
A UTILIZAÇÃO DO MODELO MEDEE NA AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA NO BRASIL

Luiz Tadêo Siqueira Prado*

INTRODUÇÃO

A economia brasileira atravessou um período relativamente favorável de crescimento econômico nos anos que antecederam à chamada "crise do petróleo" quando então se vê afetada por uma quadruplicação de preços.

No plano interno, respondeu-se aos pesados encargos da conta petróleo na balança comercial com a estratégia de reprimir o crescimento da demanda com um programa de economia de energia e de, principalmente, desenvolver energias alternativas nacionais: petróleo, energia nuclear e álcool. No período 1974-1978, o II PND — Plano Nacional de Desenvolvimento — assim resumiu as principais medidas do Governo Federal

para combater o problema energético⁽¹⁾:

- a. Busca de petróleo nacional, através de aumento dos investimentos da Petrobrás em prospecção e abertura dos contratos de risco em território nacional por empresas estrangeiras.
- b. Implantação do Proálcool — Programa Nacional do Álcool —, destinado à produção de álcool para motores de ciclo OTTO, basicamente automóveis.
- c. Acordo Nuclear com a Alemanha, prevenindo um gasto estimado em 36 bilhões de dólares para implantar 8 usinas nucleares até 1990.

Destas 3 metas, até o fim do governo Geisel apenas o Proálcool obteve relativo sucesso, tendo quase atingido a meta de 4 bilhões de litros, pois os contratos de risco e o Acordo Nuclear, desacreditados por largas parcelas da opinião pública, desenvolveram seus programas em ritmo lento.

A partir de 1979, com a crise iraniana é

Economista da CESP. *Co-autores:* Arlindo Kamimura, Gilval Mosca Froelich, José Luiz Juhas, Maria Luiza Gomes Brandão e Silvia Maria da Silva Rego. Os autores agradecem a Bertrand Chateau e Bruno Lapillonne, pesquisadores do IEJE — Institute Économique et Juridique de L'Énergie —, que desenvolveram o método, pela paciência e dedicação que demonstraram em discuti-lo conosco.

(1) Para maiores detalhes vide: *As Interações Econômicas e Institucionais no Desenvolvimento do Setor Energético no Brasil*. CESP-FIPE, julho 1980.

criada a Comissão Nacional de Energia, para equacionar os problemas energéticos. Nesta mesma época, o Ministério das Minas e Energia, através do documento *Modelo Energético Brasileiro*, propõe a redução do consumo de petróleo importado para 500 mil barris diários em 1985, através da elevação da produção doméstica de petróleo e programas de substituição por álcool, carvão mineral e vegetal, xisto, além de medidas de conservação e economia de energia. A novidade maior é o programa de carvão mineral para substituir o óleo combustível, a ser executado com recursos do Fundo de Mobilização Energético. Para a conservação de energia apregoam-se algumas medidas de racionalização que visam a diminuir, até 1985, cerca de 12% o consumo de petróleo.

Todas estas medidas têm em comum o fato de serem técnicas, ou seja, a solução está fundamentalmente em aumentar a oferta de energias alternativas ao petróleo e, mais timidamente, se pensa também em economizar energia através de equipamentos e máquinas que tenham rendimentos melhores.

Neste enfoque a problemática da demanda é relegada a um segundo plano, especialmente a análise de certos fatores nomeados como sócio-econômicos, a exemplo de modificações no estilo de vida ou nos processos tecnológicos que consomem energia.

Ainda que seja uma tarefa árdua caracterizar de maneira plausível a demanda no ano 2000, julgamos que algumas tendências já podem ser consideradas, posto que se pode, atualmente, perceber os seus delineamentos⁽²⁾. Na realidade, achamos fundamental, no momento, tratar os problemas energéticos não somente através da ótica da oferta, mas, ao contrário, estudar mais a demanda, que deve ser variável estratégica em qualquer planejamento energético.

1. PLANEJAMENTO E MODELOS ENERGÉTICOS

O enfoque convencional do planejamento energético

O planejamento energético geralmente é feito considerando a energia como setor econômico. Os conceitos analíticos mais importantes são as previsões de demanda efetuadas por fonte primária, levando-se em conta as possibilidades de substituição. Neste sentido, podem ser utilizadas as técnicas bem conhecidas da estatística econômica e da econometria, baseadas em conceitos como os de elasticidade-preço, elasticidade-renda, elasticidades cruzadas etc. A oferta deve ajustar-se para satisfazer esta demanda projetada ao nível macro. Para tanto, são efetuadas diversas etapas, tais como⁽³⁾:

- avaliação de viabilidade prévia de projetos possíveis, por meio do estudo de recursos e reservas disponíveis e análise de custos.
- novos estudos de demanda de energia por fontes, ao nível de empresas energéticas, baseados em tendências históricas e dados específicos sobre grandes projetos consumidores de energia.
- compatibilização destes resultados entre si por entidades coordenadoras, tal como a Eletrobrás, e com projeções feitas ao nível macroeconômico, por meio de relações do consumo de energia com PIB, população etc.
- seleção, ao nível de subsetor, da oferta de projetos de inversão que satisfaçam a demanda com uma melhor relação custo-benefício.

Este procedimento continua a ser empregado em função, por um lado, de sua simplicidade e, por outro lado, a rigidez e inércia

(2) O recente trabalho de CHASSÉRIAUX, J.M., CHATEAU, B. & LAPILLONNE, B. *Un Scénario de croissance sobre en énergie pour la France*. Ministério da Indústria da França, serviu de base e orientação para nosso estudo.

(3) Para maiores detalhes ver DEL VALLE, Alfredo (CEPAL), Sector o Sistema Energético? Dos visiones de la planificación, apresentado no I Seminário sobre Energia e Desenvolvimento, realizado em Brasília, de 6 a 9 de outubro de 1980.

das estruturas energéticas é tão grande que ele fornece ainda indicadores interessantes. Possui, no entanto, alguns inconvenientes, tais como:

- a oferta parece ser a única variável objeto de planificação, sendo a demanda apenas um dado. Não existe nenhum esforço metodológico maior em explicar os mecanismos de formação da demanda de energia e dos fatores determinantes de seu crescimento. Acredita-se que a evolução da demanda está fora da planificação energética.
- as relações econométricas utilizadas para prever a demanda parecem pouco satisfatórias e com grandes restrições, principalmente em épocas de crise energética, nas quais certos parâmetros sofrem modificações rápidas, imprevisíveis e de enorme intensidade.
- a planificação do setor energético se faz de forma isolada dos setores usuários de energia (transporte, indústria, residencial), com exceção dos dados de grandes projetos.
- os fluxos energéticos dos recursos primários brutos até os consumidores finais não são considerados, ficando portanto excluídos da discussão todos os problemas ligados à escolha e utilização de tecnologias em cada fase deste fluxo.
- a planificação energética é efetuada sobre as fontes comerciais de energia, sem levar em consideração as fontes energéticas não comerciais (como a lenha) ou as energias em desenvolvimento ou não convencionais.

