

CBPF-CS-004/88

O MERCADO NACIONAL DE CARBURANTES: TRATAMENTO
LOGÍSTICO

por

J.I. VARGAS e Carlos Feu ALVIM*

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF/CNPq
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150
22290 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

*Comissão Nacional de Energia, M.M.E. Esplanada dos Ministérios
70.000 - Brasília, DF - Brasil

O MERCADO NACIONAL DE CARBURANTES
TRATAMENTO LOGÍSTICO

J.I. Vargas e Carlos Feu Alvim

1. O crescimento da demanda de carburantes é inevitável?

As projeções de consumo de carburantes no Brasil têm sido formuladas a partir do pressuposto de que o crescimento do Produto Interno Bruto dar-se-á seguindo um ritmo que corresponde muito mais a um anseio nacional do que a qualquer evidência sócio-econômica firme. É a partir desse crescimento hipotético e voluntarista para o PIB que se costuma projetar a futura demanda de carburantes. Além desse pressuposto de que o crescimento econômico evoluirá no ritmo desejado, admite-se implicitamente outro, que ignora a ocorrência de mudanças estruturais como as que vêm possibilitando aos países desenvolvidos crescimento econômico que não implica no correspondente crescimento da demanda de energia. Essas mudanças são fruto de alterações na estrutura produtiva destes países, permitindo reduzir o conteúdo energético de sua produção, seja por terem se voltado para a geração de produtos de maior valor agregado, deslocando para países periféricos, a produção daqueles de maior conteúdo energético, seja em consequência da adoção de intensas medidas de conservação de energia, como está mostrado nas figuras 1 e 2, que ilustram a melhoria extraordinária na produtividade do uso da energia observada no Japão, em comparação com o Brasil (1, 2). Outro pressuposto geralmente admitido nas nossas projeções é o de que estão excluídas mudanças na estrutura social do País. No caso, por exemplo, do consumo de carburantes por veículos individuais, verifica-se que só uma pequena fração da população brasileira tem, atualmente, acesso ao carro próprio. A questão de saber se esta fração vai aumentar ou diminuir é crucial para dimensionar a demanda de carburantes, e possivelmente para a melhor adequação do tipo e qualidade do veículo ao mercado. A adoção de uma política de redistribuição de renda mais equânime ou um aumento no custo da utilização de veículos, como a introduzida pelos recentes aumentos de taxaço, incidentes tanto sobre os mesmos, como sobre os combustíveis, podem reduzir consideravelmente a parcela da população que tem acesso ao transporte individual, mesmo na hipótese de manter-se um crescimento global da economia.

Quando se estuda a evolução de frota de veículos em países desenvolvidos nota-se, para vários deles, uma tendência à saturação no número de veículos em circulação. Isto ocorre, aparentemente por ter se esgotado o processo de crescimento da frota em consequência do término do ciclo econômico característico das crises cíclicas que sofrem os países capitalistas industrializados (ciclos de Kondratiev). A evolução do número de veículos registrados na Itália do pós-guerra indica um nítido processo de

saturação da frota circulante segundo a tendência mencionada. (Figuras 3 e 4)

Comportamento idêntico é observado em outros países industrializados como a França, Inglaterra, Alemanha e Japão. (Figura 5).

2. Uso da equação de Volterra para a competição entre espécies biológicas para a descrição de fenômenos sócio-econômicos.

A evolução da frota de veículos mostrada nas figuras anteriores, bem como a de um grande número de outros sistemas estudados por Marchetti; (3,4) envolvendo a penetração e o de envolvimento de novos meios de transportes, do insumos energéticos e da difusão de novas tecnologias no mercado, parecem seguir as equações de Volterra Lotka (6) que foram inicialmente propostas para descrever a ocupação de nichos ecológicos por espécies vivas em competição. A função denominada "logística" que descreve uma população N ao longo do tempo é dada pela expressão:

$$N = N / (1 + e^{-(at+b)}) \quad (1)$$

onde N é o valor de saturação, t o tempo e a e b constantes do processo. Tomando-se $F = N/N$ pode-se escrever:

$$\ln F/(1-F) = at+b \quad (2)$$

o que permite construir uma escala onde a função do tipo logística passa a ter uma representação linear como é mostrado na figura 4 para o caso da evolução da frota de veículos na Itália. O mesmo tratamento foi dado para vários outros países, observando-se para praticamente todos eles o mesmo comportamento. (figura 5) Frequentemente utiliza-se simplesmente na ordenada a fração percentual de ocupação do mercado (F).

3. Evolução do consumo de carburante no Brasil

Como as estatísticas relativas à frota de veículos no Brasil não parecem confiáveis devido a grandes mudanças realizadas nos últimos anos, do perfil da frota, para os diversos carburantes, procurou-se utilizar nesse trabalho, em vez dos dados sobre evolução da frota, o comportamento temporal do consumo de carburantes.

Para que o consumo de carburantes pudesse ser estudado de uma maneira global, o volume de óleo diesel, de álcool e de gasolina foram expressos em termos de gasolina equivalente. Esta cor-

respondência leva em conta tanto o conteúdo energético de cada combustível como a atual eficiência relativa dos motores. Para tanto adotou-se o seguinte critério de equivalência:

1 litro de álcool anidro	- 1 litro de gas. equiv.
1 litro de álcool hidrat.	- 0,8 lit. de gas. equiv.
1 litro de óleo diesel	- 1,4 lit. de gas. equiv.

Feita essa conversão examinou-se a evolução do consumo total de carburantes entre 1969 e 1985 de acordo com dados do BEN-86 (6). Pode-se observar na Fig. 6 o bom ajuste da evolução do consumo à logística de Volterra, com uma previsão de saturação do consumo ao nível de 46 bilhões de litros de gasolina equivalente. A figura 7 apresenta os mesmos dados históricos em escala natural.

Torna-se claro o desaquecimento do consumo, a partir de 1979, tendência que, como veremos, poderá ser mantida nos próximos anos, provavelmente até 1995.

4. Participação dos carburantes no consumo total

A tabela 1 mostra a evolução da participação do consumo dos diversos carburantes no consumo total, expresso em termos de gasolina equivalente. Na figura 8 é mostrada a evolução da participação dos diversos combustíveis entre 1970 e 1985 (dados reais). Pode-se observar que a participação relativa de cada carburante permanece aproximadamente constante até o ano de 1973 correspondente ao 1º choque nos preços do petróleo. No período entre os dois choques de preço de petróleo, entre 1973 e 1979, observa-se um aumento de participação do diesel que corresponde a "dieselização" da frota, com o virtual desaparecimento dos novos caminhões a gasolina, como é mostrado na fig. 9. A partir do ano de 1973 observou-se para a gasolina o comportamento de "espécie em extinção", caracterizado pela reta descendente na fig. 8, em virtude da substituição acelerada desse combustível pelo álcool e pelo diesel. A fig. 10 mostra na escala "logística" o rápido processo de substituição do carro a gasolina pelo carro a álcool no mercado automobilístico. A consequência dessa mudança sobre a frota rodante e sobre o consumo de gasolina é hoje a ocorrência de uma taxa de substituição mais lenta, mas que entretanto já provocou, em passado recente, uma queda da participação da gasolina no mercado de carburantes, de 51% em 1973 para 17% em 1985.

