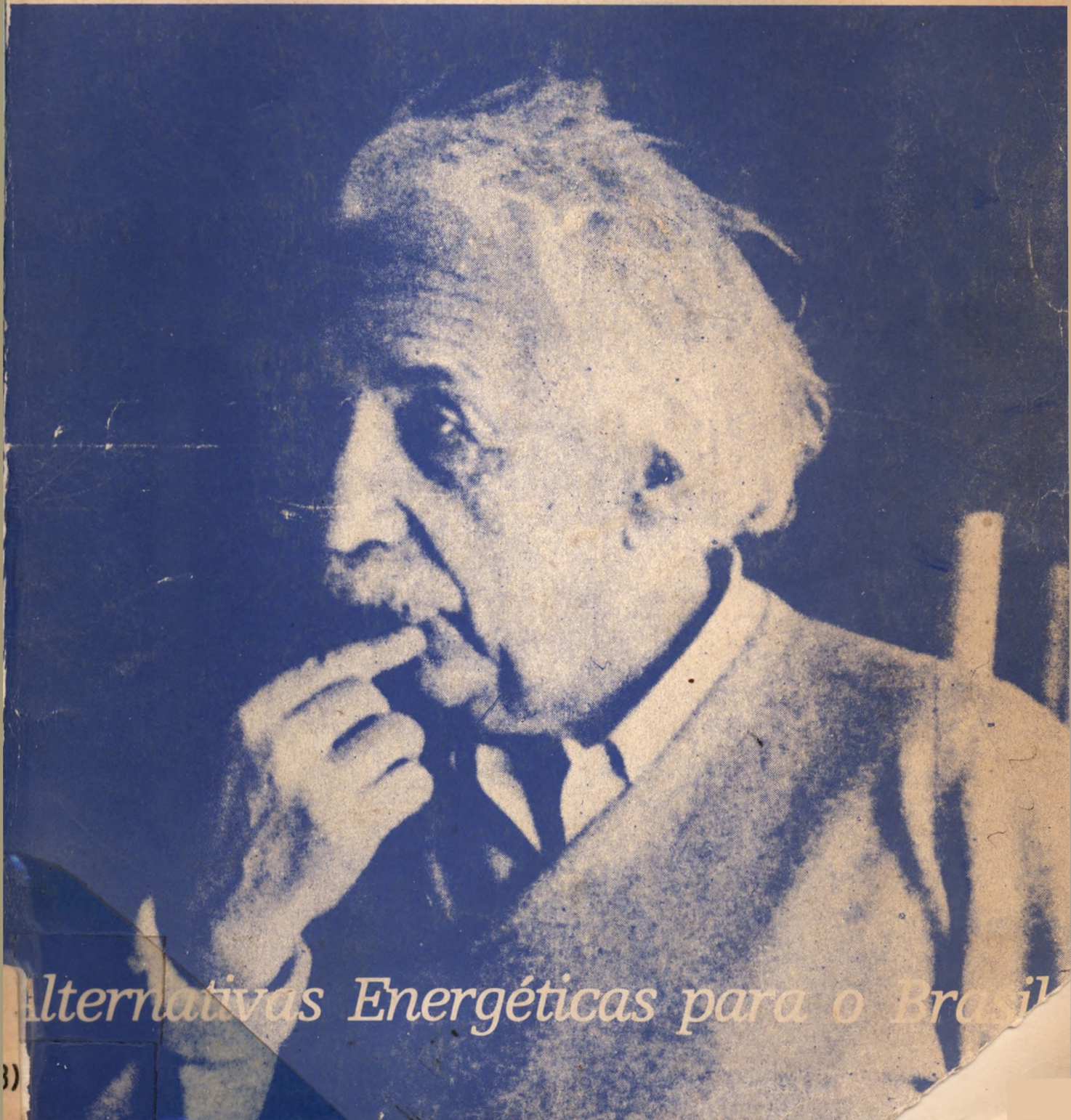




# Encontros da UnB



*Alternativas Energéticas para o Brasil*



## Universidade de Brasília

Reitor José Carlos de Almeida Azevedo

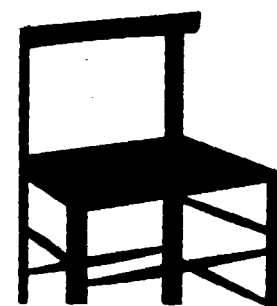
Decano de Extensão Carlos Henrique Cardim

Os "Encontros da UnB" realizados sob a responsabilidade do Decanato de Extensão, pretendem promover, em nível acadêmico, a análise sistemática e o debate qualificado de temas relevantes da atualidade nacional.

Dentro dessa perspectiva acadêmica, tenciona a Universidade de Brasília reunir especialistas, professores universitários, pesquisadores, representantes do governo e da empresa privada e, dessa forma, possibilitar um intercâmbio de idéias, experiências e reflexões sobre a realidade brasileira.

Os "Encontros" têm a seguinte sistemática

- prévia publicação de "Textos de Apoio", com artigos, legislação e estatística sobre o assunto em análise; esses textos serão distribuídos antecipadamente aos participantes e demais interessados;
- cada Encontro constará de seis sessões, com um conferencista e dois debatedores em cada uma delas;
- os resultados dos Encontros serão publicados pela Editora Universidade de Brasília e distribuídos aos participantes e interessados.



# **Encontros da UnB**

## *Alternativas Energéticas para o Brasil*

Documento do "Encontro da Unb" sobre  
Alternativas Energéticas para o Brasil  
realizado pelo  
Decanato de Extensão no  
período de 30 de maio a 2 de junho

**Universidade de Brasília,**  
**1978**







# **Universidade de Brasília**

## **Conselho Diretor da Fundação Universidade de Brasília**

Abílio Machado Filho  
Amadeu Cury  
Antônio Moreira Couceiro  
Aristides Azevedo Pacheco Leão  
Isaac Kerstenetzky  
José Carlos de Almeida Azevedo  
José Carlos Vieira de Figueiredo  
José Vieira de Vasconcelos

Reitor: José Carlos de Almeida Azevedo

## **Editora Universidade de Brasília Conselho Editorial**

Carlos Henrique Cardin  
Charles Sebastião Mayer  
David Gueiros Vieira  
Geraldo Severo de Souza Ávila  
João Ferreira  
José Maria Gonçalves de Almeida Jr.  
Orlando Luiz de Souza Fragoso Costa  
Otaciano Nogueira  
Vamireh Chacon de Albuquerque Nascimento  
Walter Costa Porto

Presidente: Carlos Henrique Cardim

Secretário Executivo: João Paulo Machado Peixoto



## “ENCONTROS DA UnB”

### ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O BRASIL - DOCUMENTO

#### SUMÁRIO

##### Apresentação

Prof. José Carlos de A. Azevedo . . . . . 7

##### Programa

Desenvolvimento Científico Tecnológico e Pesquisas de Novas Fontes de Energia

Dr. Alberto Pereira de Castro . . . . . 9

##### Energia Nuclear

Prof. Oscar Sala . . . . . 30

A Produção de Alcool: situação atual das pesquisas

Prof. Walter Borzani . . . . . 43

##### Xisto: problema de pesquisa

Prof. Claudio Costa Neto . . . . . 80

Alcool, recurso energético renovável e sua contribuição à economia nacional

Dr. Antônio Evaldo Inojosa de Andrade . . . . . 91

Itaipu e o abastecimento da região centro-sul

Engº José da Costa Cavalcanti . . . . . 113





## Documento "Alternativas Energéticas para o Brasil"

### Apresentação

É com satisfação que prefacio esta coletânea de textos apresentados e discutidos no 2º ENCONTRO DA UnB em 1978 - ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O BRASIL. Realizados sob a lúcida orientação do Decano de Extensão, Professor Carlos Henrique Cardim, tais ENCONTROS permitem a reunião nesta Universidade de especialistas para o debate e o estudo de problemas de interesse atual.

É de todos sabido que a humanidade utilizou, desde os primórdios da sua existência, há milhões de anos, até cerca de 1850, a mesma quantidade de energia consumida apenas no ano de 1975. O ritmo de crescimento da demanda estimado em 3 a 5% ao ano e a prevista exaustão das reservas de combustíveis fósseis para as próximas décadas, impõem, pelo menos, duas preocupações. A primeira, de pesquisar novas fontes de energia; nesse particular, a natureza foi dadivosa: a utilização das rochas para a extração de urânio e tório, ou dos mares para a extração de deutério, fornecerão a energia necessária para alguns bilhões de anos, mantido o atual ritmo de crescimento. A outra preocupação se relaciona com o aumento do consumo; na medida em que atingir um pequeno percentual - digamos 1 a 2% - da energia do Sol recebida pela Terra (da ordem de um quatrilhão de megawatt-hora por dia) implicará alterações climáticas que causarão danos irreversíveis a toda forma de vida.

Há outras fontes abundantes de energia a explorar; a mais importante, certamente, é a solar, incluindo-se nessa categoria a da biomassa; há problemas relacionados ao aproveitamento direto da luz solar, em larga escala, sem embargo da tecnologia já existente para sua utilização em pequena quantidade. O mesmo ocorre com outras formas de energia, a dos ventos - também manifestação da energia solar, a das marés e a geotérmica.

No caso brasileiro, as condições parecem ser das mais favoráveis; apesar de importarmos a quase totalidade do petróleo aqui consumido - o que representou no ano de 1977 o elevado custo de 4,2 bilhões de dólares, um pouco menos da metade do que foi gasto no mesmo ano pelo INAMP - não há dúvida de que o aproveitamento adequado da biomassa pode amenizar de vez esse problema; a produção de combustível a partir da cana de açúcar, por exemplo, é altamente promissora e certamente aliviará esse pesado fardo em nossa balança comercial. De tal forma ele é exequível, em termos quantitativos, que o Programa Nacional do Alcool já tende a transformar-se num Problema Nacional do Alcool, tão elevada é a quantidade que pode ser produzida. Sua plena utilização, entretanto, está ainda a exigir esforços dos nossos químicos, engenheiros e agrônomos, uma vez que podemos aproveitar o restilo e o bagaço para a produção de adubos e a indústria de papel. Como se percebe, o problema, em grande parte, situa-se no setor educacional, pois, não temos ainda o elemento humano qualificado. Por outro lado, as pequenas usinas solares, já à venda em países europeus, podem prover o abastecimento de energia em locais distantes, onde o preço do combustível influi substancialmente no custo do transporte.

O Brasil dos próximos anos será caracterizado por decisões que definirão o nosso porvir; se elas forem vacilantes, dúbias ou erradas, fechar-se-ão inexoravelmente as portas de um futuro independente para o nosso povo. Se, entretanto, vierem na hora certa e forem claras, precisas e acertadas, nada obstará nossa passagem ao estágio mais alto de uma nação soberana sob todos os aspectos.

O leitor interessado na solução dessa angustiante questão encontrará, nas páginas que se seguem, valiosas contribuições desses ilustres brasileiros que trouxeram mensagens atuais sobre o problema energético. A todos a UnB agradece pelo alto nível de seus trabalhos.

