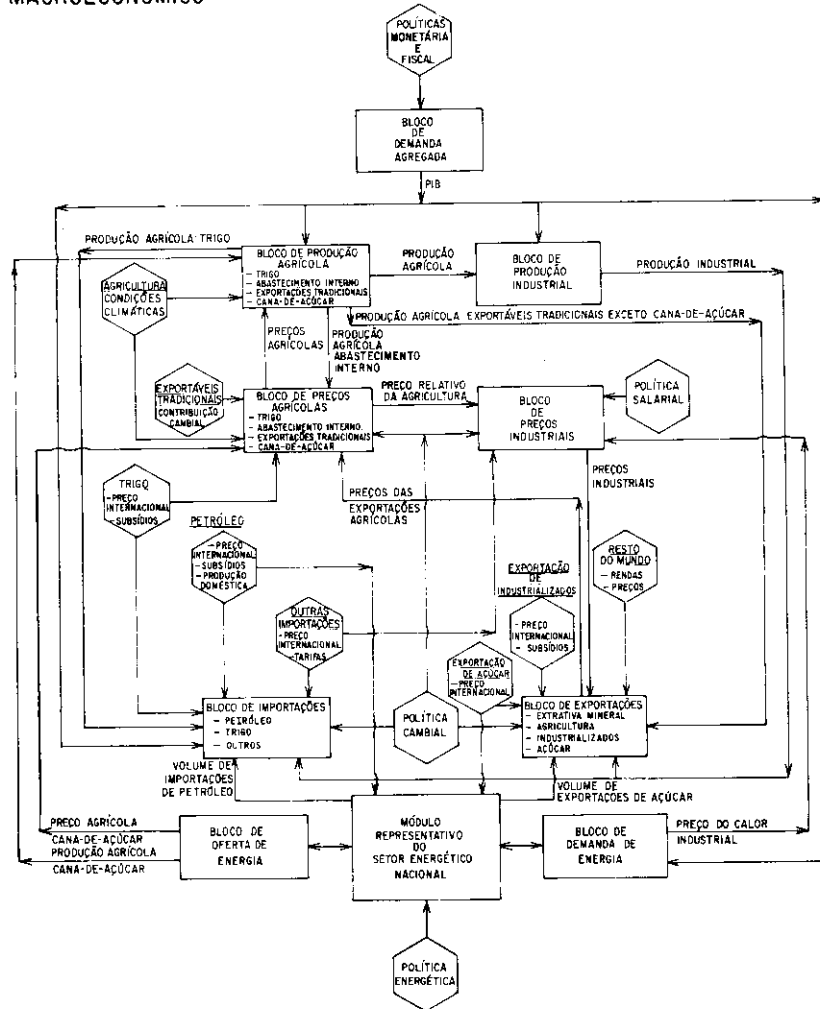
*Bloco de demanda agregada.* O bloco de demanda agregada é composto de uma única equação, estimada por Lara Resende e Lopes (1981), que relaciona o crescimento da renda real às políticas monetária e fiscal.

*Bloco de produção agrícola.* O setor agrícola do módulo macroeconômico é desagregado em dois subsetores: o de produção de exportáveis tradicionais e o de produção para o abastecimento interno. Dentre os exportáveis tradicionais, destaca-se a cana-de-açúcar, devido às possibilidades de sua transformação, tanto em açúcar para o consumo interno e a exportação, quanto em álcool carburante em substituição à gasolina, derivada do petróleo importado. A produção corrente de cana-de-açúcar é exógena ao módulo macroeconômico, sendo determinada no equilíbrio entre a oferta e a demanda, que resulta da solução do problema de otimização ( $E$ ).

Equações comportamentais, estimadas econometricamente, para os produtos exportáveis tradicionais (exclusive cana-de-açúcar), o trigo e os produtos de abastecimento interno (exclusive trigo), comple-

mentam as previsões de produção dos subsectores da agricultura. Índices agregados de produção agrícola são obtidos compondo-se os índices individuais.

Figura 3  
PRINCIPAIS INTERLIGAÇÕES ENTRE OS BLOCOS DO MÓDULO MACROECONÔMICO



*Bloco de produção industrial.* Para a determinação do produto industrial, caracteriza-se a economia por uma curva de transformação entre produtos agrícolas e industriais. Desta forma, a evolução da produção industrial pode ser estimada deduzindo-se do crescimento do produto agregado, estimado no bloco de demanda agregada, a parcela correspondente ao crescimento da agricultura, estimado no bloco de produção agrícola.

*Bloco de preços agrícolas.* Neste bloco são estimados os preços reais dos produtos agrícolas. Na categoria dos exportáveis tradicionais distingue-se a cana-de-açúcar, cujo preço real é determinado simultaneamente com a quantidade produzida no equilíbrio entre a oferta e a demanda, que resulta da solução do problema (E). O preço doméstico dos exportáveis tradicionais, exclusive cana-de-açúcar, é determinado em termos reais pela remuneração real do exportador, que depende do preço em dólares das exportações agrícolas brasileiras estimado no bloco de exportações.

Enquanto a determinação do preço doméstico do trigo em termos reais é essencialmente exógena, uma equação comportamental relaciona o preço real dos produtos de abastecimento interno, exclusive trigo, às condições de oferta e demanda. De forma análoga às quantidades no bloco de produção agrícola, obtêm-se índices agregados dos preços agrícolas compondo-se os índices de preços individuais.

*Bloco de preços industriais.* A equação de formação dos preços industriais pressupõe a prática de um *mark-up* fixo sobre os custos variáveis unitários. Dentre os elementos de custo variável do setor industrial, destaca-se a energia para a geração de calor, cujo custo é determinado, em termos reais, no equilíbrio entre oferta e demanda de formas finais de utilização de energia, que resulta da solução do problema de otimização (E). Compõem, também, o custo variável do setor industrial a mão-de-obra e as importações intermediárias, exclusive petróleo e trigo. Para a previsão do custo unitário da mão-de-obra estimou-se econometricamente uma variante da fórmula de Bacha e Lopes (1983) para a evolução do salário médio nominal. O dispêndio unitário com as importações intermediárias, exclusive petróleo e trigo, é projetado a partir de uma expectativa de evolução do preço internacional. O índice de preços industriais assim formado



é agregado ao de preços agrícolas para a composição do índice geral de preços da economia, em relação ao qual são definidas as variáveis reais do modelo.

*Bloco de importações.* As importações brasileiras do módulo macroeconômico foram desagregadas em petróleo, trigo e outras. Para as importações de petróleo supõe-se uma oferta infinitamente elástica ao preço vigente no mercado internacional. O volume importado é então determinado pela demanda através da solução do problema de otimização ( $E$ ), representativo do setor energético nacional no modelo integrado.

O volume importado de trigo é obtido residualmente, subtraindo-se da demanda corrente, estimada econometricamente, a produção doméstica do ano anterior. A oferta de importações, exclusive trigo e petróleo, é, por hipótese, infinitamente elástica a um preço internacional exógeno. Desta forma, o volume de importações é determinado pela demanda, cuja especificação segue a formulação de Dib (1981) e Abreu e Horta (1982).

*Bloco de exportações.* As exportações brasileiras encontram-se desagregadas no módulo macroeconômico em quatro produtos: açúcar; industrializados, exclusive açúcar; agrícolas; e minerais. O açúcar foi dissociado dos outros produtos de exportações porque a escolha técnica entre a produção de açúcar e/ou álcool foi incorporada ao módulo do setor energético. A título de simplificação, supõe-se que a demanda de açúcar é infinitamente elástica a um preço internacional fixado exogenamente. O volume exportado é obtido por resíduo, subtraindo-se da produção ótima, determinada pela solução de ( $E$ ), a demanda interna. Estima-se a demanda interna de açúcar como função exclusivamente da renda real.

A demanda de exportações de produtos industrializados é, por hipótese, perfeitamente elástica a um preço internacional fixado exogenamente. O volume exportado no período corrente é então determinado por um ajustamento parcial ao excesso de oferta. Esta especificação da equação de exportações é baseada nos trabalhos de Cardoso e Dornbusch (1980) e Musalem (1981).

No caso dos produtos agrícolas e minerais, foram estimadas as formas reduzidas para os preços e as quantidades de um modelo de

desequilíbrio entre a oferta e a demanda de exportações, baseado em Goldstein e Khan (1978). Nesta formulação, para ambos os produtos, a demanda de exportações depende da evolução da renda e dos preços mundiais. Porém, enquanto a oferta de exportações minerais é exógena, a oferta de exportações agrícolas depende da produção corrente de exportáveis tradicionais, exclusive cana-de-açúcar, determinada no bloco de produção agrícola. O preço em dólares das exportações agrícolas, determinado neste bloco, é então utilizado pelo bloco de preços agrícolas para a estimação do preço doméstico dos produtos agrícolas, denominados de exportáveis tradicionais.

## 5 — Simulações com o modelo integrado

São analisados nesta seção três cenários para a evolução do setor energético e do resto da economia brasileira até o final da década de 80, com base exclusivamente em diferentes hipóteses de comportamento do preço internacional do petróleo identificadas na Tabela 2.

O quadro de referência macroeconômico, comum às três simulações apresentadas, tem como base o documento aprovado pelo Conselho Monetário Nacional em outubro de 1982, denominado "Programação do Setor Externo em 1983". Neste, as bases da estratégia de curto prazo foram estabelecidas a partir de uma estimativa de que US\$ 10,6 bilhões era o limite máximo de empréstimos que o País obteria no

TABELA 2

*Taxas de crescimento do preço internacional do petróleo em dólares correntes*

	1983 (%)	1984 (%)	1985 (%)	1986/90 (% a.a.)
Cenário base	2	4	7	7
Cenário alternativo A	4	6	10	10
Cenário alternativo B	0	2	4	4

ano de 1983, o que levou ao estabelecimento de uma meta de US\$ 6 bilhões para o saldo da balança comercial para este ano. A consecução desta meta, que pressupõe um rígido controle das importações, requer um conjunto de medidas complementares de demanda global para que sejam satisfeitos certos requisitos de compatibilidade macroeconômica. Por este motivo, os parâmetros da demanda agregada do módulo macroeconômico do modelo foram calibrados de forma a induzir uma redução da ordem de 30% no *quantum* das importações, exclusive petróleo e trigo, em 1983. A possibilidade de que os efeitos recessivos desta política atinjam a capacidade futura de recuperação da economia brasileira substancia as hipóteses adotadas para as políticas monetária e fiscal nos anos posteriores.

Supõe-se ainda neste cenário a neutralidade das políticas cambial e salarial na década. Uma vez que o cenário base foi construído com informações incompletas acerca da evolução da conjuntura internacional das medidas de política econômica que se seguiram à assinatura do acordo com o Fundo Monetário Internacional, eventos tais como a gradual e, posteriormente, a maxidesvalorização do cruzeiro, a mudança da política salarial, a instituição do controle de preços e a própria queda dos preços do petróleo, que marcaram o último trimestre de 1982 e o primeiro trimestre de 1983, não estão incorporados ao modelo.

Visando, ainda, a uma reconstituição mais detalhada das contas externas programadas para 1983, foram estabelecidas as hipóteses de uma taxa de inflação mundial de 7% e de um crescimento do *quantum* das importações mundiais de 3%, que parecem consistentes com a meta de uma receita da ordem de US\$ 23 bilhões para as exportações. A título de simplificação, assumiu-se a constância destas taxas ao longo da década e a elevação de todos os preços internacionais exógenos (à exceção do petróleo) à taxa de inflação mundial. Para os juros internacionais foram fixadas as taxas de 14 e 11% a.a. para os anos de 1983 e 1984 e a estabilidade à taxa de 10% a.a. na segunda metade da década.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as hipóteses adotadas para as principais variáveis exógenas ao módulo representativo do setor energético nacional no modelo integrado. Estas hipóteses baseiam-se na consoli-

dação de alguns dados obtidos em publicações oficiais, comunicações informais e transcrições da imprensa. Na maioria dos casos foram necessárias interpolações e extrapolações para a geração de séries consistentes e completas para a década.