É sabido (3,4) que a competição de várias espécies, no caso mais simples, pode também ser representada pela equação (4) onde F passa a descrever tanto o comportamento da participação relativa da "espécie" que está aumentando sua participação como daquela que está reduzindo sua participação no "nicho". No caso dos carburantes, o álcool e a gasolina apresentam uma evolução na participação no mercado, percentualmente coerente com esse tipo de função (reta na escala "logística"). A variável restante (no caso

participação do diesel) tem seu comportamento descrito a partir da diferença entre a soma das participações das outras variáveis (álcool e gasolina) e o consumo total de combustível. A comparação dos valores ajustados com os valores observados é mostrada na figura 8.

5. Extrapolação dos resultados

Na figura 8 pode-se observar que, a partir de 1980, a participação do diesel no mercado de carburantes se estabilizou. Extrapolando-se essa tendência para o diesel e supondo que a gasolina mantenha o atual processo de declínio em sua participação até que atinja valores compatíveis com a atual participação nas vendas (15% de carros a gasolina) chega-se à conclusão, por diferença, que a participação do álcool atingiria um valor limite de 29%.

A partir da extrapolação já realizada para o consumo total de carburantes e da projeção da participação de cada um dos combustíveis no mercado nacional, chega-se à projeção do consumo desses combustíveis, como é mostrado na Tabela 2. Para 1995 chega-se à conclusão que o consumo, expresso em bilhões de litros anuais, será de 21 para o diesel, 3 para a gasolina e 16,5 para o álcool. Esses volumes são notavelmente inferiores às projeções formuladas tomando-se como base a correlação de consumo com o crescimento de PIB médio de 6% que forneceriam uma demanda de 37, 3 e 27,5 bilhões de litros anuais para os combustíveis acima mencionados. (7)

6. Comentários e conclusões

Talvez a maior conquista lograda até hoje pelo homem resida em sua capacidade de prever a evolução futura do comportamento do mundo físico. Deve-se reconhecer contudo, que a capacidade prospectiva do homem, alcançada para o entendimento do comportamento dos sistemas sociais é ainda extremamente limitada. No que concerne ao planejamento energético, o País vem adotando para o setor, cenários de demanda atrelados a um crescimento do PIB imposto exogenamente. Como as projeções sobre o PIB têm sido notoriamente falhas, aqui e alhures, fica prejudicado todo o trabalho de previsão. Além disso, as extrapolações sobre o crescimento econômico estão inextricavelmente associados ao estado de espírito reinante no momento em que elas são formuladas e aos humores, ou esperanças, de cada um dos ministros gestores da economia. A presente abordagem tem, quando nada, a vantagem de independer dos desejos subjetivos sobre o comportamento futuro da economia. Ela pressupõe que o comportamento da sociedade é como nos seres vivos, homeostático, isto é, que o mesmo apresenta mecanismos de auto-regulação inerciais: o comportamento passado condicionando o futuro de tal maneira que a taxa média real de crescimento do uso de

certo insumo ou serviço é definida, por assim dizer, pela "cultura" própria da sociedade, durante um dado ciclo econômico-social.

Este comportamento está eloquentemente ilustrado na figura 11 que mostra o tratamento logístico da competição e difusão no mercado mundial, de formas de energia primárias. A comparação entre a teoria e as observações indica uma precisão de 5%, em desempenho melhor que aqueles gerados por quaisquer modelos econômicos existentes. A extraordinária estabilidade do sistema ao longo do tempo, a despeito de guerras e crises conjunturais maiores, é impressionante. Aplicações semelhantes a um grande número de grandes sistemas (transporte, computadores, construção de estradas pavimentadas, consumo de papel, aço, etc.) examinados por Marchetti e pelos autores, levam a conclusões semelhantes.

Tratamento análogo para a evolução da participação das energias primárias no mercado brasileiro está ilustrado na figura 12

Na presente aplicação dessa metodologia cabe indagar se a tendência observada de declínio do consumo de gasolina deverá prosseguir nos próximos anos. A primeira questão a ser levantada é se ela é compatível com a estrutura de refino, atualmente em vigor, já que um excedente muito grande de gasolina provocaria na sociedade uma reação que provavelmente reequilibraria o mercado. Dentro das hipóteses de evolução de refino da PETROBRÁS, e na hipótese de verificar-se uma demanda de petróleo coerente com o aqui admitido para os carburantes, chegar-se-ia a um excedente de gasolina entre 4 e 6 bilhões de litros anuais, volume que a PETROBRÁS presentemente considera assimilável pela exportação. Por outro lado, conclui-se que a produção nacional antevista para o álcool já está praticamente assegurada à vista dos investimentos industriais já realizados ou em via de implementação. A substituição da gasolina pelo álcool deverá gerar sobre o balanço de pagamentos um impacto anual favorável de cerca de 800 milhões de dólares adicionais, mesmo considerando um preço relativamente baixo de 26 dólares o barril para a gasolina exportada. Parece assim provável que a conclusão a que se chega de que a frota a gasolina continuará sendo substituída por veículos movidos a álcool é coerente com a expectativa atual do mercado.

As projeções sobre a taxa de consumo de carburantes aqui apresentadas evidenciam que o mesmo aproxima-se do ponto de exaustão. Cabe assinalar que a metodologia adotada tem se revelado válida dentro de um determinado ciclo econômico. Na fig. 11 é mostrada, na escala "logística", a evolução da frota de veículos nos Estados Unidos, que passou por três períodos nitidamente distintos. O primeiro deles, até o final da década de 20, passando por um período de transição entre 1930 e 1945 para ingressar, após a II Guerra Mundial em uma nova dinâmica de crescimento. Cada um dos três períodos é caracterizado por uma constante de tempo.

As oscilações características dos ciclos de Kondratiev estão belamente apresentadas na figura 13, que mostra a variação periódica do consumo de energia nos Estados Unidos. Dado o caráter pervasivo do consumo energético, tais oscilações constituem indicadores da atividade econômica como um todo.

A saturação do processo de crescimento da economia brasileira já parecia evidente nos primeiros anos da década de 80. Os dois últimos anos, 1985 e 1986, apresentaram sinais de certa retomada da atividade econômica. Face a crise presente, parece legítimo indagar se a recuperação observada é apenas conjuntural ou se as limitações ao crescimento econômico prosseguirão até 1995 quando, segundo o modelo marchettiano, a economia mundial retomará o seu ritmo.

Como os resultados desse trabalho prospectivo apresentam indicações de limitação na expansão do mercado de carburantes, parece no mínimo prudente que se examinem mais detidamente as projeções atualmente adotadas para que se possa dispor, ao menos, de uma estratégia alternativa para o caso de se verificarem as projeções aqui apresentadas.

A questão fundamental aqui lançada relaciona-se com a duração do atual ciclo econômico, que apresenta sinais de esgotamento a nível mundial. As extrapolações aqui apresentadas são válidas no período de vigência do atual ciclo e não devem, por isso, ser estendidas para além de 1995.