Participaram do Encontro, como conferencistas, os eminentes cientistas e profissionais: Dr. Alberto Pereira de Castro, Superintendente do Instituto de Pesquisa Tecnológicas de São Paulo ("Desenvolvimento Tecnológico no Brasil e Pesquisa de Novas Fontes de Energia"); Prof. Oscar Sala, da USP e Presidente da SBPC ("Energia Nuclear"); Prof. Walter Borzani, da Escola Politécnica da USP ("A Produção de Alcool: situação atual das pesquisas"); Prof. Cláudio Costa Neto, do Instituto de Química da UFRJ ("O Xisto - Problemas de Pesquisa"); Dr. Antônio Evaldo Inojosa de Andrade, Presidente da Coperflu ("O Alcool, Recurso Energético Renovável e sua Contribuição à Economia Nacional"); Eng<sup>o</sup> José da Costa Cavalcanti, da Itaipu Binacional ("Itaipu e o Abastecimento da Região Centro Sul"). Em decorrência de imprevisto de última hora, não pôde comparecer o Dr. Antônio Carlos Magalhães, Presidente da Eletrobrás, que discorreria o tema "Política de Energia Elétrica".

Os temas foram debatidos pelas seguintes personalidades: Dr. José Carlos Gomes Costa, Secretário de Tecnologia do Ministério de Minas e Energia; Dr. Graccho Costa Rodrigues, da Eletrobrás; Dr. Geraldo José Lins, da Companhia de Energia de São Paulo S. A.; Dr. José Carlos de Almeida Azevedo, da UnB; Cel. Sérgio dos Reis Valle, do Centro Técnico Aeroespacial; Dr. Paulo Belotti, da Petrobrás; Eng<sup>o</sup> Ilnor Canguçu, da Escola Superior de Guerra; Prof. Othon Leonardos Jr., do Departamento de Geociências da UnB; Prof. Roberto Meirelles de Miranda, do Departamento de Engenharia Agrônômica da UnB; Dr. Henrique Brandão Cavalcanti e o Prof. Nelson Ortegosa, também da UnB.

É esta uma das contribuições mais nobres de uma Universidade: congregar ilustres pensadores e homens públicos na discussão de problemas que afetam a humanidade e nosso país de maneira particular — sem perderem-se em questiúnculas irrelevantes ou sectárias — voltados apenas para a essência das questões fundamentais. Não pode haver compromisso maior que o de contribuir para o bem estar das gerações vindouras, preocupação básica da série "Encontros da UnB".

José Carlos de Almeida Azevedo  
Reitor



# **DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO NO BRASIL E PESQUISA DE NOVAS FONTES DE ENERGIA**

DR. ALBERTO PEREIRA DE CASTRO  
DIRETOR SUPERINTENDENTE I.P.T. (SÃO PAULO)

## **I. INTRODUÇÃO**

No seu clássico trabalho, "A Study of History", Toynbee demonstra que o progresso dos povos, aí incluindo-se mesmo a criação de uma nova civilização, deveu-se sempre, ao longo da história, ao surgimento de adversidades ou pressões que constituíssem verdadeiros desafios para esses povos e os obrigassem a procurar respostas para esses desafios. Toynbee demonstra que, ao contrário do que se poderia supor, os povos não progridem quando as condições naturais e políticas são tão amenas que os permitem manter o seu estilo de vida. Por outro lado, em muitos casos da história, povos sucumbiram diante de desafios, seja por mera fraqueza física, seja por não terem identificado a natureza do desafio. (A Study of History by Arnold J. Toynbee - Abridgment of Volumes I - VI by D. C. Sommervell, Oxford University Press - 1947).

Sob esse ponto de vista, estou convencido de que o atual "desafio da crise energética", constitui uma pressão capaz de mobilizar o País, na procura de uma resposta que o leve à sua independência em matéria de energia.

A crise energética, profetizada desde há tempos por muitos, prenunciada nas dificuldades de 1968, instalou-se oficialmente em 1973, quando os países da OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) decidiram subir drasticamente os preços dos seus fornecimentos. O Quadro I mostra, em termos de dólar constante (US\$ dólar de 1977), e em termos de porcentagem das nossas importações e exportações o que representou a crise para a nossa balança de pagamentos, e portanto para a nossa economia. Os resultados imediatos foram o recrudescimento da inflação interna e a diminuição da taxa de crescimento da economia.

## QUADRO I

### IMPORTAÇÃO PETRÓLEO

ANO	x 1.000 toneladas	x 1 milhão US\$ de 1977	US\$ de 1977 por tonelada	% sobre importações totais	% sobre exportações totais
1966	11.300	250	21,8	10,0	7,3
1967	10.600	210	19,4	7,8	6,8
1968	12.500	250	19,7	7,5	7,3
1969	13.400	250	18,6	7,5	6,4
1970	15.800	270	17,3	7,0	6,3
1971	18.700	380	20,3	7,8	8,6
1972	22.900	500	21,8	8,1	8,6
1973	32.100	840	26,2	9,8	9,8
1974	32.700	3.180	97,3	20,3	32,2
1975	34.600	3.050	88,2	21,9	30,8
1976	40.100	3.700	92,3	28,2	34,3
1977	40.000	3.660	91,4	30,5	30,3

Hoje, passados já cinco anos do impacto inicial, não se pode dizer que o País tenha reagido de uma maneira global, numa mobilização total para enfrentar o desafio; entretanto, durante esses cinco anos, a convicção de que o País está, de fato, enfrentando um dos sérios desafios da sua história e, o que é mais importante, de que ele encontrará, dentro de si mesmo, as forças morais, científicas, técnicas e a base de recursos naturais necessárias para uma cabal resposta, permeou todas as camadas da nossa população. Contribuições e sugestões despontam dos mais variados escalões, podendo-se afirmar que o País está preparado para forjar um plano de independência energética e a lutar por ele. E para esta luta estão convocados, para a linha de frente, todos os pesquisadores que trabalham nas universidades, nas instituições de pesquisa e nas empresas industriais; deles é a iniciativa na maior parte dos combates a serem travados.

Nesta luta, os achados e os desenvolvimentos alcançados nos outros países são importantes, porém, não podem ser simplesmente transportados para cá, porque, como observou Dr. Luiz C. Corrêa da Silva, "O Brasil é um País energeticamente não convencional", no sentido de que a nossa distribuição de fatores naturais, assim como as nossas necessidades energéticas, diferem em aspectos fundamentais das dos outros países.

Alguns aspectos gerais da campanha já começam a se delinear, e podem ser resumidos da seguinte maneira:

1. A procura da independência energética do País, deverá ser pluralista, no sentido de que, dentro do horizonte científico atual, dificilmente, uma só fonte de energia poderá vir a atender à diversidade da demanda; deve-se, portanto, pesquisar e desenvolver o maior número de alternativas promissoras.
2. Dada a grande diversidade dos recursos naturais do País, de Norte a Sul, de Leste a Oeste, é necessário dar-se grande atenção à possibilidade de soluções regionais válidas. Também deve-se dar atenção às características regionais de consumo; assim, por exemplo, soluções válidas para as regiões Oeste e Norte do País, em vias de ocupação, podem ser completamente diferentes das adequadas para o Centro-Sul industrializado.

3. No sentido de acelerar o processo, as linhas de investigação devem ser múltiplas na fase de pesquisa, quando serão explorados concomitantemente os mais variados conceitos alternativos; evidentemente, nas fases seguintes de desenvolvimento, de demonstração de processo e de usina piloto, as soluções alcançadas na fase pesquisa passarão por uma seleção gradativa, somente as economicamente viáveis alcançando a etapa final e se candidatando à multiplicação industrial.
4. Os esforços de "conservação de energia" devem merecer uma prioridade extremamente alta; o desenvolvimento da economia industrial moderna baseou-se em preços decrescentes de energia, no largo período que vai do meio do século passado até o ano de 1973, e a reversão desta tendência só não causará sérios traumas no ritmo do nosso desenvolvimento econômico se acompanhada de uma drástica redução do consumo energético específico dos bens e serviços produzidos.

## II. ASPECTOS GLOBAIS DO "DESAFIO ENERGÉTICO"

As 99 milhões de "toneladas equivalentes de petróleo" que o País requereu, para o seu suprimento energético, em 1976, foram abastecidas, em números redondos da forma indicada no Quadro II.

### QUADRO II

Suprimento energético em 1976

TOTAL: 99 milhões de TEP

Energia elétrica . . . . .	25%
Lenha + bagaço + carvão vegetal . . . . .	29%
Carvões fósseis . . . . .	3,5%
Derivados de petróleo . . . . .	42%

A quase totalidade da energia elétrica foi gerada por usinas hidráulicas e a pequena dependência que o setor ainda tem de petróleo importado pode ser superada sem maiores dificuldades, como veremos adiante; ainda mais, a expansão da produção elétrica basear-se-á, a curto e médio prazo, no nosso potencial hidráulico, passando, a longo prazo, a ser dependente da energia nuclear.

O País é dependente da importação de carvões fósseis, para o coque necessário para os seus grandes altos fornos, e apesar das reservas mundiais de carvões coqueificáveis não fazerem supor uma crise de suprimento eminente, a dependência do País deste material estratégico é preocupadora e esforços devem ser aplicados tendo em vista a sua substituição.

A nossa crise atual, portanto, é essencialmente uma crise de derivados de petróleo, ou melhor, de petróleo, já que temos as refinarias; mesmo se quisermos também incluir os carvões coqueificáveis importados, podemos dizer que defrontamos, no Brasil, com uma "crise de hidrocarbonetos", e não uma crise energética.