TABELA 3

*Evolução prevista da disponibilidade de fontes primárias de energia*

Anos	Nuclear (10 <sup>2</sup> MWh)	Hídrica (10 <sup>2</sup> MWh)	Carvão RS e PR (10 <sup>3</sup> t)		Carvão SC (10 <sup>3</sup> t)		Carvão vegetal (10 <sup>3</sup> t)	Petróleo nacional (10 <sup>3</sup> barris)
			Céu aberto	Subter- râneo	Céu aberto	Subter- râneo		
1982	1.620	140.106	2.690	610	302	3.398	5.800	100.000
1983	1.620	152.094	3.990	610	302	3.398	5.800	122.215
1984	2.700	163.023	4.990	1.310	302	3.398	6.380	158.055
1985	3.240	176.221	4.990	1.310	302	3.398	6.760	182.530
1986	3.240	191.363	5.000	1.600	378	3.850	7.160	182.530
1987	3.240	212.293	5.000	1.600	378	4.000	7.590	182.530
1988	9.695	230.675	6.000	2.500	378	4.000	8.050	182.530
1989	9.695	245.060	6.000	3.200	378	4.000	8.530	182.530
1990	16.150	264.090	7.500	4.000	378	4.300	9.050	182.530

TABELA 4

*Evolução dos limites técnicos à utilização das fontes primárias de energia*

(Em %)

Anos	Carvão mineral para calor industrial	Carvão vegetal para calor industrial	Elettricidade para calor industrial	Álcool anidro para mistura	Álcool hidratado para transporte individual
1982	10	2	5	15	10
1983	10	2	5	15	14
1984	12	4	5	15	18
1985	12	4	5	15	22
1986	14	6	5	15	25
1987	14	6	5	15	25
1988	14	6	5	15	25
1989	14	6	5	15	25
1990	14	6	5	15	25

Em relação à Tabela 3, deve-se ressaltar a estabilidade prevista para a produção doméstica de petróleo na segunda metade da década após um crescimento médio de 22,2% a.a. entre 1982 e 1985, em decorrência da desaceleração do investimento em exploração no final da década de 70 e na primeira metade da década de 80. Assinale-se, ainda, as elevadas taxas de expansão da oferta de fontes primárias alternativas ao petróleo importado supostas para a década, tais como: carvão mineral (10,5% a.a.), carvão vegetal (5,7% a.a.) e hidroeletricidade (8,2% a.a.). A Tabela 4 apresenta as hipóteses acerca do gradual relaxamento dos limites técnicos à utilização de fontes alternativas nas diversas formas de utilização de energia.

Na medida em que no período de elaboração destes cenários não eram conhecidos os dados oficiais para a evolução da economia brasileira em 1982, os resultados apresentados para este ano correspondem a soluções geradas pelo modelo integrado, calibrado com base em algumas poucas estimativas preliminares. Na análise do cenário básico, a seguir, sempre que possível serão comparadas as projeções do modelo para o ano de 1982 com os dados oficiais, posteriormente divulgados.

## 5.1 — Cenário básico

Os resultados referentes às hipóteses do cenário básico estão subdivididos, para efeito de análise, em dois itens: variáveis macroeconômicas e variáveis do setor energético.

### 5.1.1 — Variáveis macroeconômicas

A avaliação dos resultados referentes às variáveis macroeconômicas projetadas pelo modelo integrado é facilitada pelo agrupamento destas variáveis em três categorias: crescimento, inflação e balanço de pagamentos. Um sumário da evolução das principais variáveis macroeconômicas neste cenário é apresentado na Tabela 5.

TABELA 5  
Sumário dos resultados para o cenário básico

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Média 1982/85	Média 1986/90
<b>Taxas de crescimento setoriais (%)</b>											
... Produto industrial	1,9	-5,6	4,2	5,7	6,1	6,3	6,3	5,6	5,6	2,9	5,9
... Produto agrícola	-3,5	4,1	0,9	0,9	3,2	2,8	3,0	3,7	3,1	0,6	3,2
... Produto interno bruto (PIB)	0,5	-3,2	3,4	4,5	5,4	5,4	5,3	5,1	5,0	1,3	5,2
<b>Taxas de inflação (%)</b>											
... Preços industriais	115,25	110,35	102,95	104,67	104,43	104,99	105,97	106,84	103,86	108,25	105,22
... Preços agrícolas	90,82	114,58	100,45	103,96	104,57	105,87	107,20	107,88	105,09	102,27	106,12
... Preços por atacado - disponibilidade interna (IPA-DI)	111,58	110,98	102,98	104,57	104,45	105,13	106,15	106,99	104,05	107,39	105,35
<b>Importações (US\$ milhões)</b>											
... Petróleo	9.095,9	8.132,5	7.670,9	7.957,1	9.368,4	11.112,7	12.954,3	15.124,9	17.562,1	8.214,1	13.224,48
... Trigo	870,3	1.009,6	1.126,9	1.256,7	1.401,6	1.558,8	1.728,8	1.911,9	2.111,0	1.065,88	1.742,42
... Outros	9.527,9	8.463,3	8.925,5	9.686,0	10.683,6	11.829,7	13.081,1	14.893,4	16.811,1	9.145,68	13.159,78
... Total	19.494,1	17.605,4	17.723,3	18.879,8	21.453,6	24.501,1	27.764,2	31.430,2	35.484,2	18.425,65	28.126,06
<b>Exportações (US\$ milhões)</b>											
... Produtos minerais	1.821,9	1.869,3	2.047,2	2.352,7	2.756,2	3.216,7	3.702,1	4.204,5	4.740,2	2.022,78	3.723,94
... Produtos agrícolas	5.229,0	5.937,7	6.486,6	7.122,4	7.843,3	8.633,7	9.500,3	10.450,2	11.491,5	6.192,83	9.583,80
... Produtos industrializados (exclusive açúcar)	12.884,7	13.980,5	15.430,8	17.075,8	18.871,7	20.856,5	23.049,9	25.474,1	28.153,3	14.835,45	23.281,10
... Açúcar	714,8	876,2	982,7	1.045,0	1.099,8	1.269,2	1.424,7	1.577,6	1.730,7	904,68	14.420,40
... Total	20.600,4	22.663,7	24.867,3	27.595,9	30.571,0	33.976,1	37.677,0	41.706,4	46.115,6	23.956,33	38.009,22
... Saldo da balança comercial (US\$ milhões)	1.106,3	5.058,3	7.244,0	8.716,2	9.117,4	9.475,0	9.912,8	10.276,3	10.631,4	5.531,2	9.882,58
... Saldo da conta de serviços não-fatores (US\$ milhões)	-3.041,2	-3.885,0	-4.000,4	-4.213,8	-4.556,6	-4.657,0	-5.388,3	-5.866,9	-6.394,1	-4.010,10	-5.432,58
... Juros da dívida externa (US\$ milhões)	10.780,8	9.242,7	7.972,8	7.548,4	7.668,0	7.780,2	7.893,6	8.002,2	8.116,6	8.886,18	7.802,12
... Saldo em conta corrente (US\$ milhões)	-13.615,6	-8.069,4	-4.739,2	-3.046,0	-3.107,1	-3.262,2	-3.369,0	-3.592,8	-3.879,2	-7.371,8	-3.442,06
... Investimentos (US\$ milhões)	1.500,0	1.608,8	1.724,4	1.850,5	1.984,7	2.128,6	2.282,9	2.448,5	2.626,0	1.670,33	2.294,14
... Dívida externa líquida (US\$ milhões) (fim do período)	66.019,6	72.480,3	75.484,1	76.679,6	77.802,0	78.935,6	80.021,7	81.166,0	82.419,2		
... Relação dívida líquida/exportações	3,20	3,20	3,02	2,78	2,54	2,32	2,12	1,85	1,79		

#### 5.1.1.1 – Crescimento

Estima-se que a redução de 30% nas importações, exclusive petróleo e trigo, requeira uma diminuição do nível de atividade correspondente a uma queda da ordem de 3,2% do PIB em 1983. Dadas algumas informações já disponíveis acerca da produção agropecuária aliadas a uma expansão ótima da produção de cana-de-açúcar, projetada em aproximadamente 10%, estima-se que o produto agrícola apresente um crescimento em 1983 da ordem de 4,1%. Isto significa que a grande queda no nível de atividade deverá ser refletida por uma queda do produto industrial de 5,6%.

A taxa média de expansão do PIB entre 1982 e 1985 está projetada em apenas 1,3% a.a. No mesmo período, as taxas médias de crescimento previstas para os setores industrial e agropecuário são da ordem de 1,5 e 0,6% a.a., respectivamente. Para o arrefecimento do crescimento da produção agrícola contribuem: a redução da demanda de produtos voltados para o abastecimento interno, em virtude da queda da renda real projetada para 1983; e a deterioração dos preços internacionais dos exportáveis tradicionais observada no biênio 1981/82. A expansão ótima da lavoura canavieira entre 1983 e 1985, projetada à taxa média de 8,4% a.a., é insuficiente para compensar os efeitos contracionistas.

Para a segunda metade da década, está projetada uma recuperação do crescimento da economia brasileira, com uma taxa média da ordem de 5,2% a.a. O produto industrial crescerá 5,9% a.a. entre 1986 e 1990, enquanto o produto agrícola experimentará uma taxa de crescimento média de 3,2% a.a. no mesmo período, apesar de uma expansão ótima da produção de cana-de-açúcar a uma taxa média de 5,2% a.a.

#### 5.1.1.2 – Inflação

Observa-se que a taxa de inflação média de 111,6% projetada para o ano de 1982 supera a de 94% posteriormente observada para este mesmo ano em aproximadamente 18 pontos percentuais. Uma vez que a modificação prevista pelo modelo dos termos de troca entre a agricultura e a indústria é da mesma magnitude da observa-

da (13% em favor da indústria), pode-se atribuir à projeção de um aumento de 116% dos preços industriais a aceleração da taxa de inflação prevista para este ano. Esta elevada taxa de crescimento projetada para os preços industriais em relação à taxa observada (101%) pode ser explicada por um aumento significativo no custo real da energia para o setor em relação ao ano anterior.

A Figura 4 apresenta a evolução do preço real do calor, determinada pelo módulo representativo do setor energético nacional. Verifica-se que é previsto para o ano de 1982 um ajustamento não-observado do preço do calor ao consumidor (indústria) da ordem de 20% em termos reais em relação ao nível prevalecente no ano anterior. O impacto inflacionário de tal aumento no custo da energia justifica a elevada taxa de inflação prevista para este ano. Em contrapartida, este aumento de custos contribuiria para uma redução adicional das importações de petróleo projetadas para o mesmo ano, conforme veremos adiante. Este resultado sugere uma possível elevação do respectivo coeficiente de imperfeição de mercado em 1982 em relação ao valor estimado para 1981.

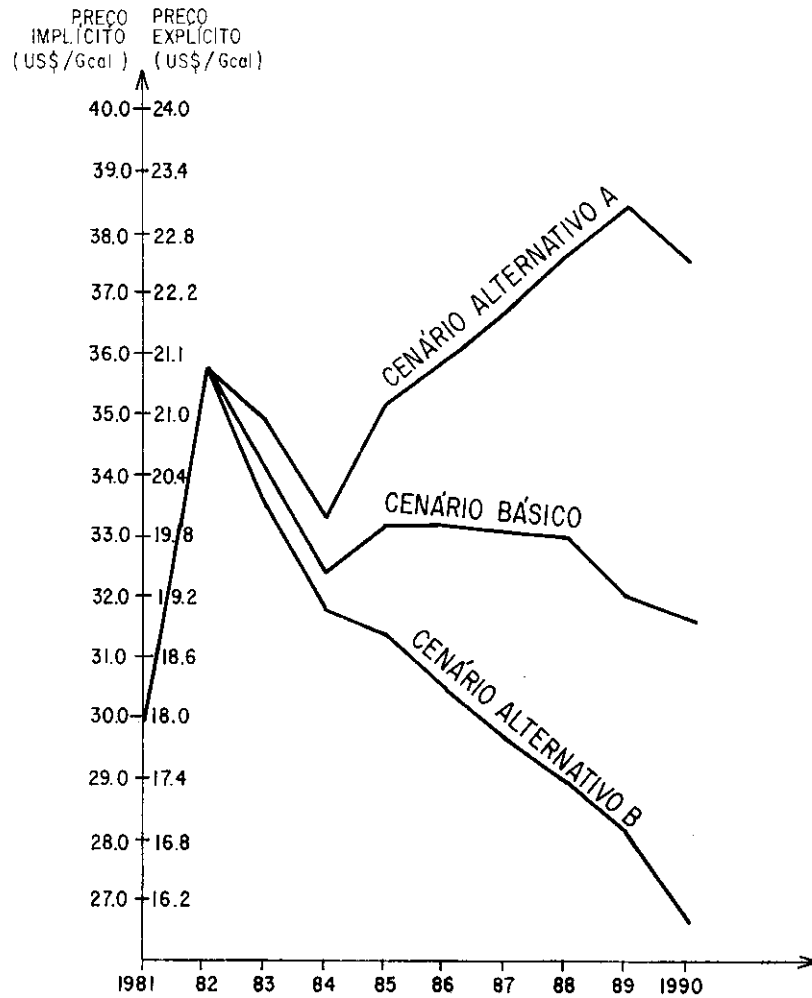
As políticas supostas para a taxa de câmbio e os salários tendem a estabilizar a taxa de inflação no ano de 1983 à taxa projetada para 1982. Medida pelo Índice de Preços por Atacado-Disponibilidade Interna, estima-se que a inflação mantenha-se em torno de 111% em termos da média anual no corrente ano. As taxas de variação previstas para os índices de preços industriais e preços agrícolas em 1983 são, também em termos de média anual, 110 e 115%, respectivamente. A evolução dos termos de troca, favorecendo no corrente ano a agricultura, pode ser explicada por fatores como: a) uma valorização de aproximadamente 15% prevista para os preços em dólares das exportações de produtos primários; e b) um aumento do preço real da cana-de-açúcar da ordem de 23% em relação ao nível de US\$ 12,60 por tonelada estimado para o ano de 1982, conforme demonstra a Figura 5.