Os modelos energéticos

Uma série de modelos energéticos vêm sendo desenvolvidos nos diversos centros de estudo⁽⁴⁾, visando a sanar as deficiências do

enfoque convencional. Estes modelos abrangem vários temas, tais como energia e crescimento macroeconômico, composição inter-industrial da economia, interdependência dos mercados de energia etc.

Um exemplo desta nova visão de planejamento energético que começa a se desenvolver são os estudos da CEE, em Bruxelas, sobre o modelo Energético da Comunidade Européia. A finalidade desses trabalhos é de descrever corretamente os diferentes mecanismos que regem o sistema energético nos setores de aprovisionamento, transformação, utilização e demanda de energia. Os principais mecanismos são técnicos (processos de transformação e utilização), econômicos (preços, custos, divisas) mas, também, são considerados mecanismos estruturais, culturais e sociais. Há dois elementos importantes e interligados desses estudos: o modelo MEDEE de avaliação da evolução da demanda de energia, e o modelo EFOM, de otimização do sistema energético, os quais, com alguns outros sistemas de apoio, são utilizados nas previsões energéticas de longo prazo da Comunidade Econômica Européia. O modelo MEDEE logicamente precede e fornece ao EFOM⁽⁵⁾ os níveis de demanda desagregados — a serem satisfeitos. No presente artigo discutiremos uma primeira aplicação do modelo MEDEE⁽⁶⁾, elaborado com diversas adaptações ao caso brasileiro.

2. O MÉTODO MEDEE

Ao contrário das metodologias tradicio-

(4) Sobre este assunto, entre outros, podemos citar: A perspective on energy-modeling. *Comput & Ops Res*, 2, 1975; *International Conference of Energy Systems Analysis*, Dublin, Irland, October 1979; GIROD, Jacques. *Les Modeles de Demande D'Énergie*, Grenoble, IEJE, avril 1979. *Review of Large-Scale Energy Models* — EPRI; Jan/79.

(5) Diversas entidades no Brasil, inclusive a CESP — Companhia Energética de São Paulo —, estão iniciando estudos dentro da linha do EFOM, visando, inicialmente, a descrever e depois otimizar os fluxos energéticos.

(6) Na verdade trata-se de uma versão do método, conhecida como MEDEE-2. Atualmente já está em operação uma versão mais sofisticada, denominada MEDEE-3. Além de aplicações na Comunidade Européia, a metodologia foi utilizada em diversos outros países sob a orientação de CHATEAU e LAPILLONNE, pesquisadores do IEJE — Institute Économique et Juridique de L'Énergie — e criadores da metodologia.

nais, que explicam a demanda de energia a partir de agregados macroeconômicos⁽⁷⁾. o modelo MEDEE considera diretamente os determinantes diretos desta demanda: fatores econômicos, sociais e técnicos, normalmente medidos em unidades físicas, como por exemplo a taxa de mobilidade por pessoa, a produção de aço, o número de residências que possuem água quente.

Podemos resumir este modo de abordagem da seguinte forma: a demanda de energia final (combustível, eletricidade etc.) está induzida pela satisfação de uma necessidade de energia (energia mecânica, térmica etc.) através de um aparelho de transformação (motor, forno, caldeira etc.) o qual se caracteriza pelo tipo de energia final que requer e por seu rendimento.

O MEDEE distingue energia útil de energia final. A combustão da gasolina num motor, por exemplo, fornece a energia mecânica desejada. Esta energia mecânica é a energia útil, enquanto o produto energético (gasolina) é a energia final. Uma mesma necessidade de energia útil pode conduzir a demandas finais diferentes, segundo os produtos energéticos e os rendimentos dos aparelhos utilizados.

A distinção entre energia útil e final permite dissociar dois componentes da demanda de energia: a demanda de energia útil, de um lado, diretamente ligada ao nível de desenvolvimento do sistema sócio-econômico considerado e independente da energia empregada, utilizada seja para satisfazer uma necessidade específica (conforto nas casas, mobilidade etc.) seja para realizar uma atividade econômica (produção de aço, serviços etc.); de outro lado, a demanda de energia final, que depende das formas de energia utilizadas e de seu rendimento de utilização.

Permite essa divisão, também, considerar dentro do modelo a influência das substituições entre formas de energia e da conservação da energia no montante do consumo final.

(7) Para maiores detalhes ver *La lettre de MEDEE*, IEJE, (1) mai/81.

De maneira geral pode-se dizer que o método MEDEE associa a utilização de um modelo analítico à elaboração de cenários. É o que mostraremos a seguir.

O modelo MEDEE

A construção do modelo envolve os seguintes passos:

- desagregação da demanda total de energia em diferentes categorias de uso final.
- análise do sistema econômico, social e tecnológico do país, para identificar, até o nível de desagregação estabelecido, os principais fatores determinantes da evolução da demanda de energia a longo prazo.
- organização de todos os determinantes numa estrutura hierárquica, do nível macro para o micro.
- construção de um modelo de simulação pela simplificação de estrutura sistêmica e pelo agrupamento dos determinantes em três tipos de variáveis: endógenas (calculadas ou simuladas dentro do modelo), exógenas (calculadas fora do modelo) e indicadores de cenário (produzidos num cenário, podendo ser de dois tipos: sócio-econômicos e tecnológicos).

A desagregação setorial inicial processa-se em três módulos energéticos: industrial, transportes e residencial/serviços⁽⁸⁾. A partir daí há várias possibilidades a considerar. A desagregação pretende captar o funcionamento real de um sistema econômico, social, tecnológico e político sob um ângulo energético, através do exame de setores e subse-
tores homogêneos. Essa homogeneidade é expressa em termos de:

- mesmo uso final de energia

(8) No método MEDEE, a energia elétrica aparece no modelo com base num critério de equivalência apoiado numa ótica que privilegia os consumidores, isto é, a energia equivalente que chega ao consumidor (860 kcal por kW-h consumido), diferente do critério de equivalência adotado no Balanço Energético Nacional (da ordem de 3.132 Kcal por kW-h), inserido numa ótica que privilegia os produtores, isto é, a energia térmica gasta para obter 1 kW-h.

DESAGREGAÇÃO SETORIAL

	SUBSETORES OU SUBGRUPOS	USOS ENERGÉTICOS
Residencial Serviços	1. residências 2. serviços	● aquecimento ambiental^(*) ● cocção ● água quente (fins sanitários) ● ar condicionado (refrigeração) ● eletricidade — iluminação eletrodomésticos
Indústria (setor produtivo)	● agricultura ● construção ● mineração ● manufatura — materiais básicos (bens intermediários) — bens de equipamento — bens de consumo (somente têxtil e alimentação) — outras indústrias	● combustível Motor (Carburante) ● uso específico de eletricidade ● usos térmicos — baixa temperatura — média temperatura — alta temperatura ● uso como matéria-prima ● coque
Transportes	● passageiro — urbano: individual coletivo — interurbano: individual coletivo ● carga — curta distância — longa distância	● combustível motor ● álcool ● vapor ● eletricidade

(*) Inexpressivo no Brasil.