As perspectivas mundiais de suprimento de petróleo são extremamente sombrias. Andrew R. Flower (Scientific American, Março de 1978) reporta conclusões de um longo estudo internacional (2 anos de duração) o Workshop on Alternative Energy Strategies, dirigido pelo MIT, com a participação de especialistas de 15 países. Dois "cenários" foram estabelecidos para a taxa de aumento anual da demanda de petróleo: um, o "High Econo-



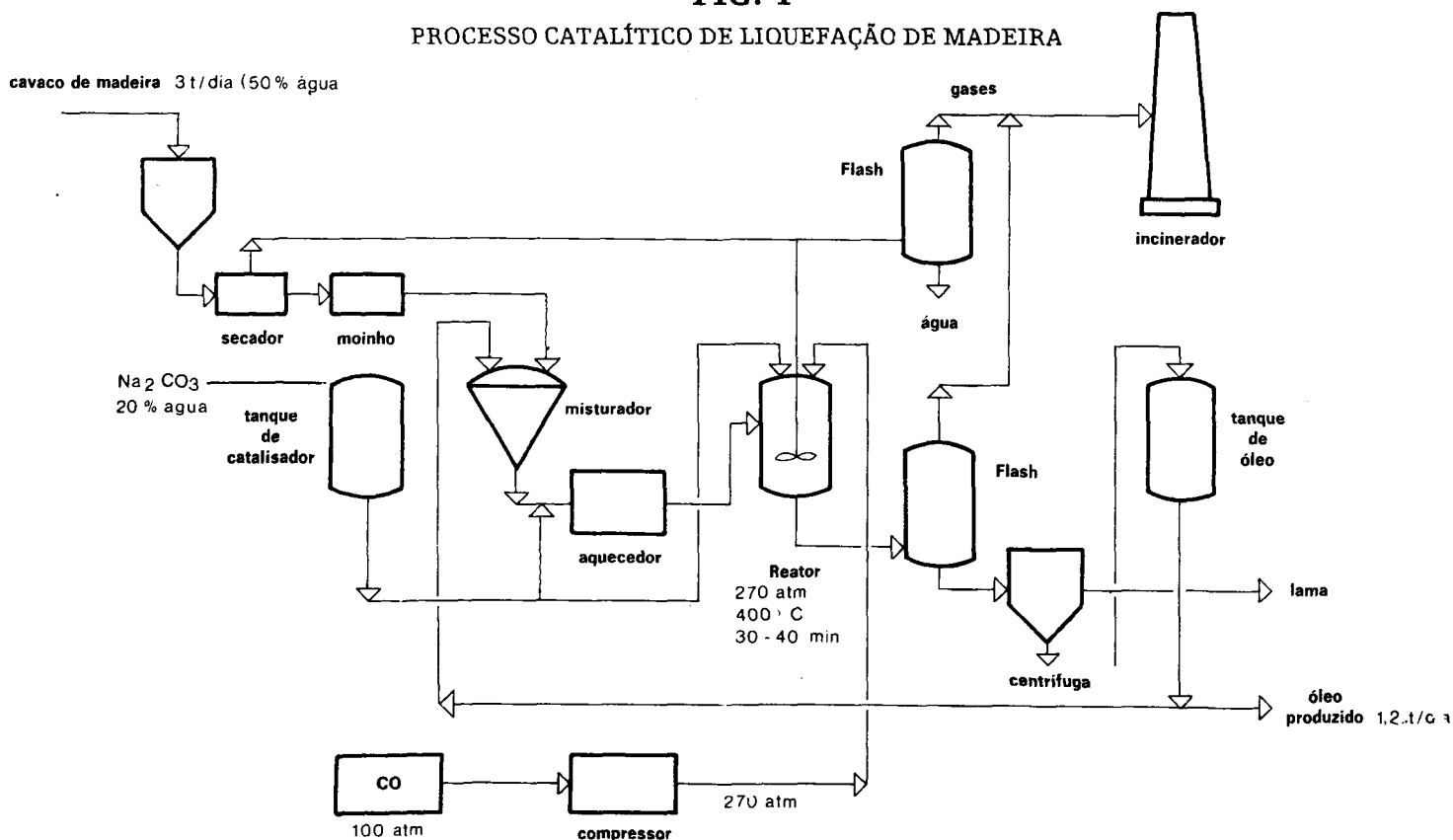
mic Growth", que prevê um crescimento do consumo a taxa de 3,6% ao ano até 1985 e, daí por diante, uma taxa de 2,6%; o outro o "Low Economic Growth", em que a taxa até 1985 seria de 2,5% ao ano, caindo daí em diante para 1,8%. É feita uma avaliação da possibilidade do aumento de produção acompanhar a demanda. No cenário "High Economic Growth", o crescimento da produção deixará de atender a demanda entre 1990-1997 e, no segundo cenário, entre 1994-2004; em ambos os casos, a produção entrará em rápido decréscimo. Isto se os países produtores não aplicarem restrições, no sentido de prolongarem a vida dos seus campos de petróleo; introduzindo esta possibilidade, o estudo conclui que aquelas datas ficarão recuadas para 1981-1988 e 1983-1988, o decréscimo subsequente da produção sendo muito mais suave. O Canadá já notificou os Estados Unidos da sua decisão de aplicar restrições.

Não é absurdo prever-se que a aproximação desses períodos críticos seja acompanhada por graves comoções na economia mundial e, neste caso, se se positivarem as perspectivas otimistas de algum achado mais significativo na plataforma continental brasileira, o País poderá atravessar mais tranqüilo por este período de provação, tendo tempo para, gradualmente, introduzir as substituições necessárias.

Por outro lado, convém lembrar que existem possibilidades teóricas de um prolongamento substancial dos campos de petróleo e existem pesquisas em andamento para alcançá-lo. Pelos métodos correntes, extraí-se, em média, de um campo de petróleo somente 25% do petróleo nele contido; a aplicação dos métodos secundários e terciários de recuperação aumentaram, nos Estados Unidos, a extração até 32% e não é impossível que métodos quaternários e quinquenários de recuperação venham aumentar de muito a produção dos campos. Nas previsões do Workshop acima citadas, foi considerado que se atingiria uma recuperação média mundial de 40%. No Brasil, a Petrobrás e um grupo da COPPE estão pesquisando a linha de recuperação.

FIG. I

PROCESSO CATALÍTICO DE LIQUEFAÇÃO DE MADEIRA



### III. POSSIBILIDADES DE SUBSTITUIÇÃO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Em primeiro lugar, existem pesquisas e desenvolvimentos bastante avançados no sentido de se substituir o petróleo por um "petróleo sintético", o "Syn crude" dos americanos; neste caso, feitas as adaptações necessárias nas refinarias, daí seguiriam, pelos canais comuns de distribuição, os derivados de petróleo, tal como nós hoje os conhecemos. Nos Estados Unidos, estão em estado de usina piloto vários conceitos para a produção de petróleo sintético a partir do carvão e, na África do Sul, há muito que existe uma planta comercial em funcionamento; no Brasil, que eu saiba, nenhuma instituição de pesquisa ou empresa está trabalhando em profundidade nesta linha.

Uma outra possibilidade é a do petróleo sintético a partir do xisto betuminoso. Já houve, no passado, produção em escala comercial destes sintéticos (Suécia, Mandchuria, etc.); no momento a Petrobrás tem uma usina piloto em São Mateus e caminha para a realização da primeira usina em escala comercial.

Um terceiro caminho é o da produção de petróleo sintético a partir de biomassa, por reação a alta pressão e temperatura com CO, hidrogênio, ou ambos. A pesquisa original foi feita por um grupo do Bureau of Mines, e o Department of Energy do governo americano já construiu uma usina de demonstração de processo, instalada em Albany, Oregon. A Figura I demonstra as linhas gerais do processo.

As outras alternativas de substituição objetivam substituir determinados derivados do petróleo, e são, portanto, mais específicas quanto aos setores de uso da energia. Vamos rever rapidamente algumas dessas possibilidades, tendo em vista a situação no Brasil. Nesta revisão, serão incluídas também as possibilidades alternativas para a geração da energia elétrica, embora, como foi dito acima, a dependência deste setor energético para com os derivados de petróleo é pequena, no Brasil.

O emprego de derivados de petróleo por setores de uso, no Brasil, são em números redondos, apresentados no Quadro III.

#### QUADRO III

Setores de uso de derivados de petróleo

TOTAL, em 1976 ... 46.218.000 ton

Geração de energia elétrica . . . . .	6%
Nafta para gás de rua + GLP . . . . .	7%
(essencialmente cozinha doméstica)	
Transporte (óleo diesel + gasolina) . . . . .	50%
Aquecimento industrial . . . . .	30%
Indústria petroquímica . . . . .	7%

## A) ALTERNATIVAS PARA ENERGIA ELÉTRICA

- USINAS REVERSÍVEIS
- GERAÇÃO DE HIDROGÊNIO POR ELETRÓLISE
- MINIPOTENCIAIS HIDRELÉTRICOS
- ENERGIA DO MAR: USINAS MARÉ-MOTRIZES, POTENCIAL TÉRMICO DE PROFUNDIDADE, ENERGIA DAS ONDAS
- ENERGIA EÓLICA
- ENERGIA SOLAR DIRETA
- GASOGÊNIOS A LENHA

## A) ALTERNATIVAS PARA ENERGIA ELÉTRICA

- **Usinas reversíveis** – *A Figura II* ilustra esquematicamente o conceito de usina reversível, isto é, uma usina que funciona como casa de bombas, recalcando água para um reservatório alto, nas horas de pouca demanda de energia elétrica e como geradora de energia, nas horas de máxima demanda. A curva de demanda de eletricidade numa região como a da Grande São Paulo apresenta picos sazonais, picos semanais e picos diários, sendo que o "fator de carga" é próximo a 0,50. Um conjunto de usinas reversíveis localizadas próximos aos grandes centros de consumo, poderia melhorar esse "fator de carga", aumentando de muito o aproveitamento da capacidade instalada de geração e das grandes linhas de transmissão; uma usina reversível devolve 2/3 da energia empregada para o recalque, de maneira que um sistema gerador, trabalhando para um mercado com 0,50 de fator de carga poderá atender a uma demanda total muito mais alta, se fizer um uso efetivo de usinas reversíveis, o que corresponde a um aumento virtual da sua capacidade de geração.

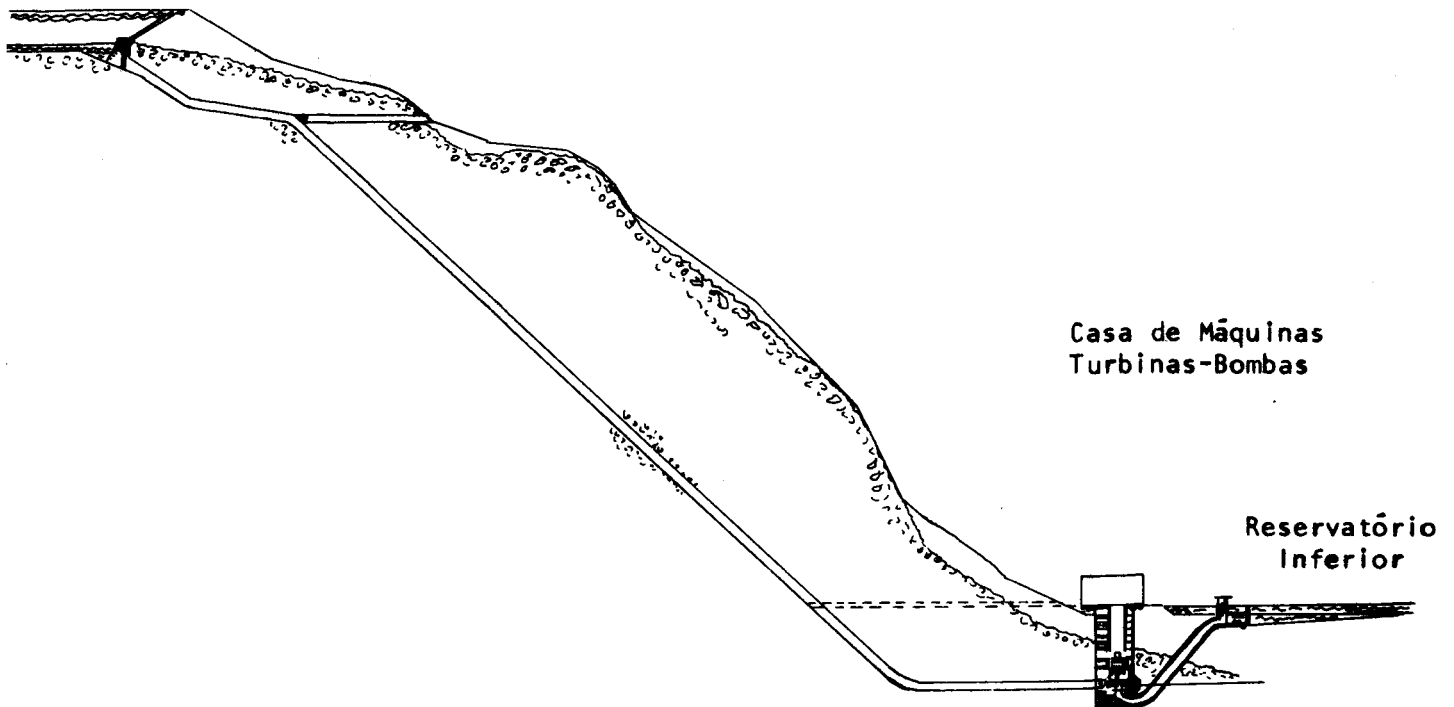
O IPT, em trabalho conjunto com a CESP, identificou na região de interesse do Grande São Paulo cerca de 15 posições que corresponderiam a custos baixos de implantação para usinas reversíveis com potência instalada de 30 milhões de quilowates; em particular, foi proposto um "projeto piloto", o "Projeto Pincos", na região de Bragança, a 50 km da capital, que corresponderia a uma usina de 1.300 mil quilowates, em condições extremamente favoráveis para a sua implantação.