A partir de 1984, a taxa de inflação passa a um patamar ligeiramente inferior em relação ao biênio 1982/83, uma vez que os efeitos da política de controle da demanda agregada fazem-se sentir através dos preços flexíveis da economia, que compreendem no modelo exclusivamente os preços agrícolas de abastecimento interno.



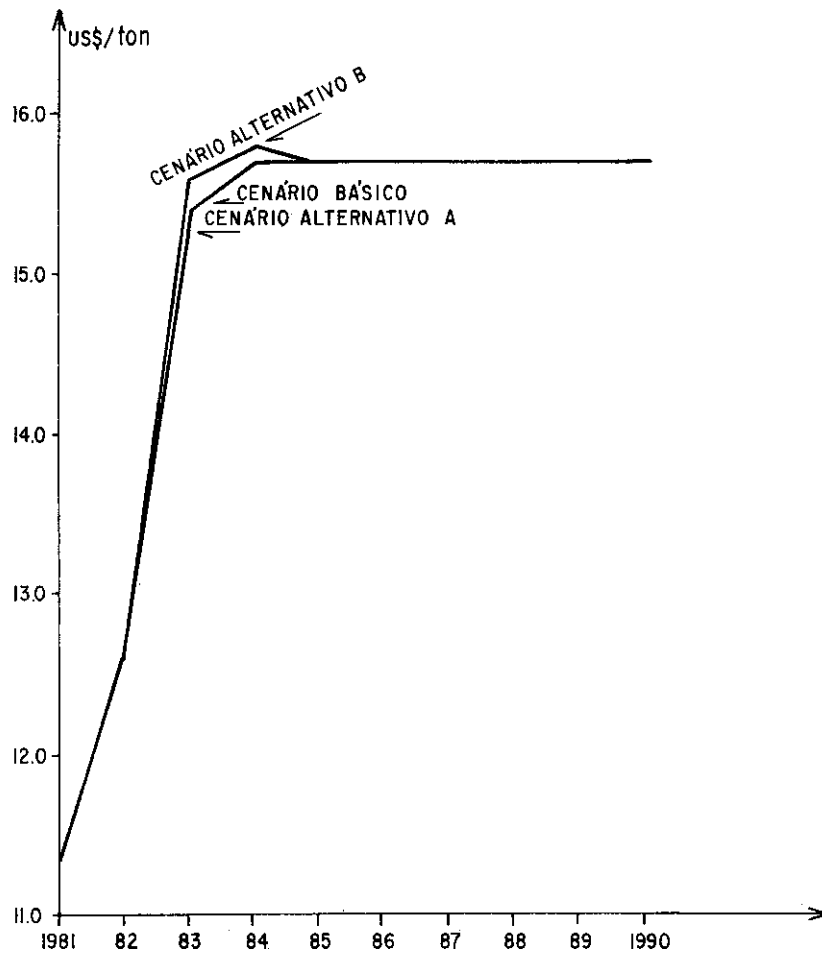
Figura 4

**PREÇO DO CALOR INDUSTRIAL**  
( EM US\$ CONSTANTES DE 1982 )



A taxa de inflação no setor agrícola caiu dos 115% em 1983 para 100% em 1984 e 104% em 1985. Como consequência, a taxa de inflação medida pelo IPA-DI (cuja queda está, portanto, amortecida

Figura 5  
**PREÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR**  
 (EM US\$ CONSTANTES DE 1982)



peço comportamento rígido dos preços industriais) passa dos 111% em 1983 para 103% em 1984 e 105% em 1985; a taxa média de inflação no período 1982/85 seria da ordem de 107% a.a.

Nos anos de 1984 e 1985 a evolução dos termos de troca favorece o setor industrial por motivos distintos. A observação da Figura 4 sugere que o custo da energia exerce uma pressão deflacionária sobre os preços industriais entre 1982 e 1984, em virtude da queda real do preço internacional do petróleo, que se observa na Tabela 2, e da maturação de projetos de substituição da energia importada conjugada à expansão da produção doméstica de petróleo, de acordo com as Tabelas 3 e 4. Assim, o aumento do preço relativo (ao IPA-DI) dos produtos industriais em 1984 só pode ser explicado pela inércia implícita no processo de reajustes salariais, que repassariam a elevação dos preços agrícolas do ano anterior. Para o ano de 1985 percebe-se que a recuperação do crescimento da economia e o arrefecimento do processo de substituição do petróleo importado contribuem, através de uma elevação do custo da energia para o setor industrial, para uma ligeira aceleração da taxa de inflação.

No período 1986/90 permanece em foco a rigidez dos preços industriais aos estímulos de demanda. A taxa média do aumento dos preços industriais passa de 108% no período 1982/85 para 105% a.a. na segunda metade da década. Para a ligeira desaceleração da taxa de inflação dos preços industriais, que se observa no final da década, contribui o declínio mais acentuado do custo real da energia para o setor industrial. Segundo a Figura 4, o preço da gigacaloria do calor gerado no setor industrial cai US\$ 1,40 entre 1988 e 1990. Esta redução do custo da energia pode ser explicada pela maturação dos investimentos em mineração subterrânea de carvão mineral iniciados na primeira metade da década.

Em relação aos preços agrícolas, a taxa de crescimento média é de 106% a.a. no período 1986/90, em contraste com a taxa de 102% a.a. do período anterior. A estabilidade dos preços previstos para a cana-de-açúcar, ao nível de US\$ 15,65 por tonelada, conforme demonstra a Figura 5, sugere a inexistência de significativos choques inflacionários ou deflacionários no período. Desta forma, a taxa de inflação medida pelo IPA-DI permanece relativamente estável na segunda metade da década. Em termos de média anual, passa-se do nível de 107% a.a. no período 1982/85 para 105% a.a. no período 1986/90.

### 5.1.1.3 — Balanço de pagamentos

A previsão de um *superavit* de US\$ 1,106 bilhão para o saldo da balança comercial no ano de 1982 supera em aproximadamente US\$ 328 milhões a estimativa oficial de US\$ 778 milhões, divulgada posteriormente em caráter preliminar. A análise desagregada deste resultado sugere que a origem desta sobreestimativa encontra-se primordialmente na projeção do valor das exportações, que é superior em US\$ 425 milhões à estimativa oficial de US\$ 20,175 bilhões. Para esta sobreestimativa contribui a previsão de US\$ 715 milhões para a receita com exportações de açúcar, que é superior em aproximadamente US\$ 165 milhões ao valor das exportações efetivamente observadas. Isto pode ser atribuído à formulação do modelo que pressupõe a exportação efetiva do total do excedente exportável.

Em relação às importações, o valor de US\$ 19,494 bilhões projetado para o ano de 1982 representa um acréscimo de apenas US\$ 97 milhões sobre o dispêndio oficialmente anunciado de US\$ 19,397 bilhões. No entanto, a distribuição prevista entre os itens da pauta de importações é distinta da observada. No tocante às importações de petróleo bruto, foi projetado um dispêndio de US\$ 9,096 bilhões, em contraste com os US\$ 9,568 bilhões efetivamente gastos. Uma vez que as previsões da evolução dos preços internacionais e do crescimento da produção doméstica de petróleo para o ano de 1982 estão muito próximas dos valores efetivos, pode-se atribuir à elevação projetada (e não observada) do preço interno real da energia, cujo impacto inflacionário foi discutido anteriormente, uma redução adicional das importações não inferior a US\$ 472 milhões.

Neste cenário, mesmo com o nível de recessão projetado para 1983, o saldo da balança comercial é ligeiramente inferior aos US\$ 6 bilhões programados pelo Governo, atingindo US\$ 5,058 bilhões e gerando um *deficit* em conta corrente da ordem de US\$ 8,069 bilhões, em contraste com os US\$ 6,900 bilhões programados. Estas diferenças entre números programados e projetados poderiam ser eliminadas com uma redução adicional nos parâmetros de demanda global, acarretando uma queda ligeiramente maior do PIB em 1983.

A médio prazo, o efeito da recessão de 1983 torna-se evidente em termos da balança comercial. Entre 1982 e 1985 as importações

nominais apresentam uma queda média anual de 1,1% a.a., enquanto as exportações crescem à taxa média de 10,2% a.a. no mesmo período. Isto garante os saldos crescentes na balança comercial, que atingem um *superavit* de US\$ 8,716 bilhões em 1985. Para a redução das importações entre 1982 e 1985, contribui de forma significativa a queda média anual de 4,4% a.a. projetada para as despesas com importação de petróleo bruto. Além das modestas taxas de crescimento da economia e da evolução moderada dos preços internacionais, são responsáveis pela economia nas importações de petróleo: a expansão projetada da capacidade de produção doméstica desta fonte primária e a maturação de alguns projetos de substituição de energia importada. Os projetos de substituição permitem relaxar algumas restrições do módulo representativo do setor energético nacional quanto à utilização de fontes primárias alternativas, tais como o carvão mineral, o carvão vegetal e o álcool hidratado.

Partindo dos US\$ 715 milhões previstos para 1982, o valor das exportações de açúcar cresce à taxa média anual de 13,5% a.a. até atingir US\$ 1,045 bilhão em 1985. Até 1984 este resultado pode ser justificado pela retração da demanda interna, que gera excedentes exportáveis supostamente absorvíveis pelo mercado externo. Com a recuperação do crescimento da economia a partir de 1984 e a expansão prevista da frota de veículos movidos a álcool, o aumento do valor das exportações entre 1984 e 1985 é reduzido a 6%.

Os resultados acerca do comportamento projetado para o saldo de transações correntes e para o endividamento externo dependem, naturalmente, das perspectivas acerca da taxa de juros média incidente sobre a dívida externa. Para a hipótese adotada neste cenário, o *deficit* em conta corrente cai de US\$ 8,069 bilhões em 1983 para US\$ 3,046 bilhões em 1985. A dívida externa líquida em dólares correntes atinge no final de 1985 o valor de US\$ 76,7 bilhões, o que, dada a hipótese de evolução da inflação mundial, representa, entretanto, US\$ 62,7 bilhões em dólares de 1982, ou seja, uma queda real da ordem de 1,7% a.a. A relação dívida líquida/exportações cai, assim, de 3,20 para 2,78 entre 1982 e 1985.

A recuperação do crescimento da economia brasileira na segunda metade da década, uma vez equacionado o problema do financiamento do *deficit* em transações correntes, seria compatível com um

crescimento médio das importações nominais de 13,4% a.a. A hipótese de estabilização da produção doméstica de petróleo ao nível de 500 mil barris por dia, atingido em 1985, é parcialmente responsável por um aumento do valor destas importações à taxa média de 17% a.a. na segunda metade da década. Embora a taxa média prevista para o crescimento das exportações nominais no período 1985/90 seja da ordem de 10,7% a.a. — inferior, portanto, ao crescimento das importações nominais —, o saldo comercial é ainda crescente (a taxas cada vez menores) até o final da década, atingindo US\$ 10,631 bilhões em 1990.

Paralelamente ao comportamento favorável da balança comercial, o saldo em conta corrente, em queda vertiginosa até 1985, quando atinge a casa dos US\$ 3 bilhões, volta a crescer gradualmente em decorrência do aumento do *deficit* da conta de serviços. O *deficit* em conta corrente de US\$ 3,879 bilhões, projetado para 1990, é consistente com um endividamento nominal da ordem de US\$ 82 bilhões ao final deste ano. Este perfil favorável do endividamento externo reduz gradualmente o quociente dívida líquida/exportações até o nível de 1,79 em 1990.