- mesma atividade econômica
- mesmo contexto tecnológico e físico

Numa primeira etapa, o MEDEE calcula a energia útil para as necessidades de energia que podem ser cobertas por diversos produtos energéticos e a energia final para as necessidades de energia correspondentes a usos específicos que só podem ser cobertos por um único produto energético.

Numa segunda etapa, a partir da taxa de penetração dos diferentes produtos energéticos para os usos onde eles são substituíveis, o MEDEE calcula a energia final por setores e obtém para o conjunto do consumo final uma certa repartição entre os produtos energéticos. As taxas de penetração podem ser deduzidas dos preços relativos dos produtos energéticos num modelo que simula as escolhas dos consumidores, mas podem também ser introduzidas de forma exógena, como é o nosso caso.

Os diferentes produtos energéticos que o modelo utiliza são expressos em termos de: combustíveis térmicos⁽⁹⁾, combustíveis não comerciais⁽¹⁰⁾, eletricidade, carburantes, coque, solar, matéria-prima (derivados de petróleo e carvão utilizados principalmente para petroquímica).

Elaboração de cenários

Cenário é a descrição de um futuro, baseada num conjunto de hipóteses sobre os fatores determinantes que atuam num sistema sócio-econômico, neste caso ligados à demanda energética.

(9) Combustíveis substituíveis entre si, em princípio usados em processos térmicos.

(10) Por hipótese incluídos no setor residencial.

A composição de um cenário dá-se em três etapas. A primeira delas é a de identificação dos indicadores de cenário e suas inter-relações, levando-se em conta as relações causais e associativas existentes entre os mesmos e que permitirão agrupá-los.

A segunda etapa é a de estabelecimento de níveis hierárquicos entre os grupos de indicadores de cenário: nível mundial (exemplo: preço do petróleo); nível nacional (exemplo: política energética em transportes); nível setorial (exemplo: política energética em transportes rodoviários); nível técnico (exemplo: consumo energético específico de veículos).

A terceira etapa da composição de um cenário é a análise detalhada das relações entre indicadores quantitativos e qualitativos, dentro de cada grupo.

Finalmente, a composição, propriamente dita, de um cenário consiste em especificar um conjunto de hipóteses consistentes e plausíveis acerca dos indicadores que formam o cenário. Para tanto é fundamental atenuar ao máximo a subjetividade implícita no estabelecimento de juízos de valor, principalmente sobre os indicadores qualitativos.

Uma vez compostos, os cenários vão então alimentar o modelo, permitindo, cada um, a obtenção de demandas energéticas diferentes e orientando, assim, as decisões de planejamento energético.

Em termos práticos, normalmente opera-se com mais de um cenário, a fim de incorporar diferentes pontos de vista sobre o futuro. Um deles é necessariamente um cenário de referência, que aqui chamaremos de CENÁRIO BÁSICO, apoiado na tendência histórica, isto é, na projeção das variáveis segundo séries históricas estabelecidas em função da disponibilidade de dados e de outras hipóteses, como por exemplo a penetração de eletricidade nos diversos setores da economia. Os demais são cenários construídos com base em hipóteses sobre o comportamento das variáveis, podendo expressar necessidades energéticas superiores ou inferiores às obtidas no cenário de referência. Neste artigo adotamos apenas um cenário al-

ternativo, denominado ECOEN (economia de energia). São importantes, nesses cenários alternativos, considerações sobre o melhor aproveitamento de potenciais técnicos e econômicos do país, bem como sobre possibilidades de economia de energia. No Brasil, um cenário alternativo conteria certamente hipóteses de utilização mais intensa do transporte coletivo (e, portanto, menos intensa do automóvel) e de melhoria no rendimento dos equipamentos. Qualquer cenário alternativo, no entanto, só se concretiza se mudanças substanciais ocorrem, principalmente no plano político, a fim de possibilitar as reorientações esperadas nos planos econômicos e energético.

No caso do cenário ECOEN, que se caracteriza fundamentalmente por economia de energia, por uma grande penetração do transporte coletivo de passageiros, especialmente nas cidades, e por menor mobilidade das pessoas, o conjunto de hipóteses adotadas assenta-se num horizonte de longo prazo, uma vez que até o momento são tímidas as medidas de conservação capazes de alterar substancialmente os hábitos de consumo energético.

De outra parte, várias hipóteses foram adotadas, igualmente, para os dois cenários: mesmo crescimento e estrutura do PIB, mesmo crescimento populacional e do número de residências, mesmo tratamento para matéria-prima energética com fins petroquímicos e para coque com fins siderúrgicos, mesmo tratamento da energia não comercial etc.

Resumindo, pode-se afirmar que do ponto de vista estrutural os cenários BÁSICO e ECOEN são idênticos (mesma estrutura interna do PIB, mesma estrutura do produto no setor manufatureiro, mesma taxa de urbanização). As diferenças entre eles ocorrem principalmente em termos de transportes (maior peso do transporte coletivo e menor mobilidade das pessoas no cenário ECOEN em relação ao BÁSICO) e de consumo específico de energia (maior economia de energia no cenário ECOEN, como, por exemplo, consumo específico de automóveis, consumo médio de eletricidade específica por residência, consumo de energia para processos industriais). Embora tais hipóteses possam le-

var a mudanças na estrutura econômica, afetando as taxas setoriais de crescimento, pode-se supor que esses efeitos sejam pouco expressivos, devido ao seu caráter gradual e lento, o que nos levou a manter a hipótese da mesma estrutura econômica do país⁽¹¹⁾

3. O CONTEXTO SÓCIO-ECONÔMICO

Neste capítulo identificamos as principais hipóteses sobre o comportamento de determinantes sócio-econômicos de cada cenário. Visando a explorar as possibilidades do método MEDEE como modelo de previsão, nossas projeções assumem o caráter de um exercício e assim as hipóteses contêm um elevado grau de subjetividade passível de ser atenuada por meio de pesquisas mais aprofundadas.

As hipóteses abaixo retratam, no fundo, a tendência histórica, com algumas alterações que tentam captar as mudanças que vêm ocorrendo ou poderão ocorrer:

- a taxa média de crescimento do Produto Interno Bruto durante o período de 1975 a 2000 foi fixada em 6% ao ano, em ambos os cenários.
- considerou-se que a estrutura econômica sofrerá poucas alterações. A participação do setor agrícola na formação do Produto passará de 10,5% em 1975 para 8,0% em 2000. Em contrapartida o setor terciário aumentará sua participação no PIB de 50% em 1975 para 51,5% em 2000, o mesmo se dando com a mineração (1,4% para 1,9%) e construções (5,7% para 6,2%). Dentro da estrutura industrial, cuja participação relativa foi suposta constante, esperam-se alterações internas importantes. Assim, por exemplo: a participação do subsector máquinas e equipamentos elevar-se-á de 19,9% do PIB industrial para 30% no final do período, em detrimento dos demais subsectores, que te-

rão reduzidas suas participações⁽¹²⁾.