- **Geração de hidrogênio por eletrólise** - Um conceito também em estudo é o da geração de hidrogênio por eletrólise, durante as horas de baixa demanda; posteriormente, nas horas de pico de demanda este hidrogênio geraria energia elétrica através de uma "fuel cell". O hidrogênio dificilmente garantiria um recuperação de energia útil da mesma ordem que uma usina reversível; entretanto, ele teria as vantagens de: (i) poder ser usado para outros fins energéticos e (ii) ainda no domínio da pesquisa, porém considerada conceitualmente possível, está a foto-eletrólise, que permitirá a eletrólise da água com a energia solar, gerando hidrogênio que se somaria ao gerado por eletrólise, dando origem a um farto suprimento de hidrogênio que poderia ser usado para geração de eletricidade, como fonte térmica, e até como elemento de propulsão de motores. O hidrogênio é facilmente transportável em gasodutos e o seu armazenamento em recipientes criogenicos corresponde a tecnologias já desenvolvidas. No Brasil, a UNICAMP, o Instituto de Física de São Carlos e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, tem projetos de pesquisa sobre a produção e o uso do hidrogênio. Na minha opinião, o conceito de usina reversível está mais maduro e provavelmente será usado antes do conceito da



**URH**  
**USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS**  
**Reservatório de energia**

Reservatório Superior = Estoque de energia (água bombeada para cima)



A água é utilizada como fluido de trabalho pela UHR.

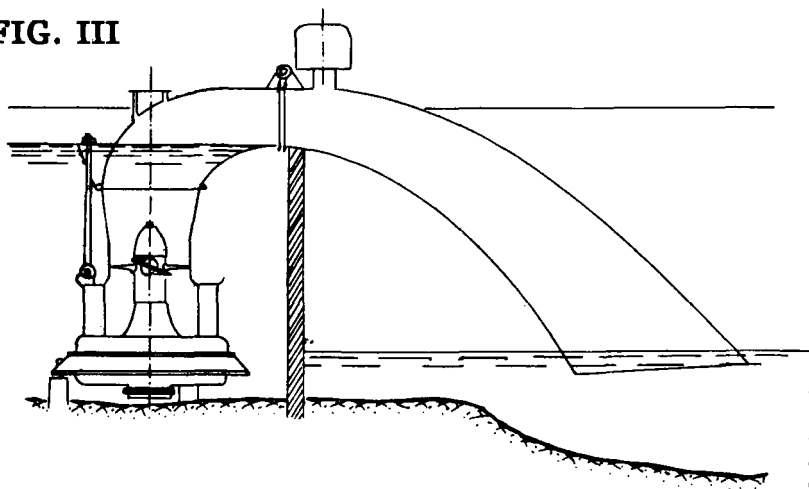
[O rendimento do processo de armazenamento de energia pode chegar a 72%. Correntemente, 3 kwh de energia secundária se transformam em 2kwh na hora de pico].

eletrólise; entretanto os estudos e pesquisas sobre o uso do hidrogênio como veículo energético devem ser incentivados, pois ele apresenta grandes possibilidades para o futuro.

- **Mini potenciais hidroelétricos** — No Brasil, como em outras partes do mundo, a atenção das companhias de eletricidade concentraram-se antes no aproveitamento dos grandes potenciais; entretanto, como mostraram estudos levados a efeito no IPT pela equipe liderada pelo Eng<sup>o</sup> José Luiz de Almeida Nogueira Junqueira Filho, o *potencial representado pelas pequenas quedas é pelo menos na região Centro-Sul do País, igual ou maior do que o potencial dos grandes aproveitamentos.*

O problema de utilização econômica desses mini potenciais está preso ao modo de captá-los; no caso dos grandes potenciais, as turbinas, os geradores e as obras locais são desenhados de acordo com as condições de aproveitamento ótimo, caso por caso, enquanto que, para os mini potenciais, o seu aproveitamento econômico dependerá de um estudo tipológico da região, seguida de uma padronização dos modos de aproveitamento, de maneira a ser possível a *produção seriada dos equipamentos necessários, com um mínimo de adaptação de projeto a ser feito no local. Seriam, por assim dizer "usinas pré-fabricadas"*. A Figura III mostra exemplo de mini usina para baixa queda. Os estudos de tipologia continuam, no IPT e, até agora, distinguiram-se duas famílias de tipos: a família "Mantiqueira", com quedas mais altas e volumes relativamente mais baixos e a família "Paraná", com quedas mais baixas, da ordem de 5 - 50 metros, porém com volumes maiores. Note-se que estamos falando aqui de aproveitamentos da casa de milhares de quilowates - Abaixo das "mini-usinas", existirão também as "micro-usinas", voltadas estas para o atendimento de uma só propriedade. O número de problemas a serem resolvidos é muito grande, o maior deles sendo o de como ligar as mini-usinas a uma rede central, de muita responsabilidade. Por outro lado, também, vão aparecendo vantagens não esperadas; uma delas e talvez a mais importante, é que os represamentos necessários para as mini-usinas formarão uma proteção efetiva contra o assoreamento que ameaça as grandes represas das nossas grandes usinas hidrelétricas, situadas a jusante. A atitude presente dos diferentes países do mundo quanto ao conceito das mini-usinas é bastante variável; parece, por exemplo, que a tendência prevalecente nos Estados Unidos é a de reativar pequenos aproveitamentos que foram paralizados com o surgimento das grandes linhas de transmissão; na França, na Suíça, e em outros países da Europa Central, esgotados os grandes aproveitamentos, parece que a tendência é a de aproveitar, pela produção em série do equipamento, as pequenas quedas, e, se nós não andarmos depressa, correremos o risco de ter de pagar "royalty" por uma solução desenvolvida para os cursos d'água europeus, mal adaptada para a nossa realidade física. Uma palavra só em favor das micro-usinas; eu ví, no Município de Jaguará, no Estado de Goiás, há quarenta anos atrás, uma pequena turbina cujo rotor era esculpido em aroeira, e que satisfazia as necessidades elétricas de uma fazenda; ví, também, ao longo desses quarenta anos, fábricas de micro-turbinas serem fechadas porque todas as possibilidades de financiamento passaram a incentivar a ligação das pequenas cargas rurais às grandes redes. Talvez seja o momento de começarmos a pensar que o progresso de hoje será mais útil na medida em que ele se some, em vez de destruir, o progresso alcançado ontem.

FIG. III



Arranjo em sifão de uma mini-usina de baixa queda. A simplicidade das obras civis e o equipamento padronizado a nível de instalações e a nível de componentes podem viabilizar o aproveitamento de cerca de 200 milhões de Kw.

– **Energia do mar: usinas maré-motrizes, aproveitamento do diferencial térmico do mar e energia das ondas** – São conceitos que se aplicam a soluções regionais, mas, que nem por isso, devem ser desprezados. As possibilidades de altas marés são geograficamente muito restritas e, pelo que sei, aplicáveis somente a certos locais do Maranhão e do Território do Amapá. O aproveitamento do diferencial térmico vem sendo pesquisado no Brasil pelo Almirante Álvaro Moreira e a sua equipe do Instituto de Pesquisas da Marinha em Cabo Frio. Para o Brasil tropical, a começar da Guanabara, trata-se de conceito muito importante e que deve ser incentivado, mesmo porque os países que tem os seus mares frios vão gastar menos esforços neste desenvolvimento. Nas regiões tropicais, o diferencial térmico entre a superfície e as camadas profundas é constante durante o ano, sem variações sazonais ou diurnas, e isto faz com que este tipo de energia, indiretamente derivada da energia solar, apresente um interesse particular. Por outro lado, o aproveitamento da energia das ondas oferece, na minha opinião, um exemplo de caso em que, apesar de muitos aspectos contrários, várias nações do mundo continuam a investir recursos para o seu desenvolvimento; trata-se de um potencial energética que, também, é razoavelmente independente de variações sazonais ou diurnas, entretanto a revista Science Dimensions, do Conselho de Pesquisa do Canadá, que é um dos países que está empregando esforços neste desenvolvimento, chama a atenção, no seu nº 5 de 1976, para alguns dos problemas encontrados; assim por exemplo, as estimativas mais otimistas atuais estão prevendo um custo de aproveitamento da casa de 1.600 dólares por quilowate, porém, apesar disto a pesquisa continua! No Brasil, diante da riqueza tropical de alternativas, existe um forte perigo de se abandonar prematuramente o desenvolvimento de um conceito como o acima.

– **Energia eólica** – É outra alternativa, de grande interesse para soluções regionais. Desde os primeiros estudos para o aproveitamento do médio vale do Rio São Francisco, que os observadores chamavam a atenção para os ventos ali permanentes, cuja energia poderia ser empregada para projetos de irrigação; também os constantes ventos das costas do Nordeste estão a sugerir o seu aproveitamento. No Brasil o CTA tem projetos neste campo, apoiado pela Eletrobrás.