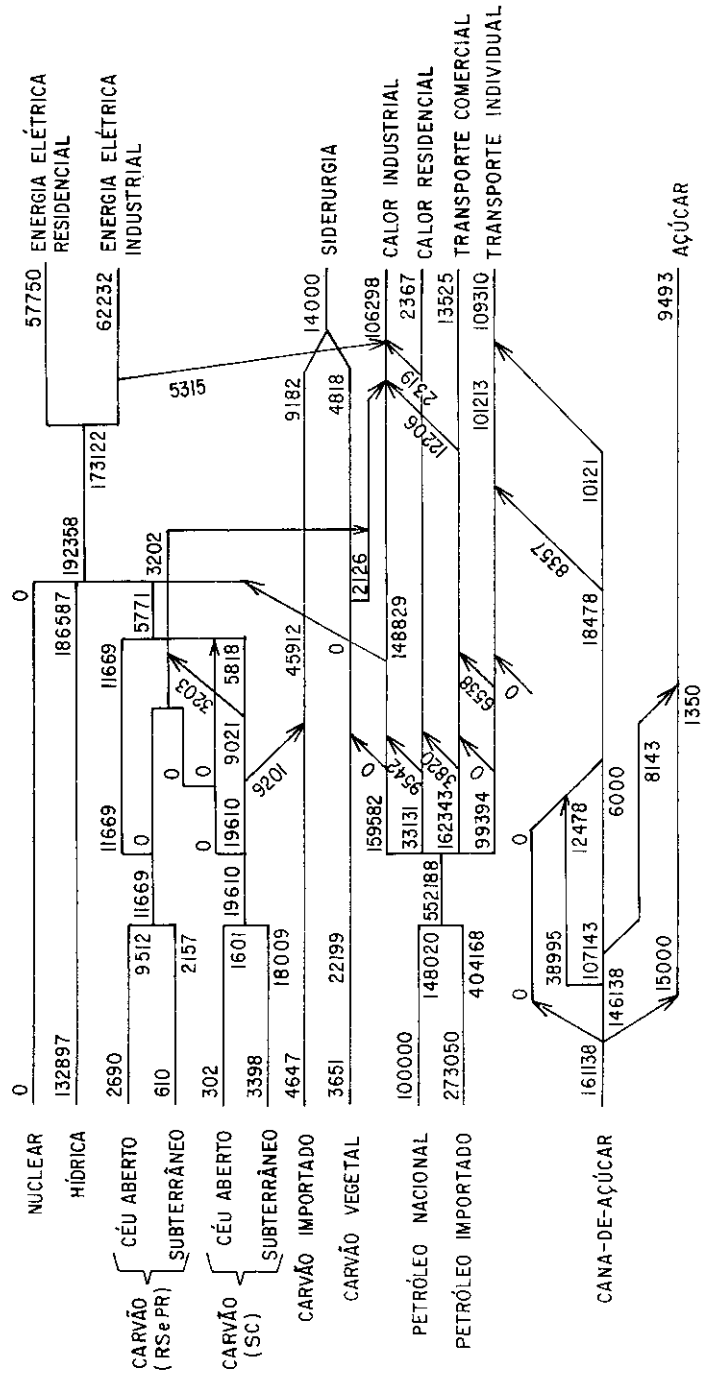
### 5.1.2 — Variáveis do setor energético

São analisados nesta subseção os resultados obtidos para o cenário básico, referentes às variáveis do setor energético.

#### 5.1.2.1 — Configuração setorial

A configuração ótima do setor energético para o ano de 1982 está indicada na Figura 6. Observa-se que, na solução ótima para este ano, aproximadamente 97% da energia elétrica gerada para o atendimento da demanda teriam origem hídrica. No entanto, apesar dos baixos custos, a capacidade de geração de hidroeletricidade não seria plenamente utilizada, pois o consumo ótimo corresponderia a 95% da disponibilidade de energia primária. A termoeletricidade, que responderia pelos 3% restantes da oferta de energia elétrica, seria

Figura 6  
**CONFIGURAÇÃO ÓTIMA DO SETOR ENERGÉTICO NACIONAL — 1982**



originária exclusivamente do carvão mineral. O petróleo e a energia nuclear não seriam utilizados devido aos elevados custos de importação e de capital, respectivamente.

A energia proveniente do carvão mineral, cujo consumo esgotaria sua disponibilidade em 1982, seria destinada, além da geração termoelétrica, à geração de calor no setor industrial e à produção do coque siderúrgico. Enquanto, no mesmo ano, a produção de carvão mineral do Rio Grande do Sul e Paraná seria utilizada exclusivamente nas centrais termoelétricas, apenas 36% do carvão energético de Santa Catarina, que é um subproduto do beneficiamento do carvão pré-lavado, teriam o mesmo destino. Observa-se ainda que, eliminada a utilização direta, todo o carvão pré-lavado de Santa Catarina sofreria beneficiamento neste ano. O carvão metalúrgico nacional, que corresponde à fração nobre do beneficiamento do pré-lavado, combinar-se-ia, no limite mínimo imposto pela legislação vigente (20%), com o carvão importado para o atendimento da demanda da siderurgia.

Ainda em 1982, a energia necessária à produção do coque siderúrgico seria baseada em 66% de carvão mineral (nacional e importado) e 34% de carvão vegetal. A preferência pelo carvão mineral na siderurgia, em função dos diferenciais de custo e de eficiência, geraria um excedente correspondente a 31% da disponibilidade de carvão vegetal deste ano. Observe-se que, na medida em que esta representação do setor energético nacional não contempla explicitamente o investimento em instalações de utilização final, os resultados obtidos podem estar viesados por uma subestimativa dos custos de modificação da configuração setorial.

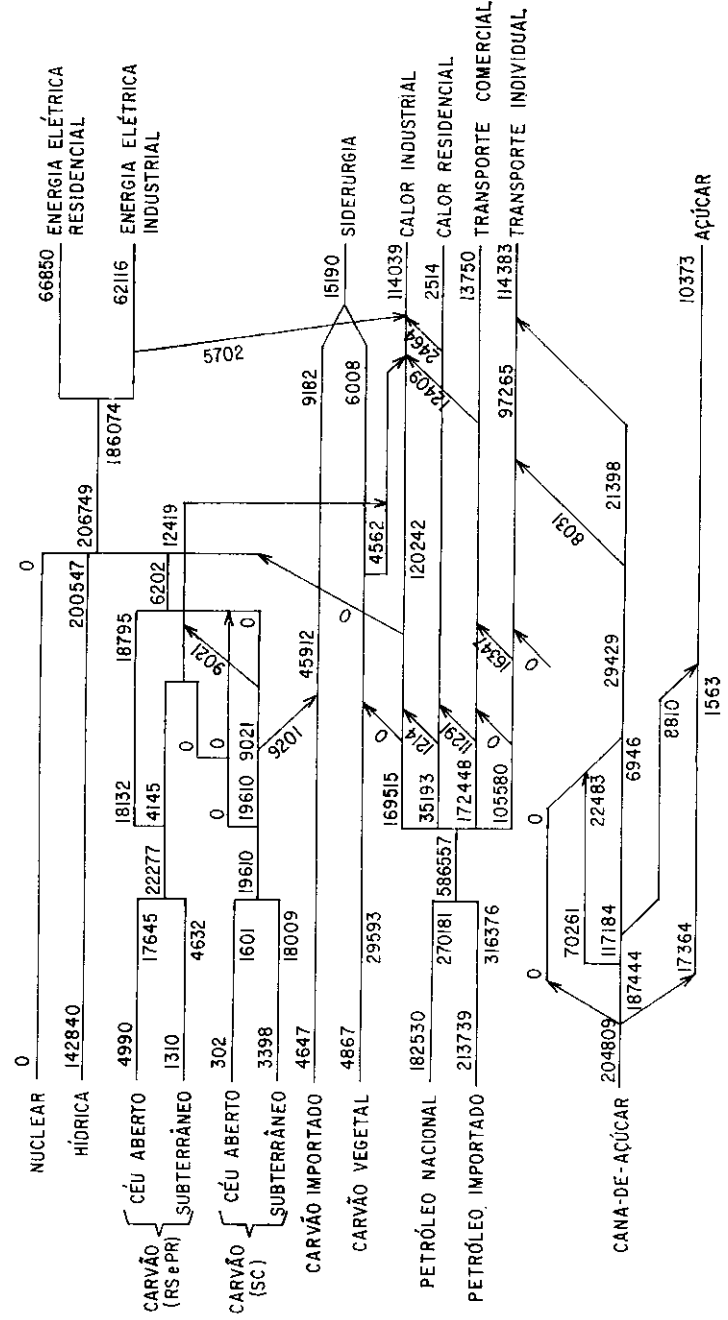
As participações dos carvões mineral e vegetal na energia destinada à geração de calor industrial seriam em 1982, respectivamente, 2,0 e 1,2%. O óleo combustível, derivado do refino do petróleo e complementado por um pequeno volume de importações, com uma participação de cerca de 84%, constituiria a principal fonte de energia para esta utilização no mesmo ano. As parcelas atribuídas ao óleo diesel, ao gás liquefeito de petróleo e à eletricidade somariam os restantes 11% da energia calorífica requerida pelo setor industrial.



A produção de petróleo nacional em 1982, que corresponde em média a 274 mil barris por dia, seria plenamente utilizada na atividade de refino, devido a um custo de obtenção inferior ao de importação. A necessidade interna de petróleo seria complementada no mesmo ano por importações equivalentes a 748 mil barris por dia. Observa-se que as importações de petróleo bruto são ditadas, nesta versão do modelo, pelos requisitos de gás liquefeito, derivado para o qual eram limitadas as possibilidades de exportação e/ou importação quando da concepção deste modelo. O comércio internacional dos outros derivados do petróleo permitiria, então, a compatibilização da estrutura de refino com o padrão de consumo doméstico. Nesta solução, em 1982, excedentes de gasolina e de óleo diesel, correspondentes a 6,5 e 2,3% da produção doméstica, seriam exportados, enquanto 5,6% da oferta de óleo combustível seriam importados. Observe-se que a hipótese de o gás liquefeito de petróleo ser o derivado responsável pela importação marginal de petróleo tenderia a sobreestimar as exportações de óleo diesel e gasolina e as importações do petróleo bruto e a subestimar as importações de óleo combustível.

A magnitude do excedente exportável de gasolina depende das hipóteses adotadas acerca da participação mínima do álcool anidro na mistura álcool/gasolina, da composição da frota de veículos entre movidos a álcool hidratado e movidos a gasolina e dos preços internacionais da gasolina e do açúcar. O álcool (anidro e hidratado) necessário ao atendimento da demanda de energia em transporte individual seria em 1982 produzido exclusivamente em destilarias anexas, enquanto as autônomas, neste cenário, não seriam utilizadas neste ano, possivelmente devido à relação de custos desfavorável e à competitividade do açúcar aos preços internacionais fixados exogenamente. Observa-se que 86% da oferta de açúcar neste ano proviriam da produção conjunta de açúcar e álcool em destilarias anexas, que absorveriam 89,9% da produção de cana-de-açúcar. Aproximadamente, 36,7% do volume de cana-de-açúcar destilado seriam destinados à produção exclusiva de álcool em destilarias anexas, apesar de sua eficiência técnica inferior em relação às destilarias autônomas propriamente ditas.

Figura 7  
**CONFIGURAÇÃO ÓTIMA DO SETOR ENERGÉTICO NACIONAL – 1985**



Conforme mencionado anteriormente, o período 1982/85 pode ser caracterizado pela estagnação do crescimento da renda real, que é um fator determinante da demanda de energia, e pela acelerada expansão da produção doméstica de petróleo e de fontes alternativas, do lado da oferta de energia. Os reflexos da conjunção destes fatores sobre a configuração ótima do setor energético podem ser avaliados comparando-se as Figuras 6 e 7.

Verifica-se que o arrefecimento do processo de crescimento econômico, neste período, tenderia a reduzir o grau de utilização das hidroelétricas a 81% no ano de 1985. Tal excesso de oferta da fonte hídrica reforça o argumento da não-economicidade da energia nuclear na geração térmica de eletricidade. O crescimento da produção de carvão mineral, concentrado nas regiões do Rio Grande do Sul e Paraná, e o relaxamento dos limites técnicos à sua utilização na geração de calor para o setor industrial tenderiam a desviar toda a produção de carvão energético de Santa Catarina exclusivamente para este fim, em função dos menores custos de mineração e transporte. Assim, as termoelétricas passariam a ser atendidas exclusivamente por uma parcela do carvão mineral originário do Rio Grande do Sul e Paraná, correspondente em 1985 a 80% da disponibilidade.