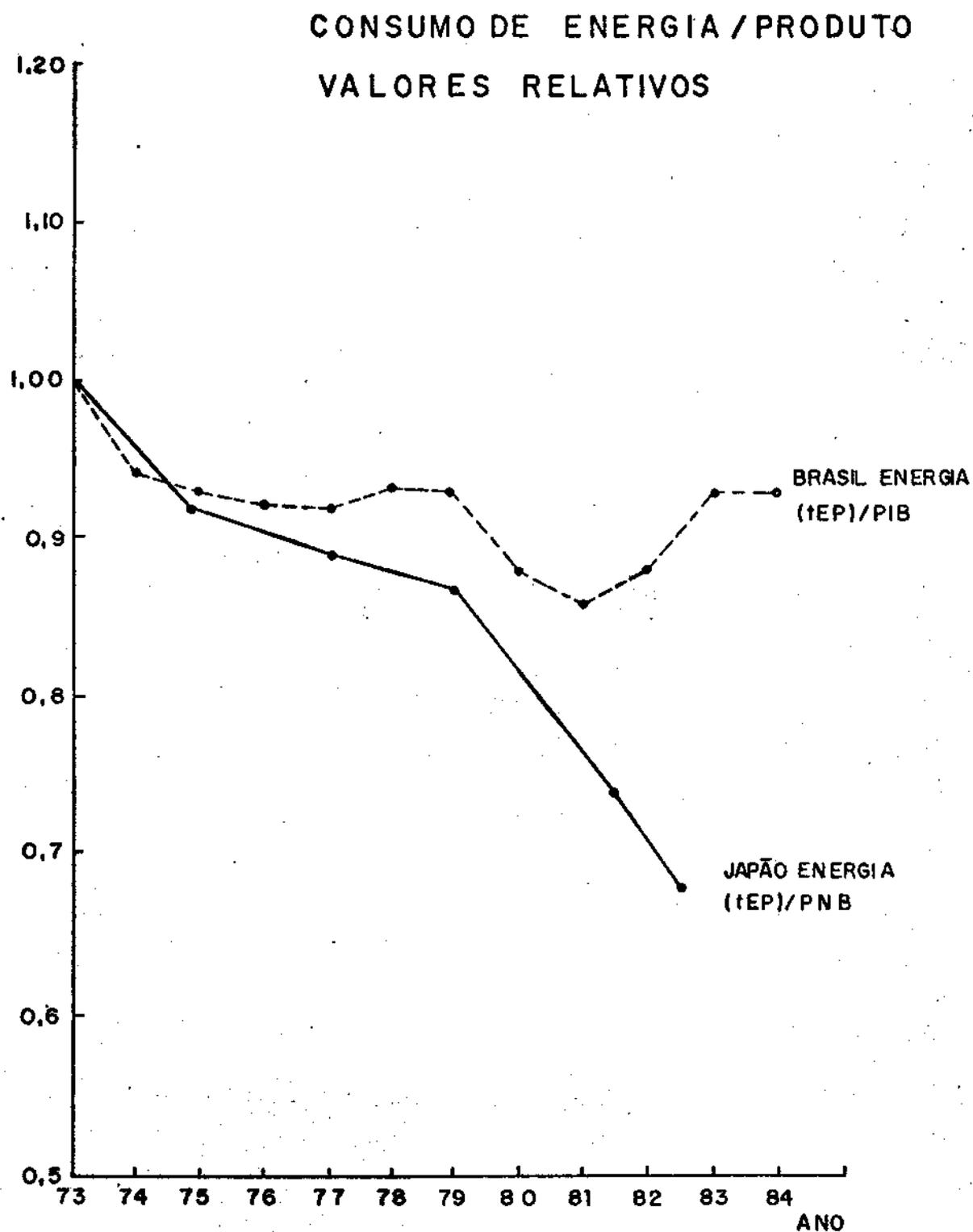


FIGURA _ 1

CONSUMO RELATIVO DA ENERGIA E PNB NO JAPÃO

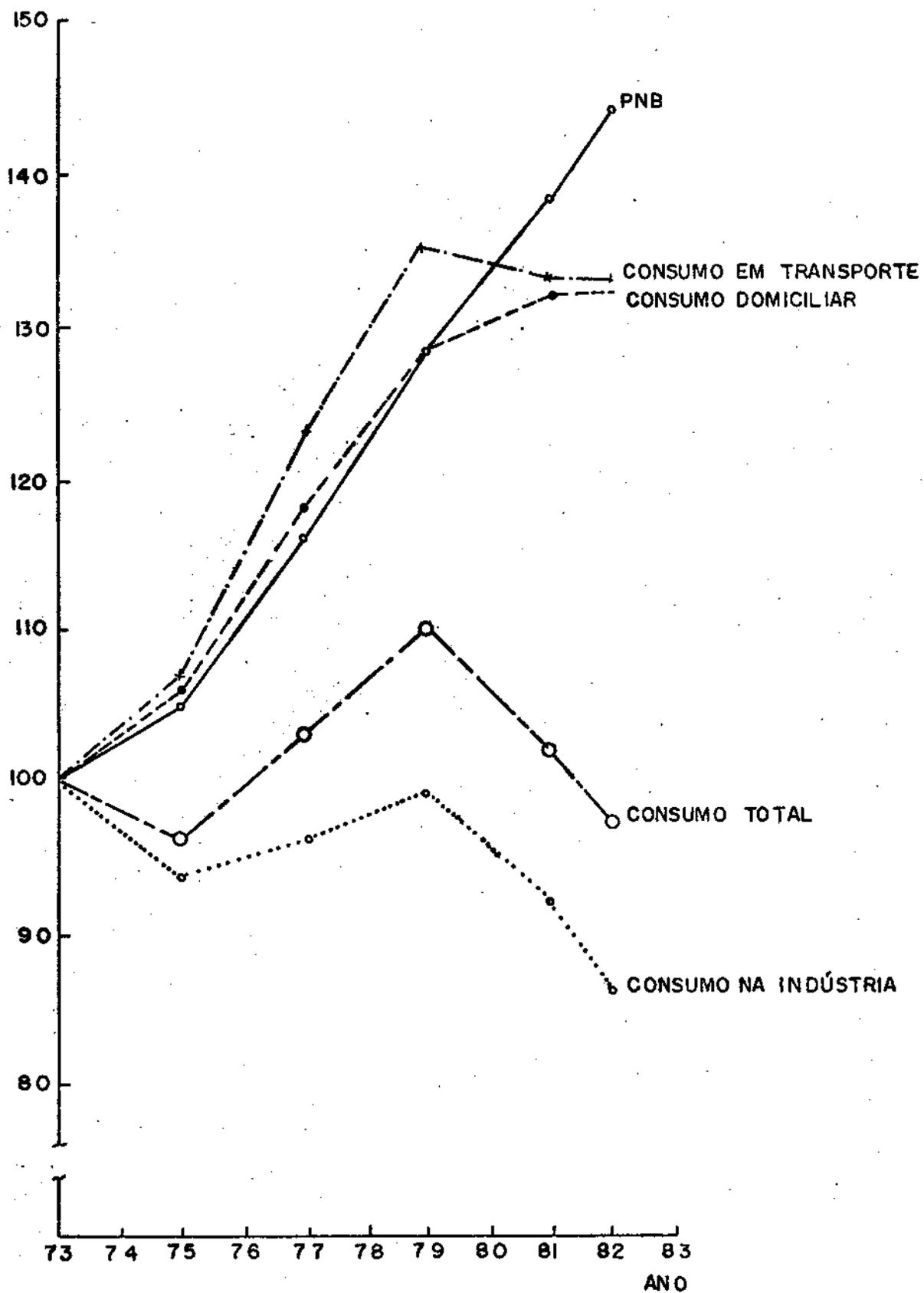
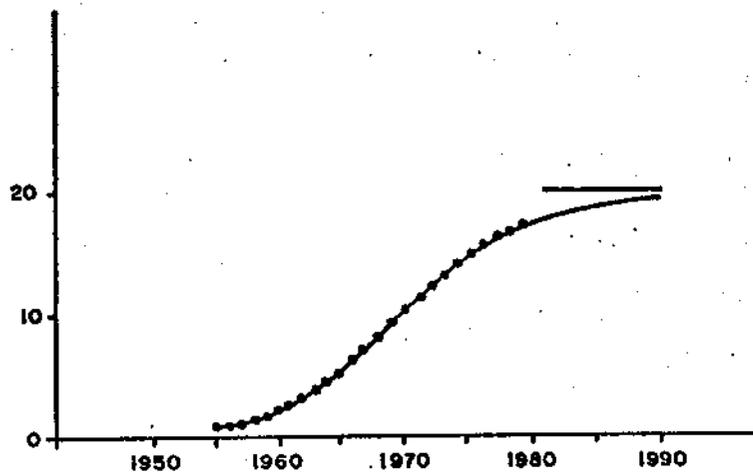