**Energia solar direta** – A promessa, no momento, é a de substituir a eletricidade no aquecimento da água doméstica, aliviando o pico de demanda da tarde, que parece coincidir com a hora em que milhares de chuveiros elétricos são ligados em todo o País. O efeito foto elétrico já é aproveitado para pequenos usos elétricos, em condições difíceis de suprimento e promete, no futuro, vir a ser um dos grandes geradores de energia. No Brasil, há vários centros de pesquisa em energia solar, aí destacando-se a UNICAMP, a Universidade do Paraíba e o CETEC de Minas. O IPT, por encomenda do Governo de São Paulo, está implantando um projeto do tipo multi-familiar, para atender uma creche; neste projeto, há a participação efetiva da indústria interessada no assunto.

– **Recursos florestais – Gasogênios a lenha** – O IPT está colaborando com a CESP, na implantação de usinas térmicas para ponta de linha, baseadas no emprego de gás, produzido em gasogênio a lenha, em motores de gás pobre.

## B) ALTERNATIVAS PARA O SUPRIMENTO DE GÁS

- SUBSTITUTOS DE GÁS NATURAL – GASEIFICAÇÃO DE CARVÕES, XISTOS E BIOMASSA
- DIGESTÃO ANAERÓBICA DE BIOMASSA

### ALTERNATIVAS PARA O GÁS DOMÉSTICO

- **Gaseificação – carvões fósseis, xistos pirobetuminosos e biomassa** – Ao lado da linha de desenvolvimento, acima citada, da liquefação do carvão para produzir “syncrudes”, existem também experiências em andamento no mundo em torno da produção de um gás que substituisse os gases naturais – os SNG. Os conceitos de “primeira geração”, baseados em tecnologia já conhecida, prevêm a produção, em gasogênio apropriado, de um gás de síntese, o qual seria posteriormente transformado em metano. Os conceitos de “segunda geração”, em estudo presentemente em escala piloto, visam uma hidrogenação muito intensa dos carvões, elevando assim a relação H:C, até terem-se hidrocarbonetos gasosos. Os SNG objetivam evidentemente atender mais do que o mercado doméstico e são do interesse dos países que, como os Estados Unidos, tem uma forte fração da sua indústria acoplada a uma rede de gasodutos de gás natural. No Brasil a Petrobrás estuda a viabilidade econômica de soluções da primeira geração, para o aproveitamento dos carvões pobres do Sul. Os xistos pirobetuminosos também se prestam à produção de SNG por hidrogenação e o IPT vem explorando com o Institute of Gas Technology a viabilidade de um processo de hidrogenação que tornasse possível o aproveitamento dos xistos do Vale do Paraíba, de umidade extremamente elevada para a retortagem. Os processos de “primeira geração” prestam-se também à conversão da madeira e de outras formas de biomassa e o IPT espera que, das experiências com os geradores termoelétricos que estão sendo levados a efeitos para o CESP, resultem números de custo e rendimento da produção de gás de síntese a partir de madeira, os quais servirão para justificar projetos nesta direção.

**Digestão anaeróbica de biomassa** – A produção de um gás rico, contendo cerca de 70% de metano e 30% de dióxido de carbono, com um poder calorífico da ordem de 6.000 calorias por metro cúbico, é fato conhecido há cerca de 100 anos. O seu aproveitamento foi tentado com relativo sucesso e, no momento presente cresceu de interesse dando origem aos mais variados projetos de pesquisa e desenvolvimento. Estes se distinguem, quer quanto ao tipo de biomassa a ser empregada, quer quanto a variáveis de processo, com a intenção de acelerar a digestão que é, em condições naturais, muito lenta. Alguns exemplos de diferentes biomassas em estudo no Brasil são: esterco animal e rejeitos agrícolas (CETEC de Minas Gerais); lixo urbano e lodo de esgoto (IPT de São Paulo); Aguapé (UNICAMP e Instituto de Pesquisa da Marinha). O projeto de pesquisa mais espetacular foi o proposto pela CalTec – Uma gigantesca plantação de algas marinhas do gênero Kelp, em um quadrilátero no Pacífico de cerca de 200 milhas de lado, indo, do lado da costa, de S. Diego até S. Francisco. As algas ficariam presas numa rede de cabos de plástico e as águas superficiais seriam fertilizadas pelo bombeamento de águas profundas, feito com o aproveitamento da energia das ondas. Esta “plantação” daria energia, sob a forma de metano, para suprir todas as necessidades dos Estados Unidos e, além disso, se constituiria na maior criação de peixes do mundo! O projeto está saindo da sua fase exploratória, que conta com o suporte do Department of Energy. O Brasil possui algas Kelp, numa extensa faixa, do Cabo Frio para o Norte e deve, portanto, acompanhar de perto o projeto da CalTec. Quanto às variáveis de processo, a Universi-

dade de Illinois tem uma experimentação subvencionada pela ERDA, referente ao desenho dos digestores e a Universidade de Stanford tem um projeto de estudo de pré-tratamentos da biomassa.

### **C) ALTERNATIVAS PARA OS COMBUSTÍVEIS DOS TRANSPORTES**

#### **(GASOLINA E ÓLEO DIESEL)**

- ÁLCOOL MOTOR
- ÓLEOS VEGETAIS
- ÁLCOOL METÁLICO
- ACETONA/BUTANOL OU BUTANOL/ISOPROPANOL
- METANA
- VEÍCULOS ELÉTRICOS COM BATERIA RECARREGÁVEL

### **C) ALTERNATIVAS PARA OS COMBUSTÍVEIS DOS TRANSPORTES (GASOLINA E ÓLEO DIESEL)**

- **Álcool motor** – O assunto é por demais conhecido, para demandar uma exposição aqui. São também conhecidos os notáveis trabalhos no INT, sobre o álcool da mandioca e os importantes trabalhos do CTA na adaptação dos motores. O IPT também abordou alguns aspectos relativos à produção e ao uso do álcool, quando passou a desenvolver, por iniciativa do Governador do Estado, conceitos de mini-destilarias que venham a possibilitar a auto suficiência de pequenas comunidades rurais ou fazendas. O projeto que conta com a participação da Escola Luiz de Queiroz, de Piracicaba, está apresentando aspectos de desafio, pois está obrigando ao desenvolvimento de verdadeiros conceitos de tecnologia apropriada. A “mini-destilaria” está sendo montada em Piracicaba. Prevendo o uso álcool nos motores diesel dos tratores e dos caminhões agrícolas, o IPT passou a estudar, com a colaboração da indústria auto-motiva, aditivos que melhorassem o índice de cetano do álcool; estão em avaliação, como aditivos, óleos vegetais, especialmente o óleo de mamona, e produtos químicos, entre os quais o nitrato de ciclohexila.

Apesar de tudo o que já foi feito, no Brasil e no exterior, sobre a produção de álcool, ainda muito resta por fazer. O IPT, com o apoio dos Professores Walter Borzani e Fernando Augusto Tavares, fez um levantamento de pontos a serem pesquisados, na indústria do açúcar e do álcool, para o que visitou 145 usinas, nas mais diversas regiões do País, entrevistou os fabricantes de equipamento para a indústria açucareira e convidou, além dos Departamentos de Engenharia Química da USP, pesquisadores da Escola Mauá, da FEI, do ITAL e da ESALQ. Em torno dos pontos identificados como mais importantes, foram planejados 28 projetos, os quais foram apresentados para financiamento ao FIPEC, sendo que este já manifestou a sua intenção de dar apoio a um primeiro grupo de projetos.

A produção de álcool a partir da celulose hidrolisada continua a atrair a atenção de muitos grupos de pesquisa; no Brasil, o ITAL e o CETEC estão levando a cabo experimentos nesta linha e, nos Estados Unidos, a Universidade da Califórnia e a General Electric estão pesquisando o assunto. A linha da G. E. é particularmente interessante por que se baseia na degradação da linhina por um fungo, seguido de uma mistura de culturas que simultaneamente faz a hidrólise da celulose e produz o álcool.

- **Óleos vegetais** – Dentro do mesmo conceito de auto suficiência de comunidades rurais, e também por determinação do Governador do Estado, o IPT está experimentando óleos vegetais em substituição ao óleo diesel. Neste projeto, o IPT conta com a colaboração do ITAL, de Campinas. Os resultados parciais são bastante interessantes e parecem indicar que uma fazenda que se dispusesse a plantar umas duas dezenas de hectares de oleaginosas e a adquirir um equipamento de extração simples poderia ser auto-suficiente quanto a combustíveis para os seus tratores e caminhões.
- **Álcool metílico** – Pode ser produzido a partir de gás de síntese derivado tanto de carvões fósseis, quanto de madeira.
- **Acetona-butanol e butanol-isopropanol** – Até a década dos 40, a primeira das duas misturas era produzida industrialmente por fermentação e constituía a base da indústria de solventes. Após o desenvolvimento da indústria petroquímica, o processo de fermentação entrou em decadência. Entretanto, ambas as misturas são indicadas para combustível de motores; esta possibilidade ainda não despertou o interesse dos nossos pesquisadores, porém a Universidade de Pennsylvania tem um projeto de pesquisa para a produção da primeira mistura, a partir de resíduos celulósicos, os quais são previamente sujeitos ao ataque das enzimas hidrolizantes do *Thermoactinomyces*. Trata-se de interessante possibilidade, a qual poderá inclusive, com algum tratamento posterior, dar origem a um "Substituto de LPG".
- **Metana** – A metana, mais acima mencionada seria um gás indicado para motores de explosão; entretanto como só se liquefaz a temperatura muito baixa, obriga a adaptação nos veículos de pesados cilindros de alta pressão (150 atm). Existe, entretanto a possibilidade de armazená-la a pressões mais baixas (da ordem de 20 atm) e em quantidades razoáveis, em recipientes cheios de certos zeólitos. O IPT está explorando este conceito, com a colaboração do Departamento de Engenharia Química da USP. Prevê-se que a carga de zeólitos tenha um peso excessivo para um carro de passeio, porém tolerável para um caminhão ou ônibus.
- **O veículo elétrico, com bateria recarregável** – Este conceito já é aplicado para frotas de entrega urbana, em algumas cidades européias, ainda usando as baterias de primeira geração, de chumbo e ácido. Existem inúmeros grupos pesquisando baterias de segunda geração, mais eficientes com relação ao peso próprio, e é de se prever que, pelo menos para o uso urbano, o carro elétrico será um importante meio de transporte. Ele apresenta vantagens adicionais quanto aos níveis de ruídos e de emissão de gases:



## **D) ALTERNATIVAS PARA ÓLEO COMBUSTÍVEL NAS INDÚSTRIAS**

### **MÉTODOS EFICIENTES PARA A QUEIMA DOS CARVÕES DO SUL**

- MÉTODOS EFICIENTES DE QUEIMA DE LENHA
- GASOGÊNIOS A LENHA; PODER CALORÍFICO MÉDIO/ALTO DO GÁS
- RECUPERADORES E REGENERADORES DE BAIXO PREÇO
- QUEIMADORES DE CARVÃO VEGETAL PULVERIZADO
- USOS DIRETOS DA ENERGIA SOLAR