Em relação ainda ao carvão mineral, plenamente utilizado, observa-se que o carvão energético de Santa Catarina corresponderia em 1985 a 73% da oferta de carvão mineral para a geração de calor industrial, complementada pela produção das outras duas regiões. O volume de carvão importado não se alteraria entre 1982 e 1985, apesar de um crescimento médio do consumo de energia na siderurgia de 2,8% a.a. no mesmo período. Em consequência, cresce a participação do carvão vegetal como fonte de energia na produção do coque siderúrgico, atingindo 40% no ano de 1985.

O consumo total de carvão vegetal, embora cresça à taxa média de 10,1% a.a. entre 1982 e 1985, neste último ano corresponderia a cerca de 72% da disponibilidade desta fonte. Paralelamente à expansão do consumo na siderurgia, a participação do carvão vegetal na geração de calor industrial aumenta para 2,4% em 1985. O consumo de energia para a geração de calor no setor industrial cresce neste período à taxa média de 2,4% a.a.. A substituição dos deri-

vados de petróleo por fontes alternativas nesta utilização resultaria em um aumento da participação do carvão mineral para 6,5% das necessidades de energia e em uma redução da participação do óleo combustível para 80% no mesmo ano.

A produção nacional de petróleo, que alcançaria em 1985 a meta de 500 mil barris por dia, representaria 46% do consumo total de petróleo neste ano. O volume importado, em gradual redução no período, atingiria 586 mil barris por dia em 1985. O moderado crescimento das demandas de energia para a geração de calor industrial e residencial e para o transporte comercial e individual, com taxas médias anuais do intervalo de 1 a 2% a.a. entre 1982 e 1985, aumentaria os excedentes exportáveis de gasolina e de óleo diesel para 15 e 7% da produção, respectivamente, e reduziriam as necessidades de importação de óleo combustível para 0,7% da oferta em 1985.

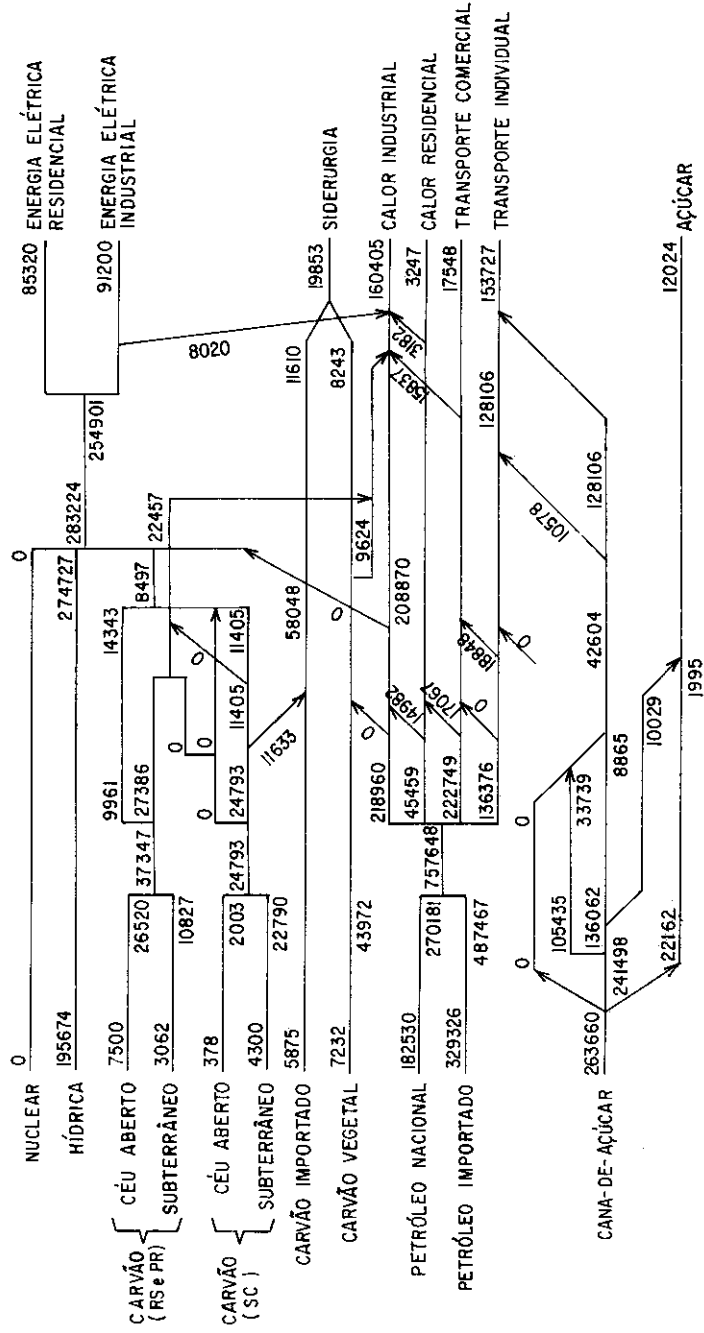
A taxa média de expansão da lavoura canavieira entre 1982 e 1985 seria da ordem de 8,3% a.a. A maior parcela deste aumento de produção da cana-de-açúcar seria destinada à produção de álcool em destilarias anexas. No ano de 1985, cerca de 92% da produção de cana seriam destilados. Aproximadamente 63% deste total seriam utilizados no processo misto de produção de açúcar e álcool. Observa-se ainda que o aumento da demanda de álcool dever-se-ia principalmente ao álcool hidratado, que representaria em 1985 cerca de 12% do consumo de energia em transporte individual.

Na segunda metade da década, com a recuperação do processo de crescimento da economia, a estabilização da produção doméstica de petróleo e a moderação da expansão da oferta de fontes alternativas, modifica-se gradualmente a conformação do setor energético nacional. A configuração ótima sugerida para o ano de 1990 é apresentada na Figura 8. Observa-se que neste ano a energia elétrica seria ainda gerada a partir da fonte hídrica (97%) e do carvão mineral (3%). Apesar do crescimento da demanda de eletricidade no período, amplia-se o índice de ociosidade do setor hidroelétrico para 26% em 1990. A energia nuclear e o óleo combustível permaneceriam não-econômicos para esta utilização.

Em relação ao carvão mineral, verifica-se que a contínua expansão da produção do Rio Grande do Sul e Paraná deslocaria o carvão

Figura 8

### CONFIGURAÇÃO ÓTIMA DO SETOR ENERGÉTICO NACIONAL - 1990



energético de Santa Catarina exclusivamente para a termoelectricidade. O carvão de Santa Catarina representaria 44% da oferta de energia termoeletrica em 1990. Por outro lado, cerca de 73% do carvão mineral oriundo das minas do Rio Grande do Sul e do Paraná seriam destinados à geração de calor no setor industrial neste ano. Observe-se que os bruscos deslocamentos de destino do carvão mineral em relação à primeira metade da década podem estar refletindo uma flexibilidade excessiva do módulo energético na representação do sistema real.

Apesar do crescimento da demanda de energia no setor industrial, com a recuperação da economia no período, o carvão mineral não seria plenamente utilizado neste ano. Percebe-se ao final do período a aparição de um excedente de carvão proveniente das minas subterrâneas do Rio Grande do Sul e Paraná.

Com o crescimento da mineração de carvão em Santa Catarina e a expansão da oferta de carvão vegetal, as importações de carvão metalúrgico cresceriam entre 1985 e 1990 à taxa média de 4,8% a.a., que é inferior ao aumento médio de 5,5% a.a. demonstrado pela demanda de energia na produção do coque siderúrgico. Em 1990 esta demanda seria satisfeita por 58% de carvão metalúrgico (nacional e importado) e 42% de carvão vegetal. O consumo de carvão vegetal permaneceria inferior à disponibilidade desta fonte primária em todo o período.

As participações do carvão mineral e vegetal no suprimento da demanda de energia para a geração de calor cresceriam gradualmente, na segunda metade da década, até atingirem 8,4 e 3,6%, respectivamente, em 1990. O óleo combustível responderia neste ano por 78% do consumo de energia nesta utilização.

Com a estagnação da produção nacional de petróleo e o crescimento das demandas de energia para geração de calor e transportes a taxas médias que variam de 5 a 7% a.a. entre 1985 e 1990, as importações de petróleo bruto aumentariam vertiginosamente, atingindo 902 mil barris por dia em 1990. Modificar-se-ia também, com o crescimento da demanda interna, o padrão de comércio internacional de derivados. Enquanto menores parcelas da produção de gasolina e óleo diesel seriam exportadas em 1990 (13,4 e 7,7%,

respectivamente), a importação de óleo combustível representaria 6,4% da oferta. Observe-se que este resultado depende da hipótese acerca da evolução das proporções dos vários derivados no refino do petróleo, consideradas fixas e mantidas constantes ao longo do horizonte de planejamento. Esta hipótese simplificadora introduz possivelmente um componente de rigidez excessiva nas soluções geradas pelo modelo a médio prazo.

Em relação à cana-de-açúcar, cuja taxa média de crescimento da produção seria da ordem de 5,2% a.a. entre 1985 e 1990, observa-se que uma parcela ainda maior seria destinada à produção exclusiva de álcool em destilarias anexas. Aproximadamente 56% do volume de cana-de-açúcar destinado à destilação utilizariam o processo misto para a produção conjunta de açúcar e álcool em 1990.

#### *5.1.2.2 – Preços das fontes primárias de energia*

A evolução prevista dos preços implícitos das fontes primárias de energia, consistentes com as hipóteses de expansão da oferta adotadas, é apresentada na Tabela 6. Observa-se que os preços implícitos seriam nulos no decorrer do horizonte de planejamento para as fontes nuclear e hídrica e para o carvão vegetal. O excesso de oferta, que caracteriza neste cenário a disponibilidade das fontes nuclear e hídrica, revelaria um superdimensionamento do parque gerador de energia elétrica do País. No caso do carvão vegetal, o excesso de oferta poderia ser atribuído a um custo de obtenção relativamente alto e a um moderado relaxamento dos limites técnicos à sua utilização para a geração de calor no setor industrial.

Em relação às fontes primárias plenamente utilizadas, verifica-se que os preços implícitos, que assumem valores positivos, seriam, à exceção da cana-de-açúcar, decrescentes no período 1982/84. Este resultado pode ser explicado pelas elevadas taxas de crescimento projetadas para a mineração do carvão (19,5% a.a.) e para a produção de petróleo (25,7% a.a.) no mesmo período. Já no ano de 1985, com o arrefecimento do processo de expansão da produção de fontes alternativas ao petróleo e a recuperação do crescimento

TABELA 6

*Evolução dos preços implícitos das fontes primárias de energia  
(cenário básico)*

(Em US\$ constantes de 1982)

Fonte	Unidade	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Nuclear	US\$/MWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hídrica	US\$/MWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carvão mineral RS c PR/céu aberto	US\$/Geal	13,9	12,0	5,7	12,4	12,4	12,4	12,3	12,3	4,3
Carvão mineral RS c PR/subterrâneo	US\$/Geal	9,6	8,7	1,4	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	0,0
Carvão mineral SC/céu aberto	US\$/Geal	15,9	15,5	12,1	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	11,5
Carvão mineral SC/sub- terrâneo	US\$/Geal	15,4	15,0	11,6	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	11,0
Carvão vegetal	US\$/Geal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Petróleo nacional	US\$/Geal	24,1	23,0	22,4	22,4	22,3	22,3	22,2	22,2	22,2

do resto da economia, que pressionaria a demanda de energia, observar-se-ia uma reversão da tendência de declínio destes preços implícitos.

A segunda metade da década, caracterizada pela estagnação da produção doméstica de petróleo, representaria um período de relativa estabilidade dos preços implícitos. Poder-se-ia atribuir à expansão da capacidade de produção do carvão mineral o novo declínio de seu preço implícito projetado para o ano de 1990. No caso da mineração em lavra subterrânea, cujo prazo de maturação do investimento varia de quatro a sete anos, a existência de excedentes não comercializáveis no Rio Grande do Sul e Paraná tenderia a anular o preço implícito do carvão neste último ano.

#### 5.1.2.3 – Preços das formas finais de energia

A Tabela 7 apresenta as projeções para os preços implícitos das formas finais de utilização da energia no período 1982/90. Verifica-se uma tendência decrescente dos preços implícitos da energia para o calor residencial e para o transporte comercial no decorrer da década.



A queda destes preços seria mais acentuada no período 1982/84, em consonância com os declínios do preço implícito do petróleo produzido domesticamente e do preço internacional do petróleo importado, em termos reais.