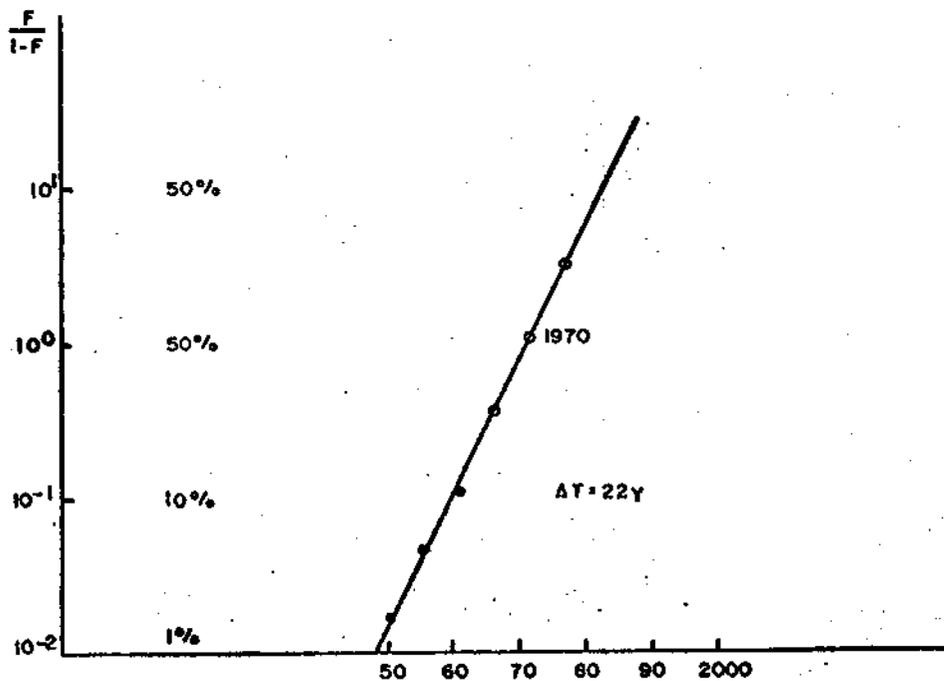
FIGURA - 2

Figura 3



Evolução da frota de automóveis na Itália
Machetti (5)

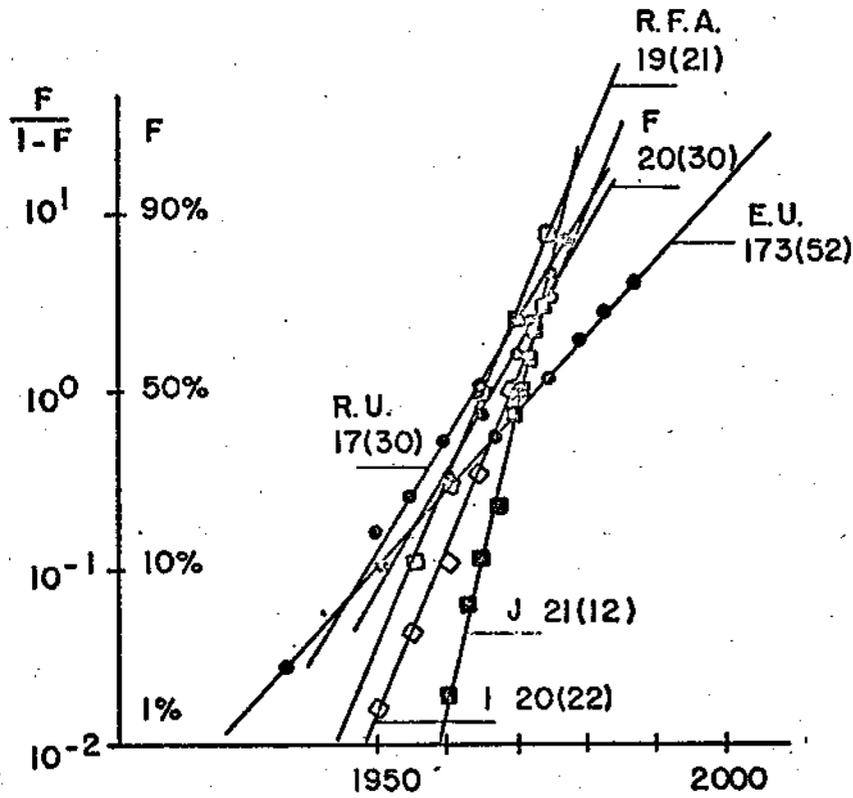
Figura 4



Evolução da frota de automóveis na Itália na escala
logística - Marchetti (5)

Figura 5

POPULAÇÕES DE AUTOMÓVEIS EM SEIS PAÍSES DIFERENTES,
EXPRESSAS COMO PORCENTAGEM NO NÍVEL DE SATURAÇÃO.



MARCHETTI (5)

Figura 6

CONSUMO TOTAL DE CARBURANTES
EM EQUIVALENTE A GASOLINA.