- a taxa média anual de crescimento populacional foi fixada em 2,2% no período 1975-1985, baixando para 2% no período seguinte.
- supôs-se que a população urbana tenderá a aumentar de 58,9% do total da população em 1975 para 70% em 2000, enquanto a ocupação média por residência diminuirá de 5,3 para 4 pessoas por residência.
- no que se refere a transportes foram estabelecidas algumas alterações em sua estrutura: em ambos os cenários, a ferrovia, por exemplo, que vinha diminuindo cada vez mais sua participação, agora cresce ligeiramente, assumindo uma parte do transporte de carga até então rodoviário. No transporte de passageiros adotou-se a tendência de utilização maior dos transportes coletivos em detrimento dos meios de transporte individuais, tanto no percurso urbano como no interurbano. No cenário ECOEN esta tendência é ainda mais acentuada. A mobilidade dentro das cidades no cenário ECOEN cresce lentamente devido a uma melhor estrutura urbana.
- supôs-se que no horizonte do trabalho, ano 2000, o petróleo continuará como elemento fundamental na determinação dos preços de energia. Em termos reais, o seu preço será multiplicado por um fator 2 ou 3 entre 1975 e 2000. O preço da energia elétrica crescerá mais lentamente graças ao potencial hidráulico remanescente e à possibilidade de instalação de usinas térmicas convencionais no sul do País. Considerando estas indicações como referência e certas variáveis exteriores (por exemplo, a ação do Governo em favor da economia da energia), avaliamos as possibilidades de penetração das diversas energias nos mercados onde elas concorrem entre si.

Os quadros seguintes ilustram as afirmações precedentes.

(11) Ver, a esse respeito, HUDSON, E.A. & JORGENSEN, D.W. Energy Policy and U.S. economic growth. *Energy Economic Growth*. American Economic Association, 68 (2), 1978.

(12) Supôs-se que a estrutura industrial brasileira será, no futuro, próxima às economias centrais.

QUADRO 1

**EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DO PRODUTO INTERNO BRUTO
ENTRE 1975 e 2000
(COMUM AOS DOIS CENÁRIOS)**

ANOS SETORES	1975	1985	2000
— Agricultura	10,5%	8,5%	8,0%
— Construções	5,7%	6,2%	6,2%
— Mineração	1,4%	1,9%	1,9%
— Manufatura (*)	32,4%	32,4%	32,4%
— Serviços	50,0%	51,0%	51,5%
	(100,0%)	(100,0%)	(100,0%)
— PIB (Cr\$ 10 ⁹ de 1970)	348,487	624,087	1.495,665

Fonte: FGV. Contas Nacionais do Brasil, 1965-78.

(*) O setor manufatura inclui Serviços Industriais de Utilidade Pública.

QUADRO 2

**EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DO PRODUTO
NO SETOR MANUFATUREIRO
(COMUM AOS DOIS CENÁRIOS)**

ANOS INDÚSTRIAS	1975 (*)	1985	2000
— Bens Intermediários	47,1%	44,3%	39,8%
— Bens de Equipamento	19,9%	24,0%	30,0%
— Bens de Consumo não duráveis	28,2%	27,2%	26,2%
— Bens Diversos	4,8%	4,5%	4,0%
	100,0%	100,0%	100,0%
— Produto no setor manufatureiro (Cr\$ 10 ⁹ de 1970)	112,910	202,204	484,598

(*) *Fonte:* IBGE. *Matriz das Relações Intersetoriais do Brasil, 1970* e FGV. Contas Nacionais da *Conjuntura Econômica*.

QUADRO 3
CARACTERÍSTICAS DA URBANIZAÇÃO
(COMUM AOS DOIS CENÁRIOS)

	1975	1985	2000
– Taxa de Urbanização	59,8	65,0	70,0
– População Rural %	40,2	35,0	30,0
– População Total (10 ⁶ hab.)	104,9	130,4	175,4
– Total Residências (10 ⁶ unid.)	20,2	27,2	43,9
– Ocupação média por residência	5,3	4,8	4,0

Fonte: IBGE. Anuário Estatístico do Brasil, 1975.

QUADRO 4
CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO
DOS TRANSPORTES

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Mobilidade-10 ⁹ pessoas/km					
– longa distância	216,441	521,432	391,074	1.403,560	701,780
– âmbito urbano	178,533	420,613	241,234	896,524	349,644
Uso do automóvel-10 ⁹ pessoa/km					
– longa distância	113,521	270,743	150,413	657,918	263,167
– âmbito urbano	66,593	156,889	77,195	334,403	87,411
Estrutura do tráfego urbano					
– % individual	37,3	37,3	32,0	37,3	25,0
– % coletivo	62,7	62,7	68,0	62,7	75,0
Repartição modal do tráfego interurbano de passageiros por transporte					
– % ferroviário	1,1	1,2	1,5	3,7	4,4
– % rodoviário	97,8	97,5	96,8	94,7	93,7
– % aéreo	1,1	1,3	1,7	1,6	1,9
Repartição modal do tráfego de mercadorias					
– % ferroviário	19,4	20,00		22,00	
– % rodoviário	67,7	66,00		62,00	
– % hidroviário	10,6	11,00		12,00	
– % dutoviário	2,3	3,00		3,00	

Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES GEIPOP T, Anuário Estatístico dos Transportes, 1979.

4. O CONTEXTO ENERGÉTICO

Os indicadores que caracterizam a evolução do contexto energético se apresentam em duas categorias: a primeira, puramente técnica, envolve o consumo específico de energia, enquanto a segunda refere-se à taxa de penetração dos diferentes produtos energéticos no mercado. Certas hipóteses fixadas em matéria de economia de energia podem parecer modestas, mas isso ocorreu porque levamos em conta não somente o potencial tecnológico da economia mas também o nível efetivamente realizável dentro do contexto sócio-econômico.

Conforme comentamos no capítulo anterior, estamos conscientes de que nossas hipóteses contêm elementos de subjetividade.

Setor industrial

Os usos térmicos da energia e usos da energia como combustível motor serão feitos no futuro com uma menor intensidade por unidade de produto que atualmente, nos dois cenários, especialmente no ECOEN. A eletricidade terá sua intensidade bastante aumentada, principalmente no cenário BÁSICO, seguindo a tendência histórica de adoção, cada vez mais, de tecnologias intensivas em capital.

A eletricidade penetrará também dentro do mercado de usos térmicos, substituindo os combustíveis térmicos, mais fortemente no cenário ECOEN que no BÁSICO.

No entanto, esta penetração será relativamente modesta, pois é menor que 15% e 10%, respectivamente nos cenários ECOEN e BÁSICO para o final do período.

Setor transportes

Neste setor, em ambos os cenários, apesar de o crescimento da eletricidade ter sido grande, esta ainda continuará pouco expressiva em relação aos carburantes. O consumo médio específico de automóveis baixará de 11,75 litros por 100 km para 9,5 litros por 100 km no cenário BÁSICO e 8,5 litros por 100 km para o cenário ECOEN no ano 2000.

O motor a álcool desenvolver-se-á para ocupar em 1985 20% da frota de automóveis, proporção que será mantida para o ano 2000. O álcool não penetrará no transporte de cargas. O consumo específico do motor a álcool será, por litro, 25% maior que o da gasolina em 1985 e somente 20% no ano 2000.