TABELA 7

*Evolução dos preços implícitos das formas finais de energia  
(cenário básico)*

(Em US\$ constantes de 1982)

Utilização	Unidade	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Eletricidade	US\$, MWh	21,9	21,8	20,8	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	20,6
Calor industrial	US\$/Gcal	35,8	34,2	32,4	33,2	33,2	33,1	33,0	33,0	31,7
Siderurgia	US\$/Gcal	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6
Calor residencial	US\$/Gcal	86,8	83,5	81,6	81,5	81,3	81,2	81,0	80,9	80,8
Transporte comercial	US\$/Gcal	35,4	33,8	32,8	32,7	32,6	32,6	32,5	32,5	32,4
Transporte individual	US\$/Gcal	35,9	36,9	37,2	38,0	38,5	38,4	38,4	38,3	38,3

O preço implícito da energia para a produção do coque siderúrgico permaneceria estável ao nível projetado em 1982 até o final do horizonte de planejamento. A constância deste preço pode ser atribuída ao preço internacional estável do carvão metalúrgico importado, por hipótese, e ao preço implícito nulo do carvão vegetal devido ao excesso de oferta discutido anteriormente.

A evolução dos preços implícitos da eletricidade e do calor industrial na década acompanharia as flutuações dos preços implícitos do carvão mineral. Decrescentes no período 1982/84, os preços implícitos recuperar-se-iam em 1985, com a elevação do preço implícito do carvão mineral. Na segunda metade da década, o preço implícito se estabilizaria no nível atingido em 1985 até 1990, quando sofreria nova redução.

O comportamento projetado dos preços implícitos da energia para o transporte individual é marcadamente distinto das outras formas finais de utilização da energia. A trajetória ascendente destes preços no período 1982/86 poderia ser explicada pela obrigatoriedade de mistura de álcool anidro à gasolina e pela necessidade de atendi-

mento a uma frota crescente de veículos movidos a álcool hidratado. A elevação do preço da cana-de-açúcar, que onera o custo de produção do álcool na primeira metade da década, acentuaria o aumento do preço implícito da energia para esta utilização. A constância dos preços da cana-de-açúcar e a estabilidade da composição da frota de veículos a álcool e a gasolina contribuem para estabilizar o preço implícito na segunda metade da década.

A Tabela 8 apresenta os preços explícitos correspondentes às formas finais de utilização da energia, supondo constantes os coeficientes de imperfeição de mercado aos níveis estimados para o ano de 1982.

TABELA 8

*Evolução dos preços explícitos das formas finais de energia*  
(cenário básico)

(Em US\$ constantes de 1982)

Utilização	Unidade	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Eletricidade industrial	US\$/MWh	11,0	10,9	10,4	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,3
Calor industrial	US\$/Geal	21,4	20,5	19,4	19,9	19,9	19,8	19,8	19,8	19,0
Calor residencial	US\$/Geal	21,7	20,9	20,4	20,4	20,3	20,3	20,3	20,2	20,2
Transporte individual	US\$/Geal	101,6	105,4	106,3	108,6	110,0	109,7	109,7	109,4	109,4

## 5.2 — Cenário alternativo A

A Tabela 9 apresenta um sumário dos resultados obtidos para as principais variáveis macroeconômicas sob os cenários alternativos A e B. Observa-se que, mantidos constantes os coeficientes de imperfeição de mercado, os maiores preços internacionais do petróleo neste cenário refletem-se em aumentos de custos para o setor industrial. Verifica-se na Figura 4 que, em relação ao cenário básico, o aumento do preço do petróleo atenuaria a queda do custo de geração de calor para a indústria do biênio 1983/84 e amplificaria sua recuperação no ano de 1985. Como consequência do aumento

TABELA 9

Sumário dos resultados das variáveis macroeconômicas para os cenários alternativos

	1982	1983	1981	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Média 1982/85	Média 1980/90
--- Taxas de inflação (%)											
--- Preços industriais											
Cenário alternativo A	115,25	112,11	105,70	111,14	113,57	116,99	120,90	124,77	123,38	111,02	119,89
Cenário alternativo B	115,25	108,61	100,73	98,39	95,59	93,56	91,95	90,26	86,10	105,64	91,46
--- Preços agrícolas											
Cenário alternativo A	90,82	116,24	103,29	110,40	113,72	117,92	122,21	125,90	124,73	104,97	120,85
Cenário alternativo B	90,82	112,93	98,14	97,70	95,72	94,89	93,09	91,21	87,22	99,74	92,30
--- Preços per-stacado											
Cenário alternativo A	111,58	112,73	105,34	111,03	113,60	117,13	121,10	124,94	123,58	110,15	120,03
Cenário alternativo B	111,58	109,25	100,34	98,29	95,61	93,68	92,12	90,40	86,27	104,79	91,59
--- Importações (US\$ milhões)											
Petróleo											
Cenário alternativo A	9.095,9	8.247,1	7.871,5	8.309,1	9.973,9	12.071,6	14.257,6	17.114,4	20.330,7	8.380,9	14.769,6
Cenário alternativo B	9.095,9	8.016,9	7.509,2	7.695,8	8.924,6	10.362,6	11.820,8	13.494,8	15.285,9	8.079,5	11.977,7
Total											
Cenário alternativo A	19.494,1	17.720,1	17.923,9	19.231,1	22.059,1	25.480,1	29.167,5	33.419,7	38.252,8	18.592,5	29.671,8
Cenário alternativo B	19.494,1	17.489,9	17.561,6	18.618,4	21.009,7	23.751,0	26.630,6	29.800,1	33.208,0	18.291,0	26.879,9
--- Exportações (US\$ milhões)											
Açúcar											
Cenário alternativo A	714,8	876,2	691,8	1.069,9	1.147,0	1.343,4	1.533,4	1.729,5	1.935,9	913,2	1.537,8
Cenário alternativo B	714,8	876,2	973,5	1.019,8	1.058,9	1.198,0	1.317,3	1.426,3	1.526,1	896,1	1.305,3
Total											
Cenário alternativo A	20.600,4	22.663,1	24.975,6	27.620,0	30.617,3	34.049,3	37.784,6	41.857,1	46.319,5	23.951,8	38.125,6
Cenário alternativo B	20.600,4	22.664,4	24.958,8	27.571,5	30.531,1	33.906,0	37.570,7	41.556,4	45.912,4	23.948,8	37.895,3
--- Saldo da balança comercial (US\$ milhões)											
Cenário alternativo A	1.106,3	4.943,0	7.051,7	8.388,3	8.558,3	8.589,2	8.617,1	8.437,4	8.066,7	5.372,3	8.453,7
Cenário alternativo B	1.106,3	5.174,5	7.397,2	8.963,2	9.521,3	10.155,0	10.940,1	11.756,3	12.704,3	5.657,8	11.015,4
--- Saldo em conta corrente (US\$ milhões)											
Cenário alternativo A	-13.615,6	-8.103,9	-4.951,6	-3.437,9	-3.790,7	-4.370,3	-5.034,9	-6.017,4	-7.336,9	-7.549,8	-5.310,0
Cenário alternativo B	-13.615,6	-7.344,0	-4.348,9	-2.756,5	-2.606,3	-2.409,4	-2.051,3	-1.648,8	-1.063,8	-7.216,3	-1.961,9
--- Dívida externa líquida (US\$ milhões) (fim do período)											
Cenário alternativo A	66.019,6	72.604,8	75.820,9	77.418,3	79.224,3	81.466,0	84.218,0	87.786,9	92.497,8		
Cenário alternativo B	66.019,6	72.354,9	75.178,3	76.084,3	76.705,9	76.986,7	76.755,1	75.955,4	74.423,2		
--- Relação dívida líquida/exportações											
Cenário alternativo A	3,20	3,20	3,04	2,80	2,59	2,39	2,23	2,10	2,00		
Cenário alternativo B	3,20	3,19	3,01	2,76	2,51	2,27	2,04	1,83	1,62		

do custo real da energia, as taxas de crescimento dos preços industriais previstas neste cenário são ligeiramente superiores às projeções relativas ao anterior. A taxa de crescimento média dos preços industriais no período 1982/85 atingiria 111,0% a.a., em contraste com a taxa de 108% a.a. projetada para o cenário básico.

Uma vez que, segundo a Figura 5, o preço real da cana-de-açúcar permaneceria praticamente inalterado em relação ao cenário anterior, não se configuram pressões adicionais, inflacionárias ou deflacionárias, sobre os preços agrícolas. Portanto, como reflexo exclusivamente da elevação dos preços industriais, a taxa de inflação, medida pelo IPA-DI, atingiria 111,0% no ano de 1985, em contraste com a taxa de 105% projetada no cenário anterior. A taxa de inflação média de 110,2% para o período 1982/85 superaria a taxa média de 107,4% do cenário básico em três pontos percentuais.

Em relação às importações, a elevação dos preços internacionais onera o dispêndio médio com a aquisição de petróleo bruto no período 1982/85 em aproximadamente 2% a.a. em relação ao cenário básico. Isto ocorre porque os preços do petróleo mais altos eliminam parcialmente os efeitos da recessão, quando projetada em termos da balança comercial. Entre 1982 e 1985 o valor nominal das importações totais apresentaria uma queda média anual de 0,5% a.a., em contraste com a queda de 1,1% a.a. prevista no cenário básico.

O aumento da receita com exportações de açúcar, que se verifica neste cenário, pode ser atribuído a um efeito perverso do aumento do preço internacional do petróleo. A conseqüente elevação do preço da gasolina tenderia a reduzir a demanda de álcool anidro utilizado na mistura álcool/gasolina em proporções fixas. Por outro lado, esta elevação moderada do preço do petróleo importado, ao refletir-se sobre os preços da gasolina, não é suficiente para induzir a substituição do derivado de petróleo pelo álcool hidratado na composição da frota de veículos movidos a álcool, que permaneceria em seu limite mínimo. Com a complementaridade da demanda de álcool anidro prevalecendo sobre a substitutibilidade da demanda de álcool hidratado, reduz-se a demanda global de álcool. Aos preços internacionais do açúcar, fixados exogenamente, é estimulada a substituição do lado da oferta, no sentido de uma mais intensa produção

de açúcar, gerando maior excedente exportável. Por este motivo, a receita de exportações cresce neste cenário entre 1982 e 1985 a uma taxa média de 10,2% a.a., que é ligeiramente superior à taxa projetada para o cenário básico.

O aumento dos dispêndios com as importações de petróleo, não compensado pela elevação da receita de exportações, amorteceria a trajetória crescente dos saldos da balança comercial. Projeta-se, neste cenário, um *superavit* comercial de US\$ 8,388 bilhões em 1985, em contraste com a estimativa de US\$ 8,716 bilhões obtida no cenário anterior. O impacto dos maiores preços do petróleo sobre o comportamento do saldo em conta corrente e da dívida externa líquida seria mais pronunciado. O *deficit* em conta corrente cairia, neste cenário, de US\$ 8,194 bilhões em 1983 para US\$ 3,438 bilhões em 1985, enquanto a dívida externa líquida em dólares correntes atingiria no final de 1985 o valor de US\$ 77,4 bilhões.

O contínuo aumento dos preços reais do petróleo na segunda metade da década distancia de forma mais significativa as projeções geradas nestes dois cenários. A acentuada elevação, no período, do custo da energia para o setor industrial, que se percebe na Figura 4, provoca uma gradual aceleração do crescimento destes preços. A taxa de crescimento projetada para os preços industriais atinge 119,9% a.a. entre 1986 e 1990, e a taxa média de inflação, medida em termos do IPA-DI, alcançaria 120,0% a.a. no mesmo período. Estas taxas representam, aproximadamente, um adicional de 15 pontos percentuais sobre as taxas previstas no cenário básico.