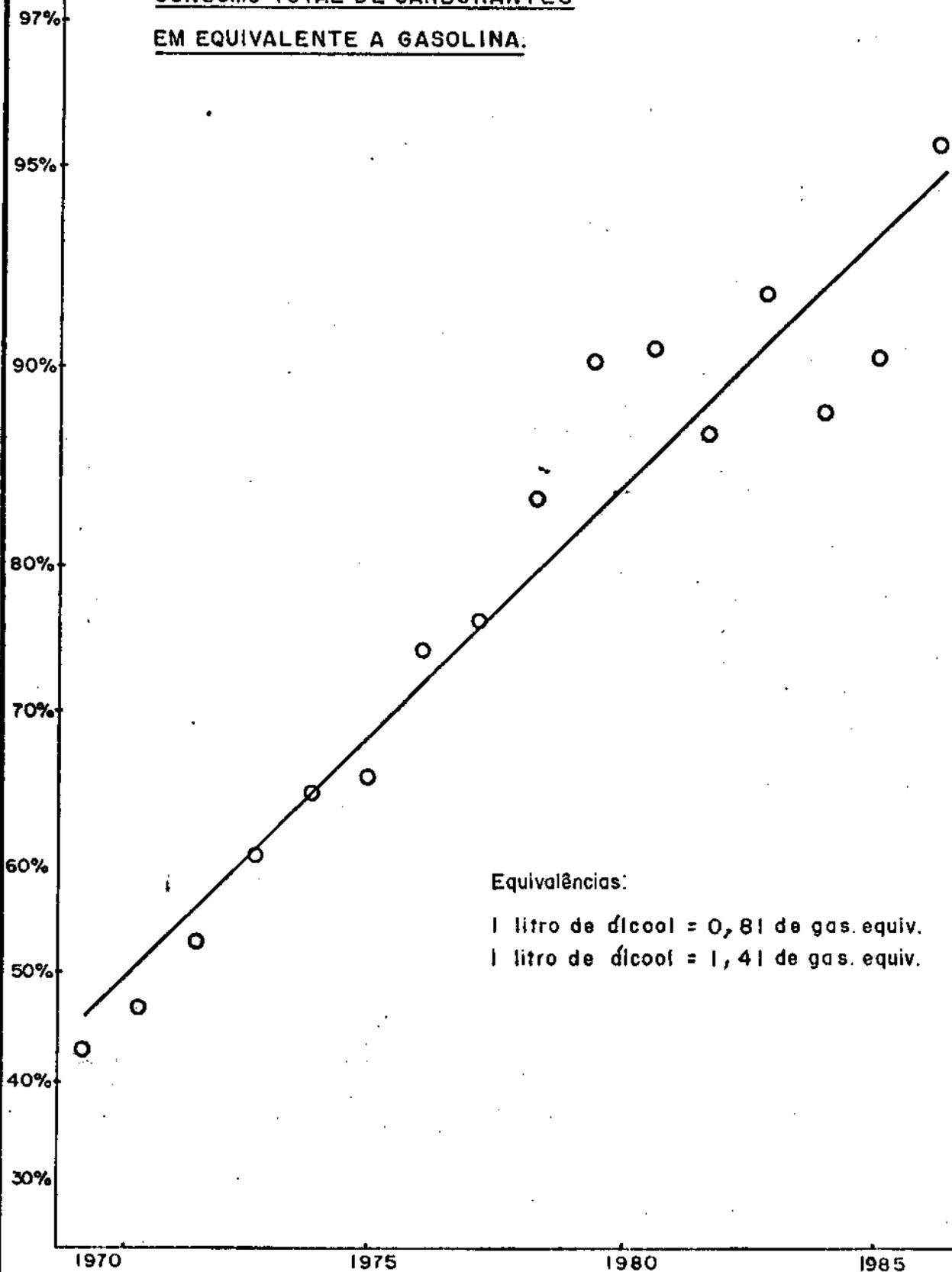


Figura 7

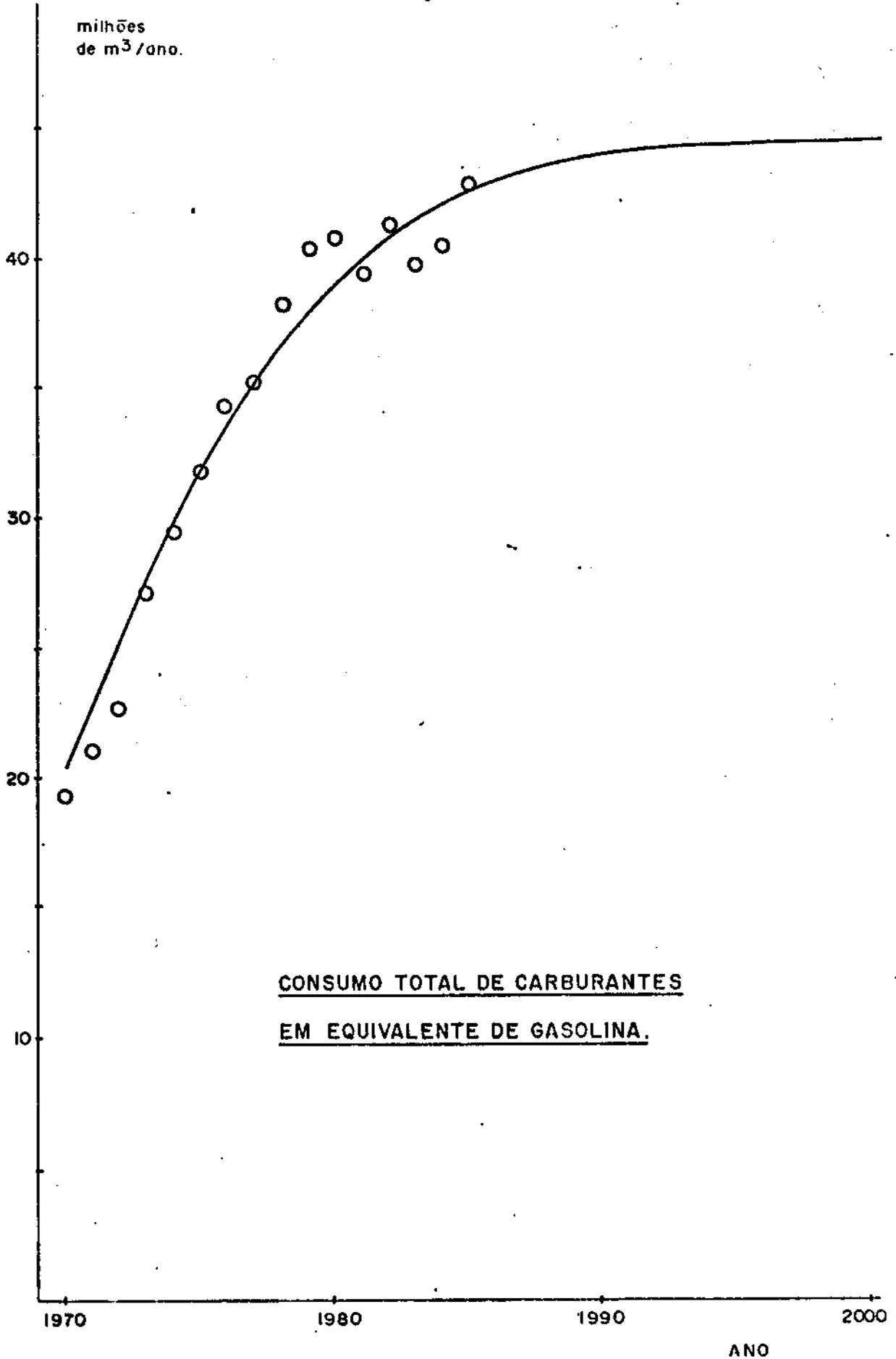
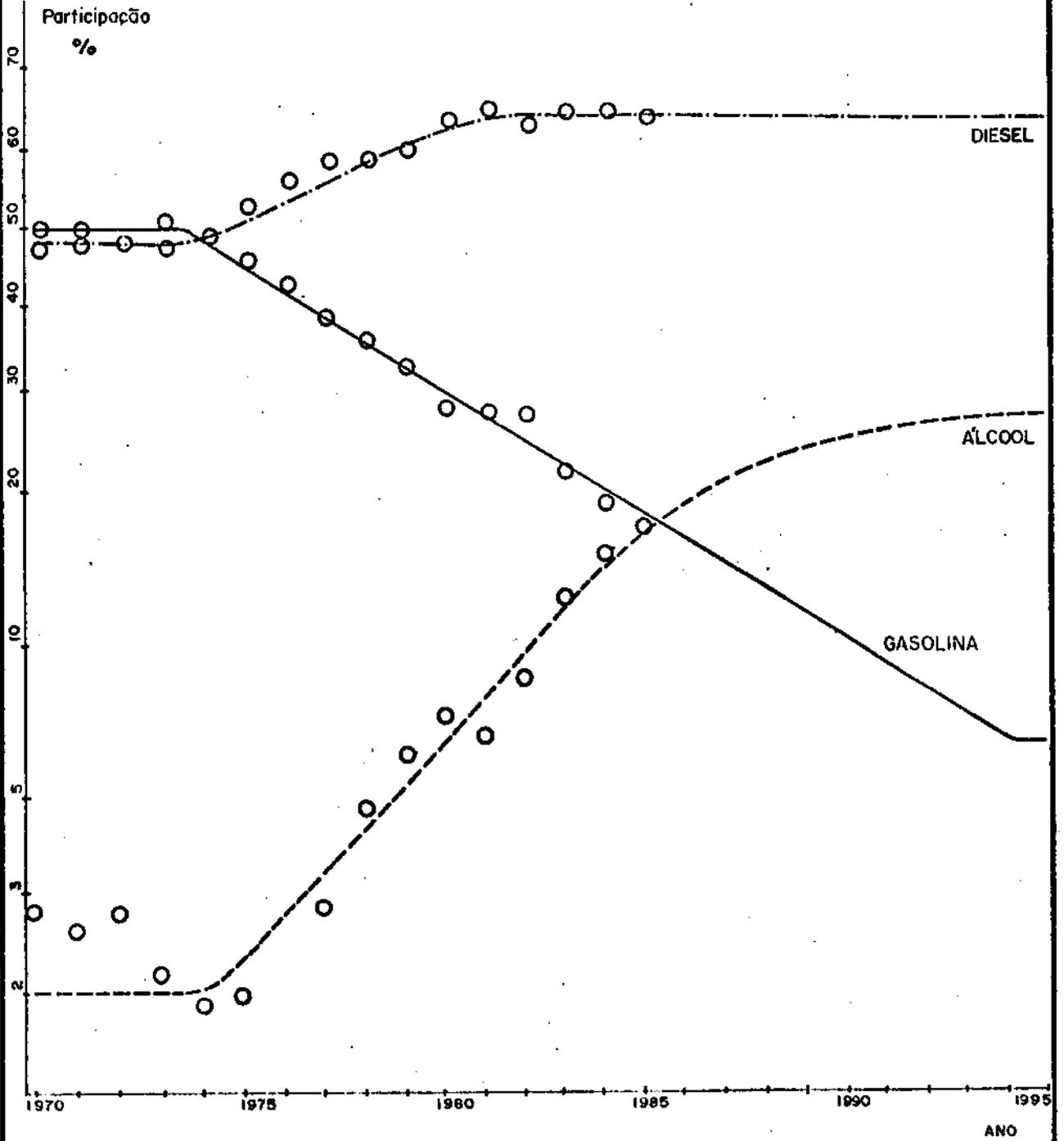