Setor residencial/serviços

A eletricidade, graças a sua multiplicidade de usos, será cada vez mais usada no âmbito residencial, especialmente nos seus usos específicos, em eletrodomésticos. Em consequência, ela expandir-se-á fortemente nos dois cenários, especialmente no BÁSICO, pois a melhor performance técnica dos eletrodomésticos será insuficiente para impedir este crescimento.

No cenário BÁSICO o consumo de energia para aquecimento de água por pessoa permanecerá constante, enquanto para cocção o consumo por residência diminuirá um pouco. Já no cenário ECOEN o consumo de energia para aquecimento de água e para cocção diminuirá ligeiramente. Em ambos os cenários o setor residencial/serviços sofrerá grande penetração de eletricidade, inclusive na iluminação pública, que incluímos no setor serviços. No plano estatístico-energético o setor serviços tem a característica de ser o menos conhecido, inclusive em âmbito mundial.

5. A DEMANDA DE ENERGIA FINAL

As demandas de energia final associadas aos dois cenários são projetadas para os anos 1985 e 2000, sendo 1975 o ano de referência.

Os quadros 7 e 8 apresentam os pontos essenciais por setor e por forma de energia final respectivamente.

Análise geral dos resultados

A comparação do cenário ECOEN e do cenário BÁSICO põe em evidência um potencial de economia de energia de 84,044

GWy⁽¹³⁾ no ano 2000 (23,95% da demanda final do cenário BÁSICO).

Essa economia é maior no setor de transportes e menor no residencial e de serviços (respectivamente 31,8% e 15,7%) no ano 2000, ficando o setor produtivo em posição intermediária (20,6%). Considerando apenas a energia comercial do setor residencial e serviços, a economia observada será de

(13) Adotamos como unidade de medida o GWy (GIGAWATT-ANO), sendo que 1 TEP = $1,43357 \times 10^{-6}$ GWy.

21,7%. Assim, a diminuição do setor residencial explica-se, ao menos em parte, pela perda de importância relativa dos combustíveis não comerciais, de eficiência bem mais baixa que a eletricidade e os combustíveis fósseis.

A análise do balanço global por forma de energia indica no período 1975-2000 um crescimento para os combustíveis térmicos de cerca de 2,23 vezes para o cenário ECOEN e de 2,75 vezes para o cenário BÁSICO. Entre os cenários a economia deste tipo de combustíveis é de 19% no ano 2000.

QUADRO 5

CONSUMO ESPECÍFICO DE AUTOMÓVEIS (LITROS/100 km)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
— Média	11,75	10,5	10,5	9,5	8,5
— Percurso Urbano	10,2	9	9	8	7
— Percurso Interurbano	13,3	12	12	11	10

QUADRO 6

CONSUMO DE ELETRICIDADE ESPECÍFICA, AQUECIMENTO DE ÁGUA E COCÇÃO NO SETOR RESIDENCIAL-EM ENERGIA ÚTIL

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Consumo médio por residência de eletricidade específica para fins diversos (kW-h/Res./ano)	408	1566	1120	2614	1902
Consumo de energia para aquecimento de água (10^3 Kcal/pessoa/ano)	177,1	177,1	168,3	177,1	151,5
Consumo de energia para cocção (10^3 Kcal/Res./ano)	1371,4	1242	1179,9	1035	983,3

Fonte dos dados brutos: IBGE. *Matriz de Relações Intersectoriais*, 1970; MME. *Sumário do Relatório Preliminar da Matriz Energética Brasileira*, 1973; FINEP. *O mercado como instrumento essencial na definição das necessidades energéticas futuras do país*, set/79.

QUADRO 7

DEMANDA DE ENERGIA FINAL
(EM GWy, POR SETORES)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Indústria (*) e Agricultura	49,567	82,923	76,537	177,874	141,243
Residencial e Serviços (Não Comercial) (**) (Comercial)	28,489 (21,745) (6,744)	33,493 (19,570) (13,923)	31,022 (19,570) (11,452)	46,916 (13,047) (33,869)	39,555 (13,047) (26,508)
Transportes	30,112	58,688	45,873	126,083	86,031
Demanda Final Total	108,168	175,104	153,432	350,873	266,829

(*) Manufaturas, construção civil e mineração, inclusive matéria-prima para petroquímica.

(**) Lenha e carvão vegetal para setor residencial.

Fontes dos dados brutos: Idem quadro 6.

QUADRO 8

DEMANDA DE ENERGIA FINAL
(EM GWy, POR FORMAS DE ENERGIA)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Combustíveis Térmicos (Substituíveis)	38,052	57,067	52,661	104,733	84,855
Não Comerciais (Residencial/Serv.)	21,745	19,570	19,570	13,047	13,047
Eletricidade	7,536	22,329	18,020	72,797	49,488
Carburantes	32,330	62,431	49,474	133,655	92,818
Dos Quais Álcool	0,102	6,517	3,363	11,643	3,465
Coque	4,823	7,011	7,011	10,981	10,981
Solar	—	—	—	0,406	0,386
Matéria-Prima (Petroquímica)	3,682	6,696	6,696	15,254	15,254
Demanda Final	108,168	175,104	153,432	350,873	266,829

Fonte dos dados brutos: Idem quadro 6.

O consumo de formas não comerciais de energia pelo setor residencial decresce em ambos os cenários em relação ao ano de referência.

O consumo de eletricidade cresce nos dois cenários. Este acréscimo será mais marcante no cenário BÁSICO. Neste a contribuição da eletricidade ao balanço final passa de 7,0% em 1975 e 12,8 em 1985, para atingir 20,8% em 2000, enquanto que no cenário ECOEN as participações são 11,7% e 18,5% para 1985 e 2000 respectivamente⁽¹⁴⁾.

A demanda de carburantes continua a crescer nos dois cenários; porém no cenário

ECOEN este crescimento é bem amortecido. O álcool, apesar do rápido crescimento inicial, permanecerá em posição relativamente modesta, especialmente no cenário ECOEN, pois não é utilizado para transporte de cargas.

A energia solar contribui ao balanço global com uma fração negligenciável até o ano 2000 em ambos os cenários.

Análise por setor

O SETOR RESIDENCIAL/SERVIÇOS

O quadro 9 mostra o resultado das projeções por uso da energia para o setor residencial, que será apresentada segundo duas óticas: usos térmicos e uso específico de eletricidade. A análise do uso da energia para fins térmicos (energia útil), de um lado, nos mostra um crescimento em ambos os cenários e,

(14) Utilizando a equivalência kW-h = 860 kcal. Estas participações mais do que dobram no ano 2000 se utilizarmos a equivalência adotada pelo MME no *Balanço Energético 80* (1 kw-h = 0,29 TEP).