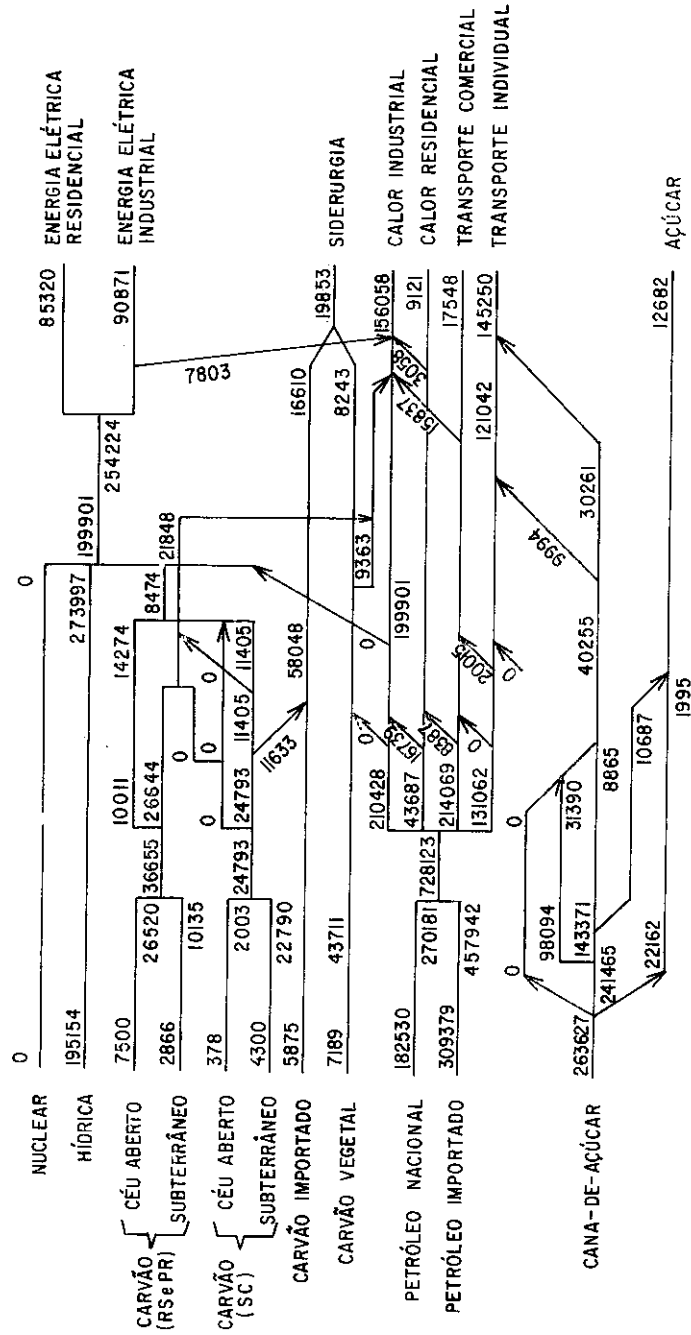
Em termos da balança comercial, observa-se que o aumento da taxa média de crescimento das importações nominais para 14,7% a.a., prevista neste cenário, seria suficiente para reverter no final da década o perfil ascendente do *superavit* comercial do cenário anterior. O *deficit* em conta corrente, que cresce vertiginosamente na segunda metade da década, atingiria US\$ 7,337 bilhões em 1990, em contraste com o valor de US\$ 3,879 bilhões projetado para o cenário básico. Esta evolução do saldo em conta corrente seria responsável por um acréscimo em termos nominais de, aproximadamente, US\$ 10 bilhões na dívida externa líquida ao final de 1990.

Em relação à evolução das variáveis do setor energético, observa-se que os preços superiores para o petróleo deste cenário tenderiam a sobrepujar a conservação e a substituição da energia importada verificadas para o cenário básico. Os maiores preços para o petróleo, ao se propagarem pela rede representativa dos fluxos energéticos, induziriam um menor consumo de energia nas utilizações finais de determinação endógena, tais como: a eletricidade industrial, o calor residencial e industrial e o transporte individual. Para as fontes primárias, o efeito dos preços mais elevados para o petróleo não é previsível *a priori*, dependendo da predominância da complementaridade ou da substitutibilidade que caracterizam as diversas utilizações associadas à mesma fonte de energia.

Verifica-se que, entre 1982 e 1985, as alterações na configuração ótima do setor energético, em contraste com os resultados do cenário básico, são marginais. A pequena distância que separa as duas trajetórias para o preço internacional do petróleo não seria suficiente para promover, neste período, uma modificação profunda na estrutura setorial. Assim, atingir-se-ia o ano de 1985 com as importações de petróleo ao nível médio de 575 mil barris por dia, o que representaria uma redução adicional de 13 mil barris por dia em relação ao cenário anterior. Esta modesta economia no volume de importações de petróleo poderia ser atribuída quase que exclusivamente à conservação da energia através do mecanismo dos preços, uma vez que são desprezíveis as mudanças do padrão de consumo de fontes primárias.

Na segunda metade da década, quando, dada a hipótese de evolução da inflação mundial, os preços internacionais do petróleo crescem à taxa média de 3% a. a. em termos reais, verifica-se uma tendência mais acentuada à substituição do petróleo importado por carvão mineral e vegetal. No entanto, os limites técnicos máximos impostos à utilização de fontes alternativas, ainda que relaxados no decorrer do horizonte de planejamento, impedem a substituição efetiva. Em consequência, a estrutura do setor energético não sofreria transformações radicais em relação ao cenário básico. Ilustrando esta assertiva, a configuração ótima do setor energético nacional para o ano de 1990 é apresentada na Figura 9.

Figura 9  
**CONFIGURAÇÃO ÓTIMA DO SETOR ENERGÉTICO – 1990**  
 (CENÁRIO ALTERNATIVO A)



O contraste entre as Figuras 8 e 9 demonstra a relativa estabilidade dos fluxos energéticos neste cenário em relação ao cenário básico. O volume de importações de petróleo projetado para o ano de 1990 é, em termos médios, 848 mil barris por dia, ou seja, 55 mil barris por dia inferior ao previsto no cenário básico. Observam-se ainda, para 1990, em relação ao cenário básico, ligeiras ampliações dos excessos de oferta de carvão mineral originário do Rio Grande do Sul e Paraná e de carvão vegetal, em virtude do menor consumo de energia para a geração de calor no setor industrial.

Uma vez que a disponibilidade e os limites técnicos à utilização de fontes primárias alternativas limitariam a efetiva substituição do petróleo, os preços de importação mais elevados refletem-se através de um aumento substancial dos preços implícitos e explícitos das fontes e dos usos de energia em termos reais. É através de preços mais elevados que se torna possível estabelecer um novo equilíbrio entre oferta e demanda. Este efeito é percebido mais nitidamente na segunda metade da década, quando o preço internacional do petróleo cresce em termos reais à taxa média de 3% a.a. Neste período, os aumentos médios dos preços implícitos reais da energia para o calor industrial e residencial e o transporte comercial e individual são da ordem de 2,3, 2,0, 2,4 e 1,8% a.a., respectivamente. Esta elevação dos preços implícitos pode ser contrastada com as projeções obtidas para o cenário básico apresentadas na Tabela 5. No caso do calor industrial, a evolução do preço implícito neste cenário pode ser visualizada também através da Figura 4.

### 5.3 — Cenário alternativo B

Neste cenário, o comportamento das variáveis macroeconômicas seria simétrico ao do cenário alternativo A. Os menores preços para o petróleo importado reforçariam a queda projetada, para o cenário básico, do custo da energia para o setor industrial, atribuída à maior disponibilidade de fontes primárias alternativas a custos competitivos na primeira metade da década. Os menores custos da geração do calor, verificados na Figura 4, seriam responsáveis por taxas de crescimento dos preços industriais decrescentes no decorrer do hori-



zonte de planejamento. A taxa média de crescimento dos preços industriais no período 1982/85 é projetada em cerca de 106% a.a. No ano de 1985 a taxa de elevação dos preços industriais romperia a barreira dos 100%, situando-se em torno de 98,4%.

A pressão deflacionária que se exerce sobre os preços industriais seria parcialmente compensada por um ligeiro aumento dos preços reais da cana-de-açúcar, entre 1983 e 1985, devido à predominância, neste período, da complementaridade entre estas fontes primárias. A pequena pressão inflacionária sobre os preços agrícolas, que se observa na Figura 5, amenizaria a queda da taxa de inflação, projetada entre 1982 e 1985. Neste período, a taxa média de inflação é projetada em 104,8% a.a., o que representaria uma redução de aproximadamente 2,6% a.a. em relação ao cenário básico.

Os gastos com importações de petróleo cairiam, neste cenário, à taxa média de 5,4% a.a. entre 1982 e 1985, em contraste com a queda média anual projetada para o cenário básico. Note-se que a diferença entre estas duas taxas médias de crescimento das importações nominais (aproximadamente 1% a.a.) é inferior ao diferencial entre as taxas médias de crescimento dos preços do petróleo nos dois cenários (aproximadamente 2,3% a.a.). Este resultado pode ser atribuído a um menor estímulo à substituição da energia importada, em decorrência de preços internacionais inferiores.

Enquanto o valor nominal das importações totais apresentaria uma queda média anual de 1,5% entre 1982 e 1985, as exportações nominais cresceriam à taxa média de 10,2% a.a., apesar da ligeira queda da receita de exportações de açúcar. Esta evolução das importações e exportações nominais reforçaria a tendência crescente dos saldos comerciais do cenário básico na primeira metade da década. O *superavit* comercial atingiria, neste cenário, US\$ 8,953 bilhões em 1985. Este comportamento mais favorável da balança comercial reflete-se em menores *deficits* em conta corrente e numa atenuação do processo de endividamento externo. O *deficit* em conta corrente projetado para 1985 é de cerca de US\$ 2,757 bilhões, enquanto a dívida líquida é da ordem de US\$ 76 bilhões.

A queda do preço real do petróleo importado na segunda metade da década (e, por conseguinte, do custo da energia), segundo a

Figura 4, resultaria numa redução da taxa média de crescimento dos preços industriais para 91,5% a.a. Em termos da taxa de inflação, medida pelo IPA-DI, a média para o período 1986/90 é projetada em 91,6% a.a., o que representaria uma redução de 13,8% a.a. em relação ao cenário básico.

Ainda na segunda metade da década, o crescimento mais moderado dos dispêndios com importações, à taxa média de 12,2% a.a., geraria *superavits* comerciais crescentes. Em consequência, o *deficit* em conta corrente projetado, em queda vertiginosa neste período, reduz-se a US\$ 1,094 bilhão em 1990. A dívida externa líquida ao final de 1990 seria, então, inferior em US\$ 8 bilhões à projeção obtida sob as hipóteses do cenário básico. O quociente dívida líquida/exportações, em acentuado declínio, atingiria o nível de 1,79 no final do horizonte de planejamento.

No tocante às variáveis do setor energético, o impacto de preços inferiores para o petróleo importado é aproximadamente simétrico aos resultados observados para o cenário alternativo A. Os menores preços do petróleo tenderiam a inibir o processo de conservação e substituição da energia importada. Em consequência da perda de competitividade, reduzir-se-ia o consumo de energia originária de fontes primárias alternativas. Por outro lado, ampliar-se-ia o consumo de energia nas utilizações finais.

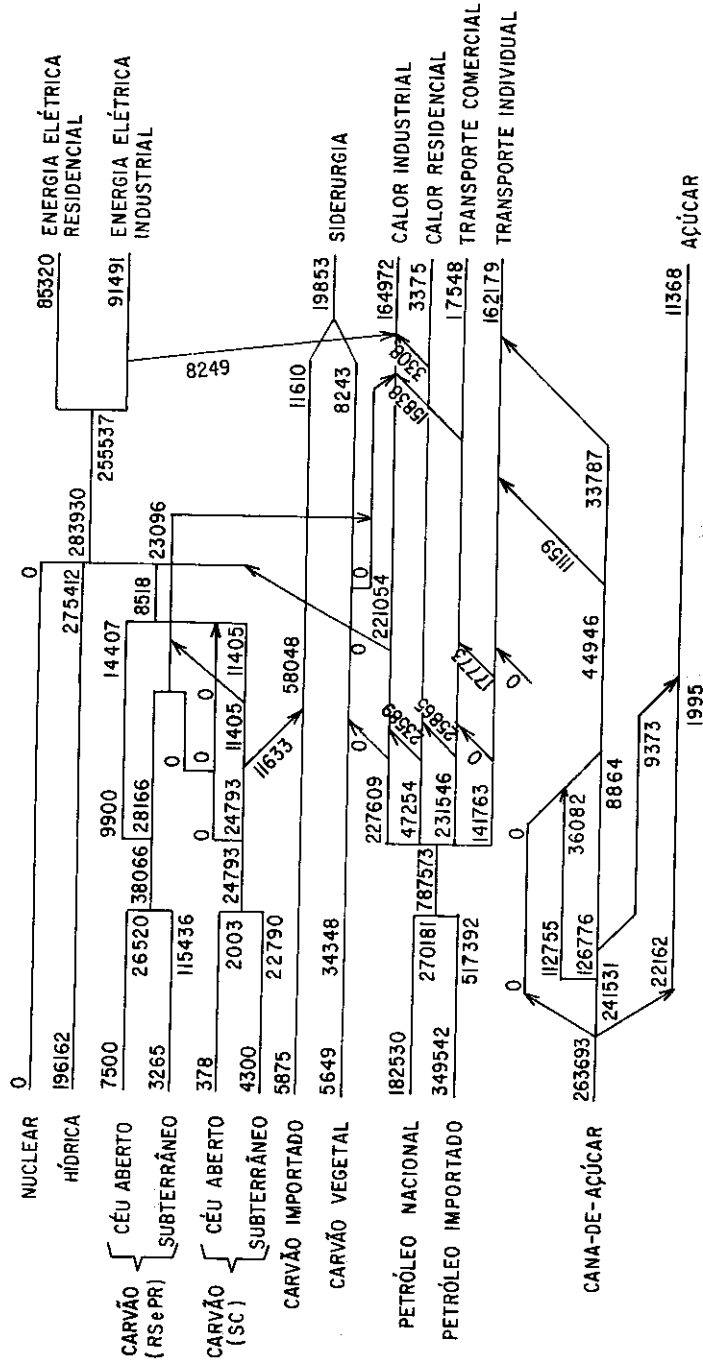
De forma análoga ao cenário alternativo A, as modificações que se verificam na configuração ótima do setor energético em relação ao cenário básico são, neste caso, pequenas. Na primeira metade da década, os preços mais favoráveis para o petróleo eliminariam, a partir de 1984, a utilização do carvão vegetal para a geração de calor no setor industrial. A superior disponibilidade de óleo combustível, em decorrência de maiores volumes para as importações do petróleo bruto e do derivado, supriria os requisitos de energia para esta utilização. Em 1985 as importações de petróleo bruto atingiriam a média de 600 mil barris por dia. Neste mesmo ano, a participação do óleo combustível alcançaria 82% do consumo de energia em calor industrial. A substituição do carvão vegetal, nesta utilização, contribuiria para ampliar o excesso de oferta desta fonte primária para 61% da disponibilidade no ano de 1985, em contraste com os 72% projetados para o cenário básico.