Figura 8

Participação dos combustíveis no consumo brasileiro.
(litros equivalentes de gasolina)



Competição entre caminhões a diesel, gasolina e álcool
Grupo de Trabalho do Álcool - AT/CNE

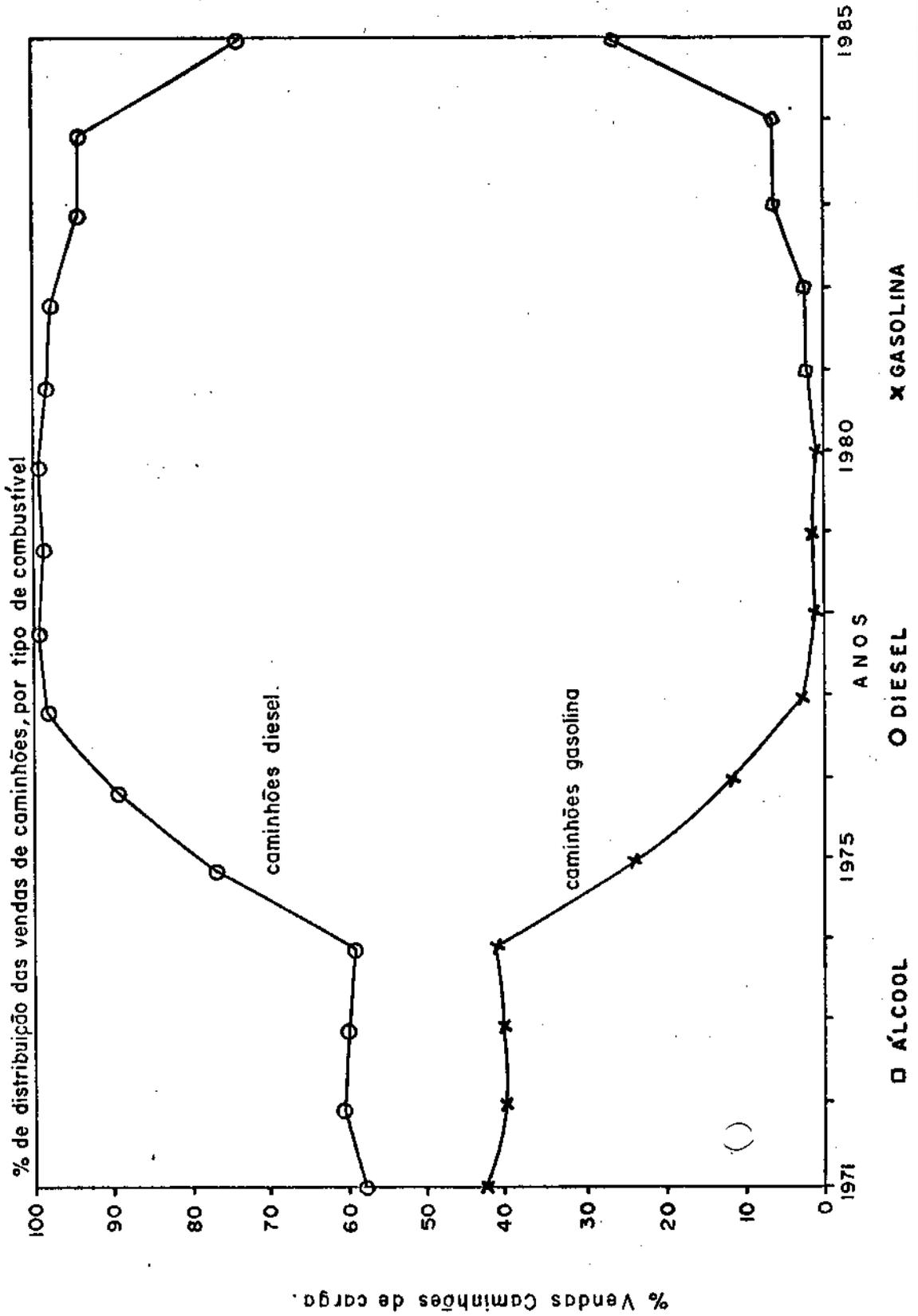


Figura 9

% Vendas Caminhões de carga.