QUADRO 9

SETOR RESIDENCIAL: PROJEÇÕES POR USO

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Energia útil (GWy)					
— Água quente	1,568	1,962	1,864	2,599	2,222
— Cocção	3,677	4,477	4,253	6,026	5,724
— Ar condicionado	0,008	0,027	0,019	0,175	0,128
Consumo médio por residência. Energia útil (MW-h/Res.)					
— Água quente	0,68	0,62	0,60	0,52	0,44
— Cocção	1,59	1,44	1,37	1,20	1,14
— Ar condicionado		0,01	0,01	0,03	0,03
Total	2,27	2,08	1,98	1,75	1,61
Consumo médio por pessoa. Energia útil (MW-h/Cap.)					
— Água quente	0,128	0,131	0,125	0,130	0,110
— Cocção	0,300	0,300	0,285	0,300	0,285
— Ar condicionado	0,001	0,002	0,002	0,007	0,007
Total	0,429	0,433	0,412	0,437	0,402
Eletricidade Específica					
Final (kW-h/Res.)	408,55	1.565,690	1.120,890	2.614,160	1.902,95
Total (TW-h)	8,25	42,52	30,44	114,66	83,47

Fontes dos dados brutos: idem quadro 6.

de outro, um decréscimo no consumo por residências. Se observarmos o consumo *per capita* desta energia constatamos uma relativa estabilidade e até um ligeiro crescimento no cenário BÁSICO, contra uma ligeira queda no cenário ECOEN.

O consumo de eletricidade específica passa de 8,25 TW-h a 42,52 em 1985 e a 114,66 TW-h, no ano 2000 no cenário BÁSICO, o que representa uma taxa média anual de crescimento de 11,1% para todo o período considerado. No cenário ECOEN os consumos de energia elétrica para 1985 e 2000 são respectivamente 30,44 TW-h e 83,47 TW-h, fornecendo uma taxa média anual de 9,7%

para o mesmo período. Em ambos os cenários é evidente que não há saturação, nos domicílios, de equipamentos eletrodomésticos altamente consumidores de eletricidade (refrigeradores, congeladores, máquinas de lavar etc.), porém, no cenário BÁSICO, para o ano 2000, chega-se a atingir 2614 kW-h por residência, valor relativamente próximo ao das nações industrializadas hoje.

O quadro 10 dá a evolução da demanda de energia final do setor doméstico por forma de energia; a passagem das necessidades de energia útil a esta demanda de energia final se faz no modelo tendo em conta as taxas de penetração das diferentes formas de

QUADRO 10

SETOR RESIDENCIAL: PROJEÇÕES DA
DEMANDA DE ENERGIA FINAL
(GWy)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Combustíveis Fósseis					
— Água quente	0,990	1,036	0,948	1,118	0,841
— Cocção	2,845	3,350	3,032	5,464	5,027
Total	3,835	4,386	3,980	6,582	5,868
Não Comerciais					
— Água quente	3,828	3,517	3,513	2,307	2,125
— Cocção	17,917	17,053	16,057	10,740	10,922
Total	21,745	19,570	19,570	13,047	13,047
Eletricidade					
— Água quente	0,592	0,883	0,838	1,396	1,194
— Cocção	—	0,046	0,043	0,482	0,458
— Usos Específicos	0,942	4,854	3,475	13,088	9,528
— Ar condicionado	0,008	0,018	0,013	0,089	0,064
Total	1,542	5,801	4,369	15,055	11,244
Solar					
— Água quente	—	—	—	0,130	0,156
Total	—	—	—	0,130	0,156
TOTAL	27,122	29,757	27,919	34,814	30,315
— Água quente	(5,410)	(5,436)	(5,299)	(4,951)	(4,316)
— Cocção	(20,762)	(19,449)	(19,132)	(16,686)	(16,407)
— Usos específicos/Elet.	(0,942)	(4,854)	(3,475)	(13,088)	(9,528)
— Ar condicionado/Elet.	(0,008)	(0,018)	(0,013)	(0,089)	(0,064)

Fontes dos dados brutos: Idem quadro 6.

energia final e dos rendimentos dos equipamentos consumidores de energia.

Sobressaem das projeções os pontos seguintes:

- a demanda de combustíveis fósseis (fundamentalmente o gás de cozinha) cresce nos dois cenários: de 3,835 GWy em 1975 a 6,582 GWy no cenário BÁSICO e 5,868 GWy no cenário ECOEN em 2000;
- a demanda de eletricidade cresce de 1,542 GWy a 15,055 GWy no cenário BÁSICO e 11,244 GWy no cenário ECOEN para o ano 2000. A maior contribuição para este crescimento vem dos usos específicos;
- a contribuição da energia solar no ano 2000 será de 0,130 GWy no cenário BÁSICO e de 0,156 GWy no cenário ECOEN, o que é negligenciável frente ao total. De fato, com a inércia das modificações no setor doméstico (renovação lenta do parque de domicílios) o horizonte 2000 é um pouco curto para apreciar correta-

mente as perspectivas da solar;

- para o setor serviços, o quadro 11 nos dá as projeções por uso da demanda de energia, final e útil. O consumo de energia elétrica cresce em ambos os cenários, com taxas anuais um pouco maiores no cenário BÁSICO, ou seja, 9,1% para todo período, e 7,9% para o ECOEN.

O SETOR DE TRANSPORTES

O quadro 12 dá as projeções obtidas neste setor. A demanda de carburantes cresce até o ano 2000, atingindo 124,767 GWy no cenário BÁSICO e 85,412 GWy no cenário ECOEN. Esta diferença deve-se à redução do consumo médio e da mobilidade.

Constatamos que, de uma participação de 37,1% do total dos carburantes consumidos pelas mercadorias transportadas, atingimos 40,0% no cenário BÁSICO e 56,5% no cenário ECOEN para o ano 2000. As hipó-

QUADRO 11

SETOR TERCIÁRIO: PROJEÇÕES POR USO DA DEMANDA DE ENERGIA

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Superfície dos Locais do terciário (10 ⁶ m ²)	170	277,787	277,787	427,107	427,107
Energia Útil					
— Eletricidade (kW-h/m ² /ano)					
— ar condicionado (*)	22,304	24,419	23,256	27,907	25,581
— usos específicos (**)	47,284	87,888	72,026	194,189	153,046
Energia Final (GWy)					
Eletricidade					
— Ar Condicionado	0,13	0,257	0,246	0,442	0,406
— Usos Específicos (**)	0,917	2,787	2,284	9,468	7,462
— Iluminação Pública (***)	0,32	0,691	0,573	2,192	1,373
Total	1,367	3,735	3,103	12,102	9,241

Fontes dos dados brutos: Idem quadro 6.

(*) Das áreas com ar condicionado.

(**) Compreende usos térmicos.

(***) Inclui, também, usos Diversos.