Na segunda metade da década, a queda dos preços internacionais do petróleo, à taxa média de 3% a.a. em termos reais, contribuiria para uma mais acelerada expansão do consumo de energia nas categorias de calor industrial e residencial e transporte comercial e individual. Neste cenário, as taxas médias de crescimento do consumo de energia nestas utilizações estariam situadas na faixa de 5 a 8% a.a. entre 1985 e 1990.

A configuração ótima do setor energético nacional para o ano de 1990 é detalhada na Figura 10. Observa-se que neste ano as importações de petróleo atingiriam em volume a média de 958 mil barris por dia. Em contraste com os resultados obtidos para o cenário básico para o mesmo ano, o excesso de oferta ampliar-se-ia no caso do carvão vegetal para 62% e reduzir-se-ia quanto ao carvão mineral originário do Rio Grande do Sul e Paraná para 82%. O consumo adicional de carvão mineral em relação ao cenário básico é destinado ao suprimento da demanda incremental de energia para a geração de calor no setor industrial, mantendo-se inalterada sua participação no limite técnico máximo, fixado em 8,4%. Verifica-se ainda um maior volume de importações de óleo combustível, correspondente a 9,4% da oferta, o que, em conjunto com o maior volume de petróleo bruto importado e refinado, contribuiria para uma elevação da participação do derivado na composição da energia consumida pelo setor industrial.

Os preços inferiores do petróleo importado, ao se propagarem pela rede do setor energético nacional, resultariam em menores preços implícitos e explícitos para as fontes alternativas e para as utilizações do petróleo no decorrer do horizonte de planejamento. Na medida em que a queda do preço do petróleo em relação ao cenário básico estimularia o seu consumo em detrimento das fontes alternativas, cujos níveis de utilização, em casos como o carvão vegetal para a geração de calor, tornar-se-iam inferiores aos limites técnicos máximos de substituição, seria amortecido o efeito sobre os preços implícitos das formas finais de energia. Assim, na segunda metade da década, quando o preço do petróleo importado decresce à taxa média de 3% a.a. em termos reais, os preços da energia para a geração de calor industrial e residencial e para o transporte comercial e individual apresentariam uma queda média anual de 2,7,

Figura 10  
**CONFIGURAÇÃO ÓTIMA DO SETOR ENERGÉTICO – 1990**  
 (CENÁRIO ALTERNATIVO B)



2,2, 2,8 e 1,4% a.a., respectivamente. Este cenário acentuaria, portanto, as quedas dos preços da energia para as categorias de transporte comercial, calor residencial e industrial e reverteria as elevações dos preços para o transporte individual, projetadas para o cenário básico.

## 6 — Conclusões

Na Seção 2 foram apresentados os fundamentos teóricos da integração dos módulos macroeconômico e energético, que compõem o modelo energia/economia desenvolvido para o Brasil. Embora o procedimento de determinação de um equilíbrio econômico através da solução de um problema de otimização já tenha sido explorado teórica e, em alguns poucos casos, empiricamente, a originalidade da metodologia proposta advém da consideração explícita das imperfeições de mercado. A introdução dos coeficientes de imperfeição permite lidar diretamente, por exemplo, com a questão da estrutura de impostos e subsídios, que, sabidamente, constituem uma das fontes de distorção do equilíbrio competitivo nos mercados de energia.

A representação do setor energético nacional no modelo integrado foi discutida na Seção 3. A título de simplificação, optou-se por uma formulação que pressupõe coeficientes técnicos fixos para a transformação da energia. Diversas limitações do modelo podem ser apontadas, em decorrência da hipótese de inflexibilidade dos coeficientes técnicos. Possivelmente, esta hipótese é responsável por uma maior rigidez da representação analítica *vis-à-vis* o setor energético real. Tanto o refino do petróleo quanto o processamento da cana-de-açúcar ou o beneficiamento do carvão mineral, por exemplo, permitem alguma variabilidade dos coeficientes técnicos. Neste sentido, a representação adotada deve ser percebida apenas como uma primeira aproximação ao sistema real. A qualidade desta aproximação é tanto maior quanto menores forem a flexibilidade do processo tecnológico e o horizonte de planejamento.

Uma segunda consequência da rigidez tecnológica na representação do setor energético é a tendência à geração de soluções de fronteira. De modo a evitar soluções pouco realistas deste tipo, tornou-se premente a inclusão de restrições adicionais ao modelo, que limitam a utilização de determinados processos de transformação da energia. Neste caso, foi necessário um compromisso entre o grau de realismo a ser alcançado e o aumento da dimensão do modelo, que resultariam da adição de novas restrições.

Com relação às funções de oferta e de demanda de energia, que complementam a formulação do problema de otimização representativo do setor energético nacional no modelo integrado, uma dificuldade prática deve ser ressaltada. Na medida em que a estimação econométrica destas funções baseia-se em observações históricas de consumo e preços, a inferência acerca do comportamento futuro dos produtores e consumidores em relação a novas possibilidades de conservação e substituição de energia é bastante limitada. Uma vez que a integração do modelo fundamenta-se na existência de elasticidades-preço (próprias e cruzadas) da oferta e da demanda de energia, uma análise da sensibilidade dos resultados às estimativas destes parâmetros deveria contribuir para aumentar o nível de confiança nas soluções obtidas.

A Seção 4 apresentou o módulo macroeconômico que representa o resto da economia brasileira no modelo integrado. Na descrição dos sete blocos que compõem este módulo, foram enfatizadas as conexões com o módulo energético. Na versão atual do modelo, os principais elementos de interligação entre os dois módulos são: a) o nível de atividade como determinante das demandas de formas finais de utilização da energia; b) o custo de geração de calor como elemento de custo do setor industrial; c) o volume de importações de petróleo como componente do dispêndio de divisas com importações; d) o volume de exportações de açúcar como contribuinte da receita cambial com exportações; e) o nível de produção de cana-de-açúcar como parte integrante do produto agrícola agregado; e f) o preço da cana-de-açúcar como componente do índice de preços agrícolas. Observa-se que são bastante reduzidas as interligações entre os módulos do modelo integrado em relação ao volume de informações geradas em cada solução do módulo energético. A

desagregação do setor energético *vis-à-vis* o resto da economia justifica este procedimento. Muito embora as interligações existentes sejam, possivelmente, as mais relevantes, em versões futuras do modelo pretende-se ampliar o escopo das inter-relações entre os dois módulos através de um maior detalhamento do módulo macroeconômico.

Exercícios de simulação com o modelo integrado foram apresentados na Seção 5, cujo principal objetivo foi demonstrar a operacionalidade da metodologia proposta e ilustrar a potencialidade do modelo integrado como instrumento de análise das inter-relações entre o setor energético e o resto da economia brasileira. Dadas as deficiências e as limitações apontadas acima, os resultados obtidos não devem ser percebidos, portanto, como definitivos. Esta breve experiência com o modelo integrado sugere, no entanto, possíveis linhas de desenvolvimento, que deverão ser objeto de pesquisa posterior.

## Bibliografia

ABREU, M. P., e HORTA, M. H. *Demanda de importações no Brasil, 1960-1980: estimações agregadas e desagregadas por categoria de uso e projeções para 1982*. Texto para Discussão Interna, 48. Mimeo. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982.

BACHA, E. L. *Análise macroeconômica: um texto intermediário*. Série PNPE, 6. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982.

BACHA, E. L., e LOPES, F. L. Inflation, growth and wage policy: a Brazilian perspective. *Journal of Development Economics*, 1983.

CARDOSO, E., e DORNBUSCH, R. Uma equação para as exportações brasileiras de produtos manufaturados. *Revista Brasileira de Economia*, 34 (3):429-37, 1980.

CARDOSO, E. A. Food supply and inflation. *Journal of Development Economics*, 5:269-84, 1981.

- CONNOLLY, T. J., DANTZIG, G. B., e PARIKH, S. C. The Stanford pilot energy/economic model. In: PINDYCK, R. S., ed. *Advances in the economics of energy and resources*. Connecticut, Estados Unidos, Jay Press Inc., 1979.
- DATA RESOURCES, INC. *The data resources energy model: model description*. Mimeo. Lexington, Massachusetts, jul. 1976.
- DIB, M. F. S. P. Equações para a demanda de importações, Brasil: 1960-1979. *Revista Brasileira de Economia*, 35 (4), 1981.
- GOLDSTEIN, M., e KHAN, M. S. The supply and demand for exports: a simultaneous approach. *The Review of Economics and Statistics*, 60 (2), 1978.
- GRINOLD, R. C. Lagrangean subgradients. *Management Science*, 17:185-8, 1970.
- HOFFMAN, K. C. A unified framework for energy system planning. In: SEARL, M., ed. *Energy modeling*. Washington, D. C., Resources for the Future, mar. 1973.
- HOFFMAN, K. C., e JORGENSEN, D. Economic and technological models for evaluation of energy policy. *The Bell Journal of Economics*, 8:444-66, 1977.
- HOGAN, W. W. Energy policy models for project independence. *Comput and Operations Research*, 2:251-71, 1975.
- HUDSON, E. A., e JORGENSEN, D. W. U. S. energy policy and economic growth, 1975-2000. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 5:561-14, 1974
- LARA RESENDE, A., e LOPES, F. L. *Inflação e balanço de pagamentos: uma análise quantitativa das opções de política econômica*. Série PNPE. Mimeo. Rio de Janeiro, 1981.



- LUKACHINSKY, J., GRONCKI, P. J., TESSMER JR., R. G., GOETTLE IV, R. J., e HUDSON, E. A. *An integrated methodology for assessing energy-economy interactions*. Mimeo. Dublin, Irlanda, International Conference on Energy Systems Analysis, out. 1979.
- MANNE, A. S. ETA: a model for energy technology assessment. *The Bell Journal of Economics*, 7:379-406, 1976.
- . ETA-MACRO: a model of energy-economy interactions. In: PINDYCK, R. S., ed. *Advances in the economics of energy and resources*. Connecticut, Estados Unidos, Jay Press Inc., 1979.
- MODIANO, E. M. *Energia e economia: um modelo integrado*. Série PNPE. Mimeo. Rio de Janeiro, 1982.
- . *Conseqüências macroeconômicas da restrição externa de 1983: simulações com um modelo econométrico para a economia brasileira*. Mimeo. Rio de Janeiro, PUC/RJ – Departamento de Economia, maio 1983.
- MUSALEM, A. R. Política de subsídios e exportações de manufaturados no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, 35 (1) :17-41, 1981.
- SHAPIRO, J. F. *Decomposition methods for mathematical programming/economic equilibrium energy planning models*. TIMS Studies in the Management Sciences, 10 (Energy Policy). North-Holland, 1978.
- TAYLOR, L. *Structuralist macroeconomics: applicable models for the Third World*. Mimeo. Mass., Massachusetts Institute of Technology, 1982.

(Originais recebidos em maio de 1983. Revisos em junho de 1983.)