Figura 10

COMPETIÇÃO ENTRE
CARROS A ALCOOL E CARROS A GASOLINA

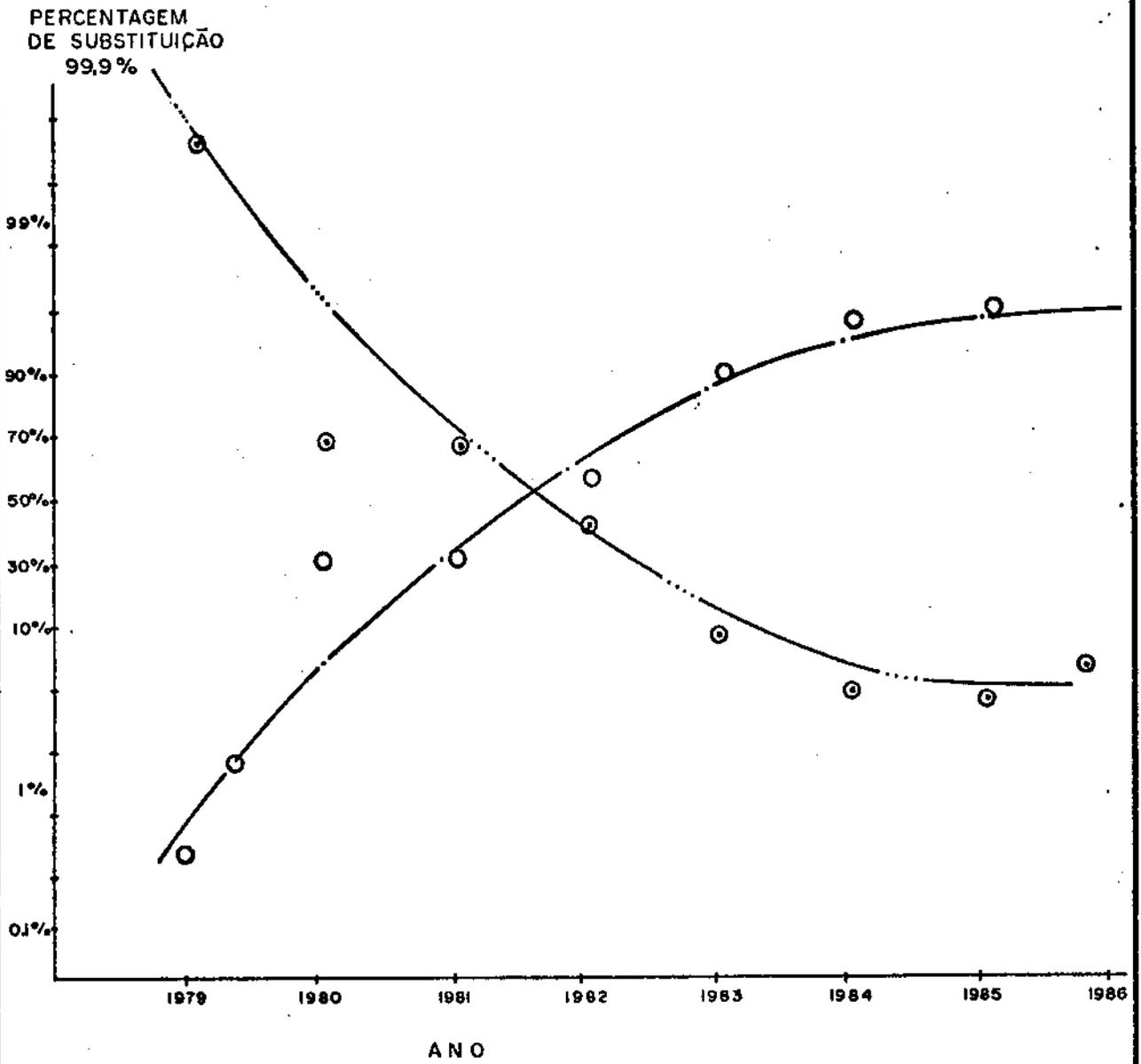
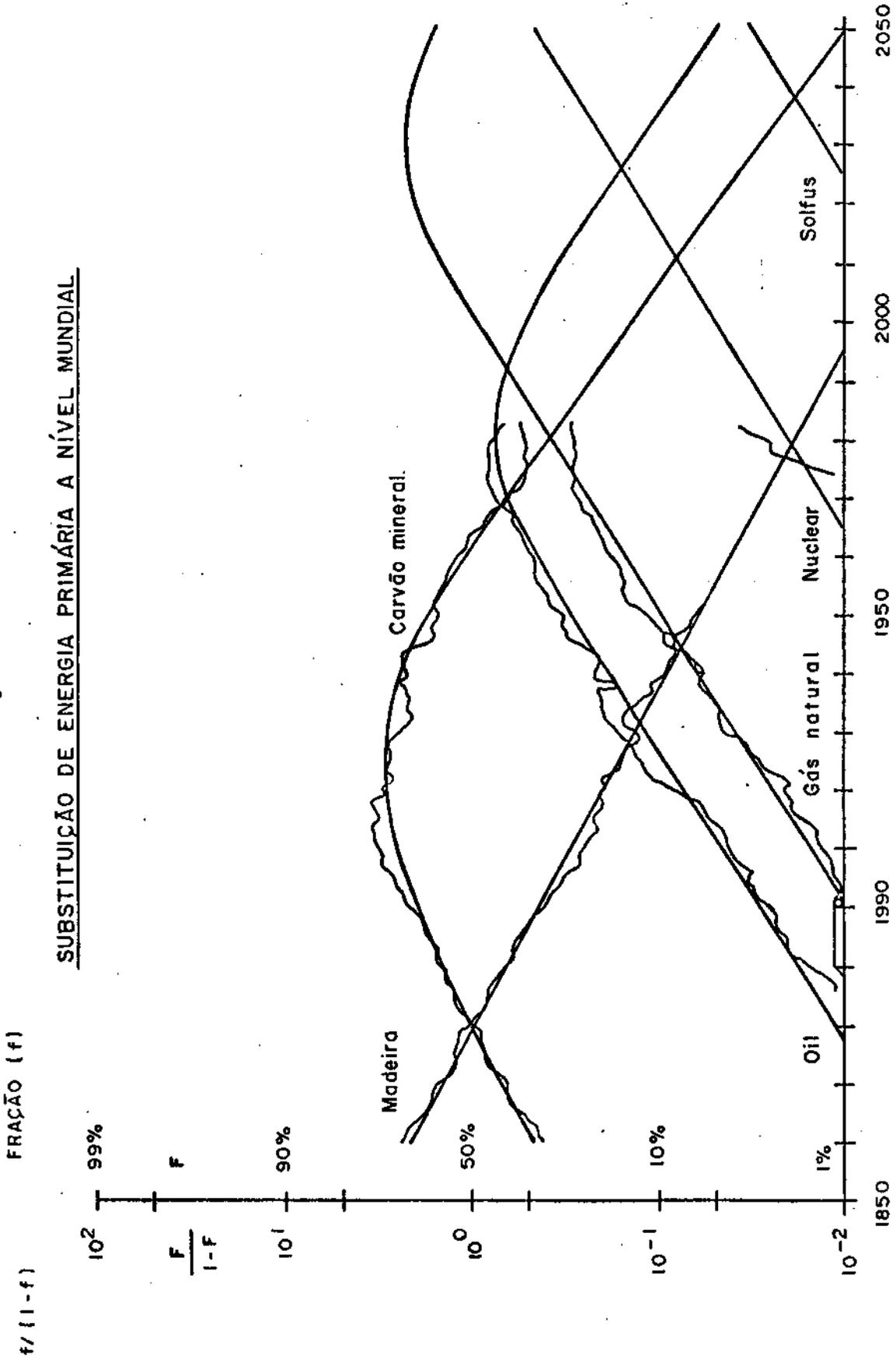