QUADRO 12

PROJEÇÕES DA DEMANDA DE ENERGIA FINAL DO SETOR
DE TRANSPORTES

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
MERCADORIAS (10 ⁹ ton. km)	298,691	605,608	605,608	1.489,371	1.489,371
— Total Carburantes (GWy)	11,155	21,958	21,553	49,917	48,276
— Total Eletricidade (GWy)	0,010	0,028	0,026	0,164	0,155
PASSEGEIROS INTERURBANOS (10 ⁹ passageiros km)	216,441	521,432	391,074	1.403,560	701,780
— Por automóveis (10 ⁹ passageiro km)	113,521	270,743	150,413	657,918	263,167
— Total Carburante (GWy)	6,348	13,045	9,156	30,678	13,817
— Dos Quais Álcool (GWy)	0,037	2,461	1,367	5,080	1,778
— Total Eletricidade (GWy)	0,001	0,003	0,003	0,037	0,022
PASSEGEIROS URBANOS (10 ⁹ passageiros km)	178,533	420,613	241,234	896,524	349,644
— Por automóveis (10 ⁹ passageiros km)	66,593	156,889	77,195	334,403	87,411
— Total Carburantes (GWy)	9,493	17,631	9,177	29,508	8,655
— Dos Quais Álcool (GWy)	0,065	4,056	1,996	6,563	1,687
— Total Eletricidade (GWy)	0,042	0,172	0,107	1,115	0,442
MISCELÂNEA *					
— Total Carburantes (GWy)	3,064	5,851	5,851	14,664	14,664
TOTAL GERAL (GWy)	30,112	58,688	45,873	126,083	86,031
— Carburantes (GWy)	30,060	58,485	45,737	124,467	85,412
— Dos Quais Álcool (GWy)	0,102	6,517	3,363	11,643	3,465
— Eletricidade (GWy)	0,052	0,203	0,136	1,316	0,619

(*) Transporte Internacional e Militar.

Fontes dos dados brutos: Idem quadro 6; GEIPOT. *Anuário Estatístico dos Transportes*, 1979.

teses referentes à mobilidade, à penetração de eletricidade e à utilização de transportes coletivos explicam a redução de participação do transporte de passageiros no consumo total de carburantes, principalmente o setor de transportes urbanos, em ambos os cenários.

O álcool apresentará um crescimento vertiginoso para os dois cenários até 1985, especialmente no BÁSICO, mas para o ano 2000 o seu crescimento será bem menor, especial-

mente no ECOEN, onde quase se estabiliza.

O consumo total de eletricidade cresce até o ano 2000 a uma taxa média entre 10 e 11% ao ano nos dois cenários e sua distribuição por modo de transporte mantém-se relativamente a mesma ao longo do período.

O SETOR INDUSTRIAL

O quadro 13 nos dá as projeções da demanda de energia final para o setor indus-

trial. De um lado, consideramos somente as manufaturas e, de outro, a agricultura, a construção civil e a mineração. Alguns pontos essenciais devem ser considerados:

- o consumo de energia do setor manufatureiro evolui mais rapidamente que o total do que chamamos setor industrial, o que se explica pelo fato de que no setor "outros" (agricultura, mineração e construção) o gasto de energia reduz-se em razão da substituição de combustíveis menos eficientes, como a lenha, por outros de eficiência maior.
- o crescimento da eletricidade é bem maior que o dos demais combustíveis,

mas, ainda assim os combustíveis térmicos predominam no ano 2000, em ambos os cenários.

- a matéria-prima para a indústria petroquímica cresce igualmente em ambos os cenários, apresentando de 1975 a 1985 uma taxa média de 6,2% ao ano e até o ano 2000 de 5,6% ao ano.

Duas tendências principais caracterizam a evolução dos diferentes usos da energia útil (quadro 14):

- os usos a alta temperatura crescem a taxas menores que outros usos (média e baixa temperatura), o que se deve à maior penetração de eletricidade, que possui uma efi-

QUADRO 13

DEMANDA DE ENERGIA FINAL NO SETOR INDUSTRIAL (GWy)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Manufaturas					
— Combustíveis Térmicos	26,015	41,198	37,804	85,006	66,038
— Solar	—	—	—	0,276	0,230
— Eletricidade	4,443	12,141	10,080	42,655	27,488
— Combust. Motor	0,908	1,524	1,443	3,388	2,824
— Coque na Siderurgia(*)	4,792	6,976	6,976	10,972	10,972
— Matéria-Prima na Petroquímica	3,682	6,696	6,696	15,254	15,254
Total	39,839	68,535	62,999	157,551	122,806
Outras(**)					
— Combust. Térmicos	8,203	11,481	10,876	13,144	12,949
— Eletricidade	0,131	0,448	0,331	1,669	0,897
— Combustível Motor	1,394	2,459	2,331	5,510	4,591
Total	9,728	14,388	13,538	20,323	18,437
Total	49,567	82,923	76,537	177,874	141,243
— Combust. Térmicos	(34,216)	(52,679)	(48,680)	(98,150)	(78,987)
— Solar	—	—	—	(0,276)	(0,230)
— Eletricidade	(4,574)	(12,589)	(10,411)	(44,324)	(28,385)
— Combust. Motor	(2,302)	(3,983)	(3,774)	(8,898)	(7,415)
— Coque na Siderurgia(*)	(4,792)	(6,976)	(6,976)	(10,972)	(10,972)
— Matéria-Prima na Petroquímica	(3,682)	(6,696)	(6,696)	(15,254)	(15,254)

(*) Coque de carvão vegetal.

(**) Agricultura, mineração e construção civil.

Fontes dos dados brutos: Idem quadro 6.

QUADRO 14

DEMANDA DE ENERGIA ÚTIL POR USOS
TÉRMICOS NAS MANUFATURAS (GWy)

	1975	1985		2000	
		BÁSICO	ECOEN	BÁSICO	ECOEN
Média Temperatura					
— Combustíveis Térmicos	8,345	13,200	12,118	27,374	21,105
— Cogeração	—	—	—	0,292	0,244
— Solar	—	—	—	0,118	0,097
— Eletricidade	—	0,408	0,773	1,462	2,925
Total	8,345	13,608	12,891	29,246	24,371
Alta Temperatura					
— Combustíveis Térmicos	5,536	8,721	7,996	17,393	13,689
— Eletricidade	0,291	0,656	0,888	1,933	2,416
Total	5,827	9,377	8,884	19,326	16,105
Baixa Temperatura					
— Combustíveis Térmicos	4,137	6,636	6,092	13,691	10,542
— Cogeração	—	—	—	0,298	0,248
— Solar	—	—	—	0,149	0,124
— Eletricidade	0,042	0,205	0,389	0,744	1,488
Total	4,179	6,841	6,481	14,882	12,402
Total	18,351	29,826	28,256	63,454	52,876
— Combustíveis Térmicos	(18,018)	(28,557)	(26,206)	(58,458)	(45,336)
— Cogeração	—	—	—	(0,590)	(0,492)
— Solar	—	—	—	(0,267)	(0,221)
— Eletricidade	(0,333)	(1,269)	(2,050)	(4,139)	(6,829)

Fonte dos dados brutos: Idem quadro 6.

ciência maior.

- a eletricidade para fins térmicos (que tem a característica específica de substituir combustíveis) cresce a um ritmo relativamente elevado nos dois cenários: 14,3% ao ano de 1975 a 1985 e 8,2% ao ano de 1985 a 2000 no cenário BÁSICO; e, por outro lado, 19,9% ao ano (1975 a 1985) e 8,4% ao ano (1985 a 2000) no cenário ECOEN.