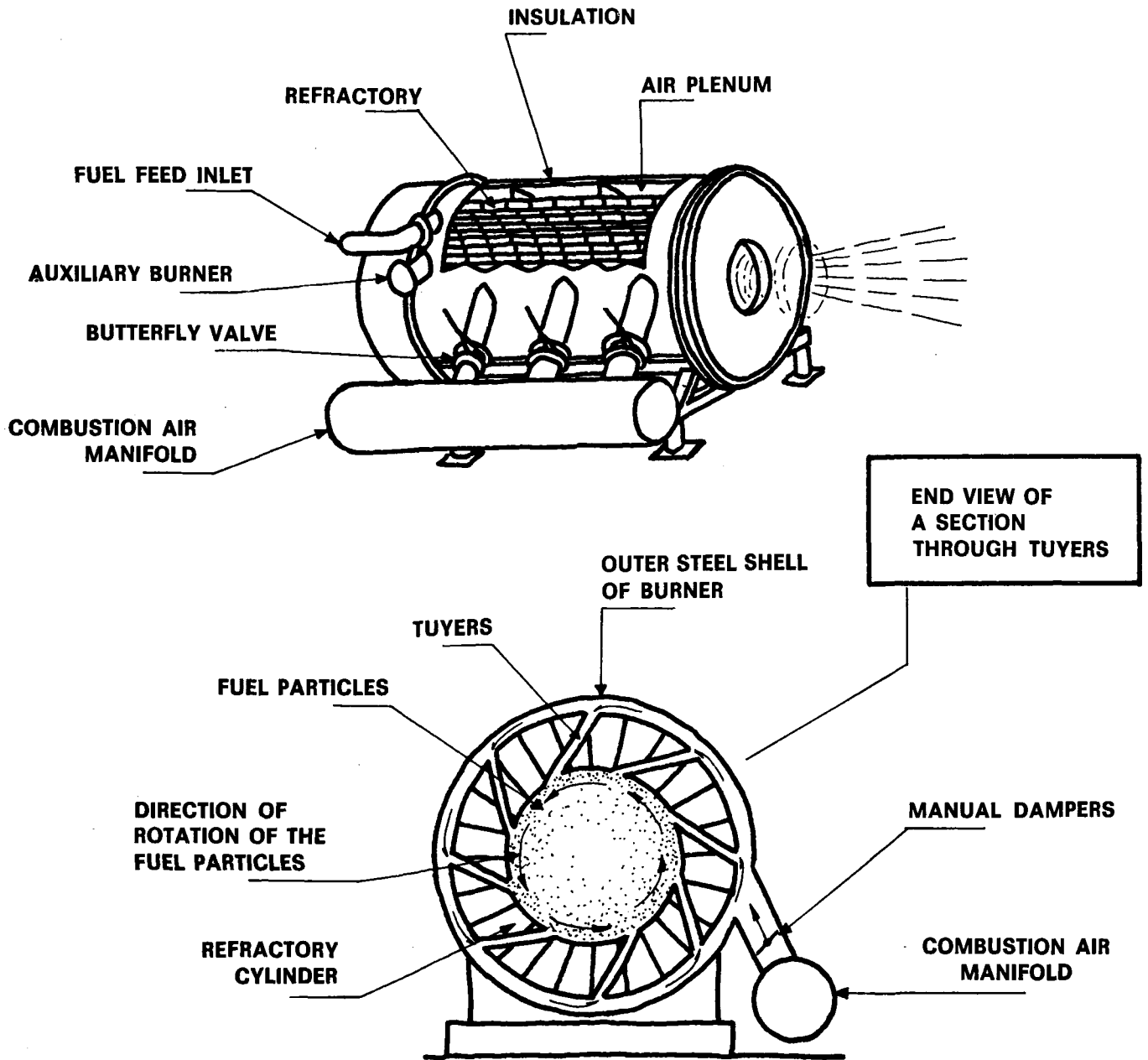
## **D) ALTERNATIVAS PARA O ÓLEO COMBUSTÍVEL, NAS INDÚSTRIAS**

A substituição do óleo combustível acarretará, provavelmente, certos deslocamentos das unidades industriais. Provavelmente, os combustíveis mais baratos venham a ser a lenha, o carvão de madeira e os carvões fósseis do Sul; os dois primeiros são extremamente volumosos e o terceiro apresenta o inconveniente de deixar uma grande quantidade de cinzas, o que torna pouco provável a sua introdução, em grandes quantidades, nos grandes complexos urbanos. Além disso, provavelmente, algumas indústrias grandes gastadoras de energia preferirão se localizar em um local, onde possam produzir elas mesmas grande parte do combustível de que precisam, através de uma floresta plantada, por exemplo. Assim, somente ficarão nas grandes cidades as indústrias que requerem pequenas insumos térmicos, podendo por isso pagar os preços mais altos dos derivados dos "syncrudes", do gás de rua "substituto de gás natural" ou da energia elétrica.

Alguns dos problemas de pesquisa e desenvolvimento ligados ao uso industrial são:

- Desenvolvimento de métodos apropriados para a queima dos carvões fósseis do Sul;
- Desenvolvimento de queimadores eficientes para a lenha; provavelmente queimadores de lenha finamente dividida; a Figura IV mostra um modelo de queimador de madeira finamente dividida;
- Desenvolvimento de gasogênios a lenha, para gases de médio/alto poder calorífico, para aplicações que requeiram alta temperatura de chama;
- Desenvolvimento de sistemas baratos de recuperação e de regeneração de calor, para fornos industriais;
- Desenvolvimento de queimadores de carvão vegetal pulverizado, para fornos de aquecimentos direto; o IPT está desenvolvendo um conceito ideado pelo Sr. Anibal Ferri, Presidente da Mecânica Apis; o Prof. F. Franceschini, da EPUSP, sugeriu o emprego do "tiço", o antigo "charbon rouge" dos fabricantes de pólvora franceses, isto é, de um carvão vegetal contendo a maior parte dos voláteis; o "tiço" pulverizado tem grande probabilidade de ser superior aos carvões comuns pulverizados;
- Desenvolvimento do uso da energia solar, para operações de secagem e para geração de vapor de processo; a UNICAMP está desenvolvendo este uso, porém a sua adaptação, caso por caso, aos diferentes tipos de indústrias, vai requerer prolongados estudos.

**FIG. IV**  
**SPECIAL COMBUSTOR - HORIZONTAL FORCED VORTEX**



## E) ALTERNATIVAS PARA A PETROQUÍMICA

- DESTILAÇÃO DA MADEIRA
- FERMENTAÇÃO DA BIOMASSA
- CARBOQUÍMICA
- XILOQUÍMICA

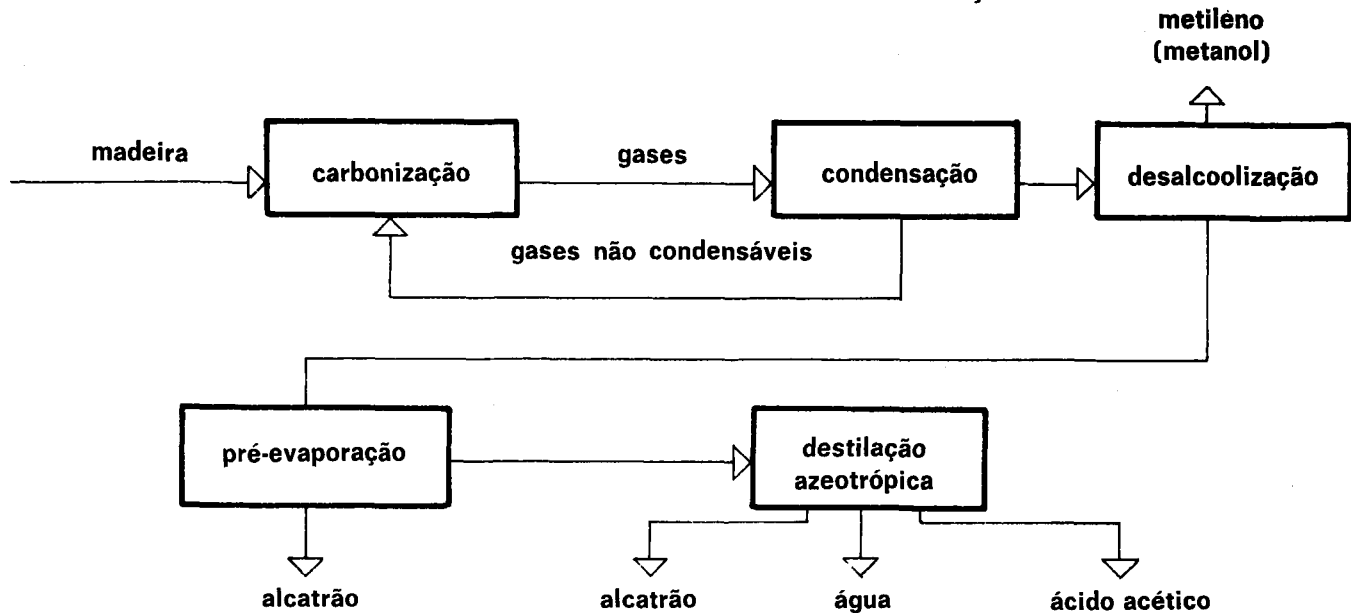
## E) ALTERNATIVAS PARA A PETROQUÍMICA

Provavelmente, a indústria petroquímica sofrerá mais lentamente a crise, porque ela pode pagar preços mais elevados pelos insumos originários do petróleo. Entretanto, à medida que os preços destes insumos forem subindo, elas sofrerão a concorrência:

- Dos produtos da destilação da madeira;
- Dos produtos da fermentação de biomassas, a começar pelo álcool etílico;
- Dos produtos da carboquímica, desenvolvida com os carvões do Sul, provavelmente em combinação com a produção de hidrogênio por novos processos;
- Dos produtos de xiloquímica, obtidos através do fracionamento integral da madeira.

FIG. V

### FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE DESTILAÇÃO SECA



A **Figura V** mostra um fluxograma clássico da destilação da madeira; a produção dos nossos carvões vegetais faz-se sem o aproveitamento das frações destiláveis, as quais correspondem, em média, para as espécies folhosas, para cada tonelada de lenha seca:

- 150 m<sup>3</sup> de gás, com um poder calorífico de 1.700 Cal/m<sup>3</sup>
- 56 kg de ácido acético
- 20 kg de metanol
- 100 kg de alcatrões

Em sua exposição – Programa de Racionalização da Siderurgia a Carvão de Madeira - A Floresta como Fonte de Energia – no Seminário sobre Floresta - Potencial Energético, promovido pela Sociedade Brasileira de Silvicultura, em Dezembro de 1977, o Dr. José Israel Vargas mostrou que o programa siderúrgico que prevê 5 milhões de toneladas de guza a carvão de madeira em 1980, estará desperdiçando produtos que, aos preços atuais somam a cifra de 6 bilhões de cruzeiros!