Figura II
SUBSTITUIÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA A NÍVEL MUNDIAL



N. Nakicenovic. IASA, 1984

Figura 12

SUBSTITUIÇÃO DA ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL
(Evolução do consumo por fonte)

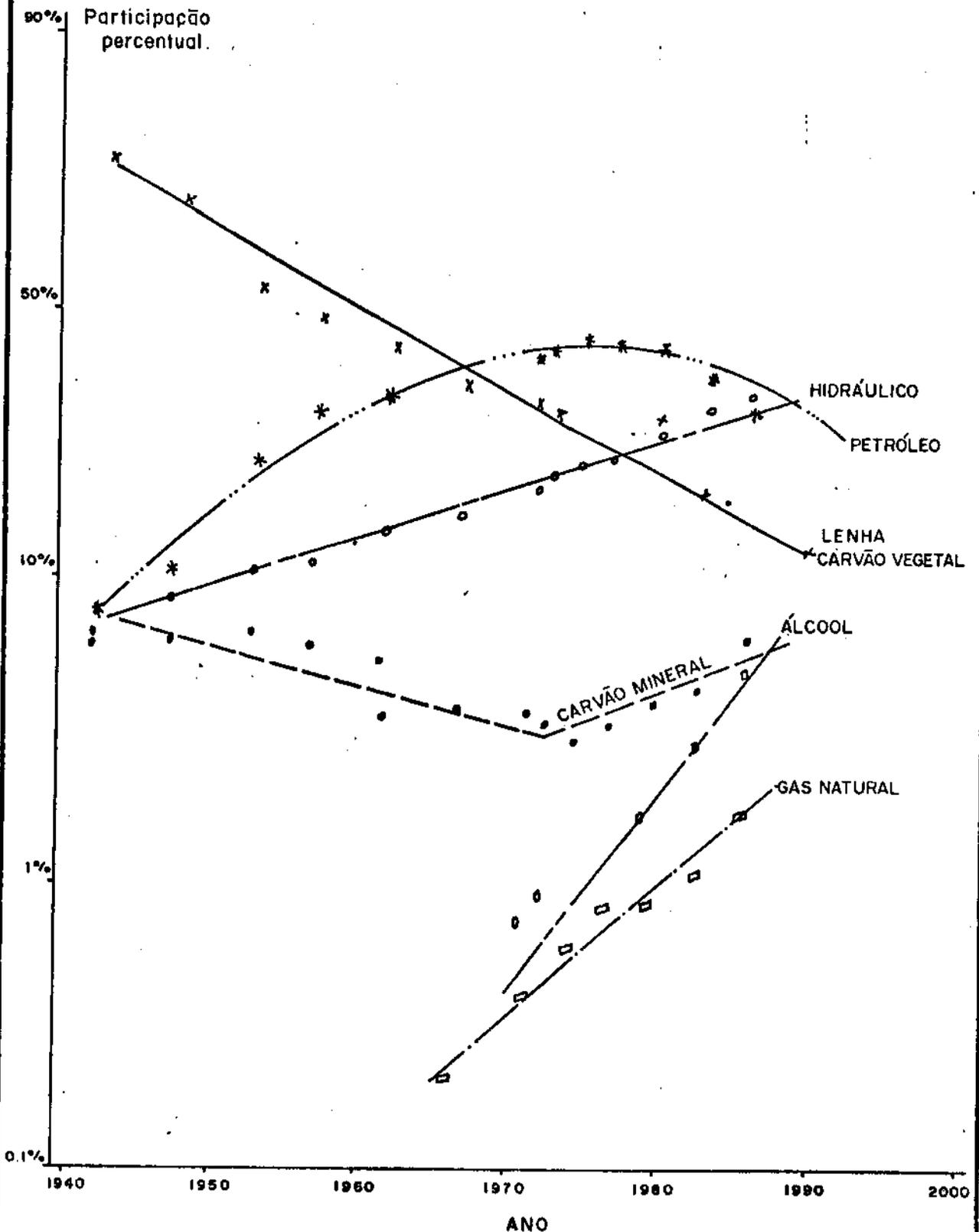
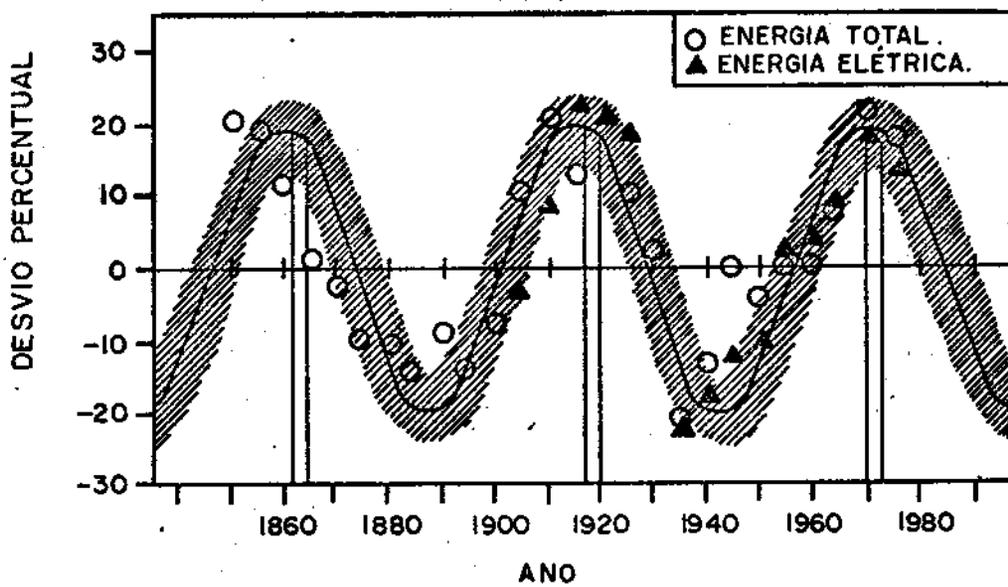


Figura 13



Marchetti - ref. 3

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nota Técnica apresentada à Comissão de Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro, Brasília, 1986.
2. Energy Conservation in Japan. The Energy Conservation Center, Tokyo, 1984, p. 15
3. C. Marchetti - Primary Energy Substitution Models. On the Interaction Between Energy and Society, Technol. Forecast and Soc. Change, 10, 345-356 (1977).
4. C. Marchetti and N. Nakicenovic, The Dynamics of Energy Systems and the Logistic Substitution Model, R.R. 79-13, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxemburg, Austria, 1979.
5. C. Marchetti - Society as a Learning System: Discovery, Invention and Inovation Cycles Revisited - Technol. Forecast. and Soc. Change 18, 267 (1980).
6. V. Volterra - Leçon sur la theorie mathématique de la lutte pour la vie, (Gauthier-Villars), Paris, 1931.
7. A. J. Lotka - Elements of Mathematical Biology, Dover, New York, (1956).