O MEDEE e o Modelo Energético Brasileiro

O Modelo Energético Brasileiro é um documento que visa a estabelecer “as estratégias de ação do governo” Procura apresentar

a política energética global do País e também formular “estratégias de ação quantificadas em metas e prazos determinados” Isto significa que as projeções de demanda decorrentes são um “mix” de projeções do passado com metas setoriais do governo de substituição entre energéticos e conservação de energia.

Para 1985 o Modelo Energético Brasileiro apresenta como projeção 175,399 GWy⁽¹⁵⁾.

(15) Cumpre notar que esta comparação apresenta metodologicamente alguns problemas ligados à equivalência entre energia elétrica e energia térmica e à utilização de poderes caloríficos dos diversos energéticos. Procuraremos con-

valor cerca de 3,8% maior que os valores obtidos pelo MEDEE no cenário BÁSICO (168,903 GWy). Em relação ao ECOEN a diferença é de cerca de 19,5%. Para o cenário BÁSICO a diferença é pequena, se considerarmos o espaço e tempo de projeção, ou seja, 10 anos. Cumpre notar que o Modelo Energético Brasileiro utiliza como hipótese um crescimento do PIB de 6% igual à do MEDEE) e de população de 2,5% (um pouco acima do MEDEE, situada em 2,2% entre 1975-1987 e 2,0% entre 1985-2000).

CONCLUSÕES

No término deste estudo parece claro que o MEDEE é um interessante caminho para se apreciar o comportamento futuro da demanda de energia, elemento tratado de uma maneira ligeira e mesmo simplista no planejamento energético. O método apresenta certas vantagens, tais como:

- perceber claramente, por meio do estudo a nível detalhado de demanda, que as taxas de crescimento do consumo de energia são muito diferentes quando considerados os usos e setores econômicos.
- formular, por meio desta divisão por usos, as hipóteses subjacentes à previsão. Por outro lado, é possível estimar por testes de sensibilidade a importância destas hipóteses, assim como dos parâmetros técnicos adotados.
- avaliar a demanda de energia a longo prazo em cenários que podem ser descritivos, isto é, baseados em tendências de longo prazo ou normativos, isto é, baseados na implantação de políticas governamentais;
- mensurar a sensibilidade da demanda de energia às diversas variáveis que caracterizam o nível e a estrutura do crescimento econômico ou a políticas energéticas alternativas.

Desta forma, o estudo da demanda de energia pode ser um elemento chave e impor-

tante para a planificação energética, nestes dias de crise energética. A demanda deixa de ser um mero dado de planificação e passa a ser elemento ativo, ou seja, deixa de ser elemento predeterminado apenas pelo passado para tornar-se produto de um novo tipo de estruturação sócio-econômica. Assim, o planejamento liga-se melhor aos setores usuários da energia e as tecnologias utilizadas ficam sob controle. As energias não convencionais e as não comerciais podem ser integradas dentro do sistema energético, possibilitando uma visão coerente e integrada de toda as fontes energéticas.

Acreditamos também que não é irrealista procurar dissociar, de uma maneira durável, crescimento energético e crescimento econômico. A sociedade pode encontrar meios de controlar suas necessidades de energia sem renunciar a seu desenvolvimento. O problema é saber qual o custo desse objetivo e quem o sustentará.

Uma constatação de ordem geral e esperada é o aumento da importância da eletricidade como fonte energética. Apesar de termos utilizado hipóteses relativamente prudentes, a energia elétrica desponta no futuro com uma importância muito maior que a atual.

Este comportamento deve ser entendido sob três ângulos principais:

- crescimento devido a mudanças estruturais de economia, ou seja, modificações na importância relativa dos diversos setores produtivos, onde setores menos intensivos no uso da energia elétrica são substituídos por setores mais intensivos.
- crescimento devido à penetração da energia elétrica em usos térmicos, mercado até então sob controle quase total dos combustíveis fósseis.
- crescimento devido a modificações na forma de produzir de cada setor econômico. A tendência do setor produtivo é cada vez mais utilizar tecnologias altamente intensivas em capital, com o consequente deslocamento de mão-de-obra. Este trabalho poupado é feito por máquinas, em sua maior parte movidas a eletricidade.

Em nossos cenários o segundo aspecto, ou seja, substituição de energia elétrica por fós-

tornar estas questões, ao menos no referente à energia, utilizando os mesmos padrões que o MEDEE.

sil, teve uma importância relativamente modesta, visto que, apesar de o preço do petróleo crescer, supusemos implicitamente a manutenção da política dita de subsídios para o óleo combustível, ou seja, sua venda a um preço bastante inferior ao de outros derivados.

Uma advertência necessária é lembrar que apesar de todo o interesse do modelo MEDEE, e ainda que utilizemos dados e hipóteses mais seguras, os seus resultados precisam ser analisados com a devida cautela, uma vez que um usuário pouco avisado poderá supor que o modelo resolve tecnicamente os problemas de planejamento da demanda. Na realidade, as soluções apontadas nos cálculos do modelo são o resultado de simplificação de um problema extremamente

complexo, pois envolve, além de aspectos técnicos e econômicos, problemas sócio-políticos, cuja modelagem é, sem dúvida, difícil. No entanto, tem o mérito de mostrar o conjunto de fenômenos ligados à demanda de energia, em sua interação e globalidade, sendo um guia didático para os que decidem sobre energia, pois permite uma visão a um mesmo tempo detalhada e concreta sobre a demanda de energia a longo prazo. Conduz, todavia, à introdução de um grande número de variáveis exógenas, cuja coerência é, às vezes, difícil de garantir. Não duvidamos que certas hipóteses utilizadas no presente exercício sejam criticáveis, mas esperamos que elas estejam suficientemente claras, para que cada um possa estimar as modificações necessárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHATEAU, B., LAPILLONNE, B. *et alli. La demande d'énergie finale de la France à l'horizon 2000: 3 scénarios par la méthode MEDEE*, IEJE, mars. 1979, 77 p.

CHATEAU, B. & LAPILLONNE, B. *La méthode d'élaboration des scénarios associés au modèle MEDEE 3*, Grenoble, Mult. décembre 1978, 123 p.

_____. *La prévision à long terme de la demande d'énergie: propositions méthodologiques*, Paris, Ed. du CNRS, 1977, 225 p. (collection Énergie et Société).

_____. Long term energy demand forecasting a new approach. *Energy*

Policy: 140-57, June 1978.

_____. Long term demand simulation, *Energy Policy*, n° special: 120-128, June 1979.

CHATEAU, B., LAPILLONNE, B. & CHASSÉRIEAUX, J.M. *Un scénario de coïssance en énergie pour la France*, Ministère de l'Industrie.

LAPILLONNE, B. — Long term perspectives of the U.S. Energy Demand Application of the MEDEE 2 Model to the U.S., *Energy*, 5, 1980.

_____. *MEDEE 2: A model for long term energy demand evaluation*, IIASA publications, Nov. 78, Laxenburg, 45 p.