## PRODUTOS DA USINA PILOTO DE CARVÃO DE BABAÇU

### CARVÃO

**Umidade** 1,0 a 10,0%

#### Após secagem:

Materiais Voláteis _____	3,0	a	15,0%
Carbono fixo _____	78,0	a	90,0%
Cinzas _____	6,5	a	10,0%

### CONDENSADOS

Água _____			50,16%
Ácido Acético _____			8,26%
Fenol _____			2,28%
Furfural _____			0,86%
Metanol _____			0,10%

### GASES

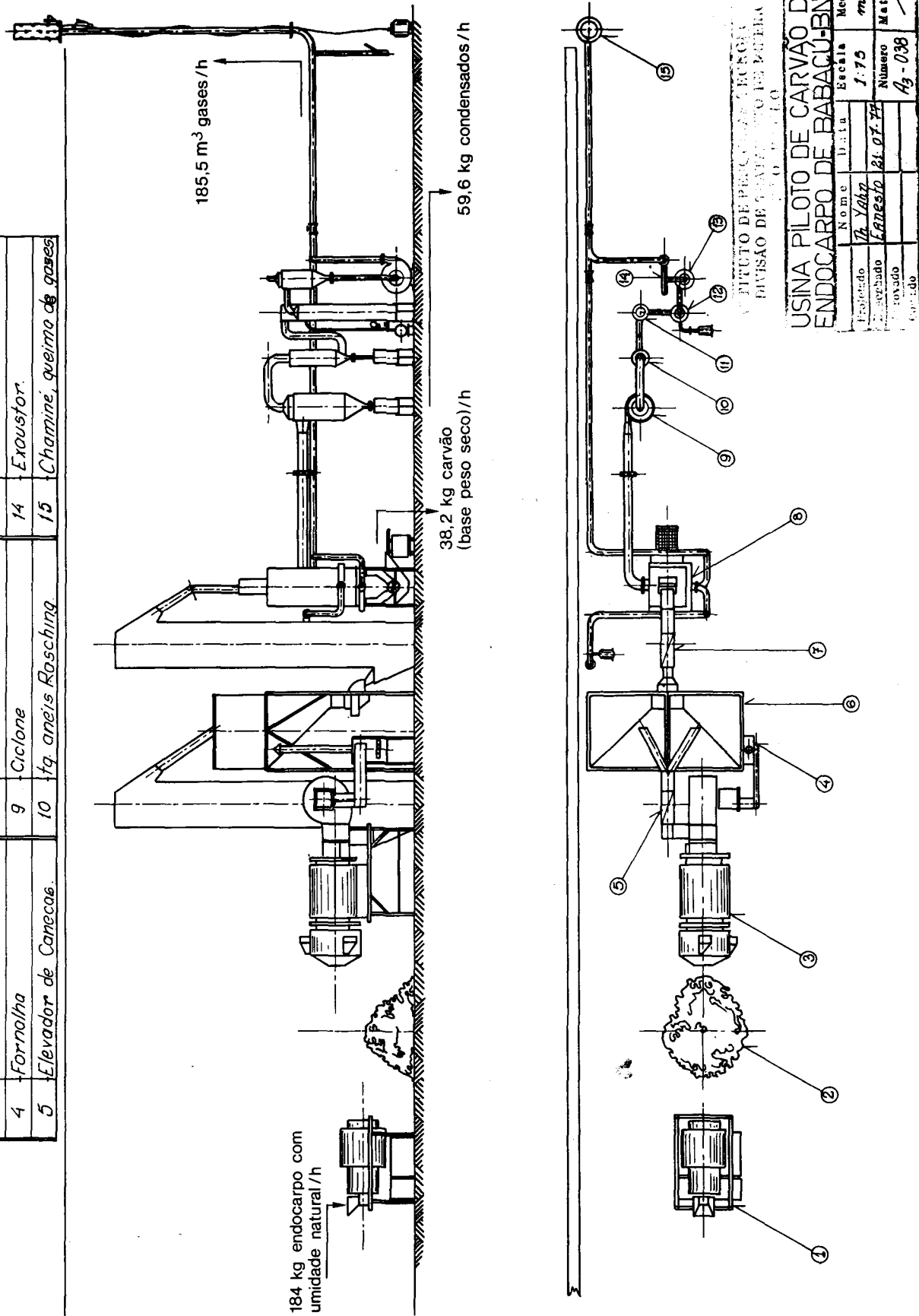
Dióxido de carbono _____	(CO <sub>2</sub> )	8,0	a	15,0%
Hidrocarbonetos pesados _____	(C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> )	9,3	a	0,7%
Oxigênio _____	(O <sub>2</sub> )	0,5	a	2,0%
Hidrogênio _____	(H <sub>2</sub> )	12,0	a	17,0%
Metano _____	(CH <sub>4</sub> )	0,1	a	8,5%
Monóxido de carbono _____	(CO)	20,0	a	26,0%
Nitrogênio _____	(N <sub>2</sub> )	40,0	a	52,0%

**Poder calorífico superior** 1070 a 1700 Kcal/m<sup>3</sup>

volume em

FIG. VI

POSICÃO	DENOMINAÇÃO	POSICÃO	DENOMINAÇÃO	POSICÃO	DENOMINAÇÃO
1	Peneira lavadora	6	Silos carvão seco	11	Condensador
2	Filho carvão lavado	7	Elevador de Canecas	12	Lavador de gases
3	Secador	8	Forno	13	Ciclone
4	Fornalha	9	Ciclone	14	Exaustor
5	Elevador de Canecas	10	tg. anéis Rosching	15	Chaminé, queima de gases



O CETEC, de Minas Gerais, tem um programa com enfoques extremamente provocativos, no campo de pirólise; este programa inclui, também, o melhoramento dos carvões produzidos, sendo que um dos caminhos experimentados é o da pré-impregnação da madeira.

Neste campo, o IPT desenhou e instalou um forno piloto para a pirólise do endocarpo do babaçu; A *Figura VI* dá um esboço desse forno que é vertical contínuo e que consome, na operação, basicamente o gás da pirólise, permitindo o aproveitamento dos outros produtos. Este forno deverá servir também para a produção de carvão, a partir de cavacos de madeiras. O IPT desenvolveu a briquetagem do carvão do babaçu chegando a um briquete impregnado com emulsão asfáltica, o qual, depois de um tratamento térmico apropriado, deu muito bom resultado para substituir o coque nos fornos cubilôs (as experiências até hoje somente foram feitas em cubilôs pequenos). Será interessante comparar os custos dos carvões pré-impregandos do CETEC, com os custos dos briquetes pós impregnados do IPT. No campo da produção de carvões vegetais, o IPT intenciona aplicar o método de pós-impregnação para o aproveitamento dos finos de carvão, que se desperdiçam sem uso nas explorações do Sul do Estado, e planeja desenvolver conceitos de pirólise com lenhas (ou resíduos agrícolas) extremamente dividida, de maneira a chegar a operações muito rápidas, ainda que isto obrigue ao trabalho posterior de briquetagem.

As *Figuras VII e VIII* dão um esquema do fracionamento total da madeira (ou outros lignocelulósicos), como base de uma xiloquímica, tal como idealizado por I. Falkehag, do Forest Products Laboratory dos Estados Unidos (Fourth National Materials Policy Conference, 1976).

#### **IV. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

Queria encerrar esta palestra, com uma apresentação esquemática sobre o problema da conservação de energia; como ficou dito atrás, dentro de uma conjuntura de escassez crescente e de preços altos de energia, só será possível um desenvolvimento harmônico, se ao mesmo tempo em que cuidamos do problema de substituição, pesquisarmos também, a conservação da pouca energia de que dispomos, fazendo-a render muito mais. As linhas de pesquisa abaixo não foram postas em uma ordem de hierarquização de importância quanto a sua possível contribuição à conservação de energia, nem quanto ao sua prioridade.

##### **A) ALGUNS TÓPICOS A SEREM EXAMINADOS, NA AGRICULTURA**

- Equipamento agrícola - Exemplos:
  - Equipamentos que sulcam e plantam na terra dura, sem as operações de aração e gradeação (IAC, Campinas). Requerem menos energia por hectare cultivado e conservam também o solo;
  - Irrigação por gotejo (economia de água e de energia)
- Desenvolvimento da auto-suficiência das fazendas, quanto energia térmica para cozinha e secagem de safras, por qualquer sistema envolvendo o aproveitamento de rejeitos agrícolas e da energia solar.
- Sistema de armazenagem a granel apropriados, de onde os produtos seguirão para o mercado à granel ou na embalagem de consumo.
- Telefone ou radiocomunicação, nas fazendas.

**FIG. VII**  
**FLUXOGRAMA DA CONVERSÃO QUÍMICA DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS**

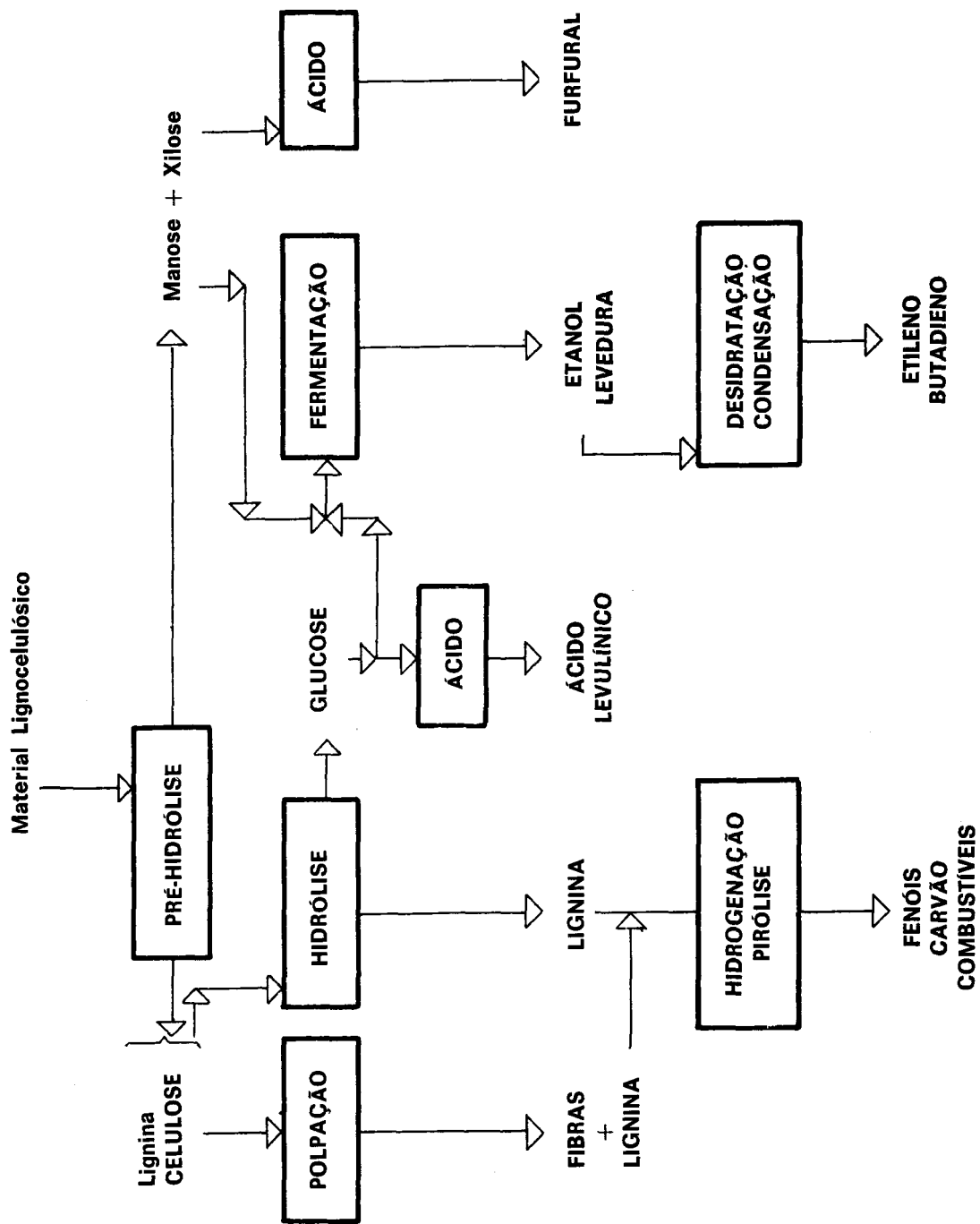
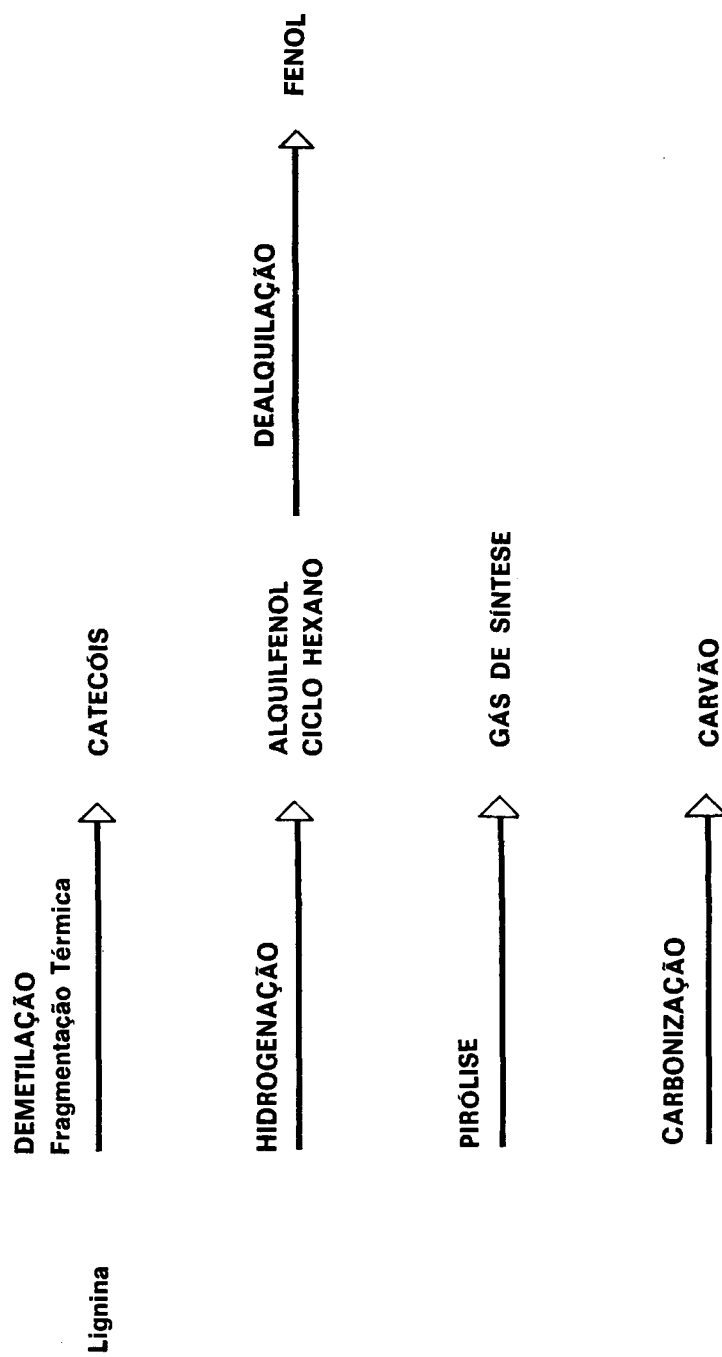




FIG. VIII  
FRAGMENTAÇÃO DA LIGNINA



## **B) INDÚSTRIA**

- Economia de desperdícios; revisão dos circuitos térmicos – o aumento do custo dos combustíveis deslocou o ponto de máximo ROI (Return on Investment), passando a exigir investimentos na economia de calor.
- Projeto dos produtos tendo em vista o seu conteúdo energético – Exemplos:
  - Na Indústria de Brinquedos - Em vez de plástico, projetá-los de madeira ou metal reciclável;
  - Evitar, no projeto de proteção da mercadoria, nas embalagens de transporte, a esponja de plástico, em vez de papel de jornal desfiado ou palha;
  - Evitar a super embalagens de consumo, gastadoras de materiais, porém que são usadas sob o argumento de que “a embalagem vende o produto”.
- Projeto dos produtos tendo em vista a sua durabilidade e “Consertabilidade”, a começar pelos bens de consumo duráveis que deveriam se chamar bens de capital doméstico e portanto passarem a ser olhados como investimentos.
- Preferência, no projeto, por materiais recicláveis.
- Previsão do re-uso de embalagens, “containers” e, para o caso da produção de equipamentos de alta obsolescência, até de componentes.

## **C) TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES**

As comunicações podem, em parte, substituir, os transportes ou ainda servir de base para o seu planejamento mais racional.

- Sistemas urbanos e sub-urbanos de transportes eletrificados;
- Reativação das estradas de ferro e da navegação costeira, no transporte de cargas, através da containerização;
- Gradual substituição do “CEASA”S por grandes centros de produção e informação, que direcionem os abastecimentos diretamente dos produtores para os supermercados;
- Suprimentos pesados urbanos por estradas de ferro e cursos fluviais disponíveis, com “piggy-back” ou containerização, diminuindo o trânsito de caminhões nas cidades.

## **D) COMPLEXOS URBANOS (Os grandes gastadores de energia)**

- Alternativas para fins de semana - os complexos urbanos devem ter as suas áreas de lazer e os seus programas domingueiros;
- Incentivos para se andar mais a pé:
  - Distribuição racional de escolas, clínicas e outros serviços; incentivos à distribuição racional de centros comerciais, de diversão, etc.;
  - Humanização da cidade quanto à segurança pessoal;
  - Casas de aluguel para operários, possibilitando-lhes a mudança de casa quando mudam de emprego.
- Incentivo à criação de um estilo de vida apropriado.

Não sei se consegui, na exposição acima, dar uma idéia do início de mobilização das nossas forças técnico-científicas, para a resposta do País ao desafio energético. A efetivação desta resposta, entretanto, vai depender de uma ampla campanha de esclarecimento, no sentido de superar as inércias mentais e sociais, e de um re-arranjo das nossas instituições que torne possível também a mobilização de todas as outras forças vivas do País.

## ENERGIA NUCLEAR

PROFESSOR OSCAR SALA, FÍSICO NUCLEAR

PRESIDENTE DA INTER-CIÊNCIA

PRESIDENTE DA SBPC

PROFESSOR TITULAR DO DEPTº DE FÍSICA DA USP

Senhor Reitor, meus senhores.

Antes de iniciar gostaria de declarar que o fato de ser eu um físico nuclear, não me caracteriza como especialista em energia nuclear. Acho que problema de energia nuclear; eu diria que noventa por cento da atividade relacionada a energia nuclear se relaciona a engenharia e à ciência dos materiais, uma boa parte do restante à química e talvez alguma fração de um por cento à física nuclear.

A nova política de preço dos combustíveis fósseis determinada pelos árabes a partir de 1973, teve um mérito muito grande: o de chamar a atenção das nações industrializadas ou não para a sua vulnerabilidade no que tange a fontes de energia. Ela permitiu o crescimento e a disseminação da indústria nuclear para a energia, tornando-a aparentemente uma alternativa inevitável e simultaneamente foram levantadas questões sobre o perigo da sua proliferação.

Fomos assim conduzidos a questionar se existem opções e se as tecnologias disponíveis poderiam controlar os riscos associados ao reprocessamento do combustível nuclear, ao lixo radioativo, aos efeitos a longo prazo da radioatividade no nosso ambiente, e ao plutônico extraído dos combustíveis nucleares usados. Estas são questões que se tornam extremamente importantes, cerca de dez ou quinze anos após o início da instalação de uma usina nuclear e é esta é a razão pela qual somente agora essas questões estão atraindo tanta atenção.

A primeira usina nuclear comercial para produção de energia entrou em funcionamento na Inglaterra em 1956 e por isso estamos hoje discutindo, de forma tão acalorada, os problemas e os perigos decorrentes dessas instalações.

A situação é agravada pelo fato de que as perspectivas da utilização do plutônio nos reatores rápidos de regeneração, chamados reatores "breeder" está se tornando uma

realidade que vários países, após vários anos de desenvolvimento após terem sido vencidas imensas dificuldades tecnológicas.

Além dos problemas técnicos, deve-se reconhecer nesses debates componente político, social e mesmo ético. É forçoso reconhecer que esses debates públicos forçaram a indústria nuclear a intensificar esforços na solução dos problemas tecnológicos. Entretanto, a natureza desses debates públicos não têm sido tão úteis como deveriam ser. Os ambientalistas, de um lado, tendem a encarar indústria nuclear como comprometida em amparar a sua tecnologia e que se comportam como cegos frente aos perigos dessa própria tecnologia. Por outro lado, os da indústria tendem a encarar os ambientalistas como pessoas que se opõem a todas as tecnologias, ou como pessoas cujo propósito é de denegrir o trabalho dos tecnólogos insinuando perigos nebulosos e catástrofes futuras.

Não há dúvida de que os segredos de guerra, dos quais a indústria ainda não se livrou completamente, contribui para que os debates sejam frequentemente feitos com falsas informações, degenerando-se frequentemente em debates violentos, cheios de conotações políticas ou a títulos de simples contestações. Certamente, esta não é a maneira adequada para conseguir-se uma reconciliação e devemos estar preparados para dedicar alguns anos na tentativa de contribuir de forma não emocional a resolver um debate que tende a tornar-se grave, histórico.

Discutirei rapidamente o problema da opção nuclear. A principal razão para centrais nucleares reside no fato de que a demanda de eletricidade continuará a crescer na taxa de alguns por cento por ano em todo o mundo. Após um período relativamente curto de bonança, o gás e o petróleo diminuirão sua contribuição para a matriz energética e com enfase forma crescente na indústria química.

As fontes alternativas ainda exigirão um tempo apreciável antes que possam contribuir de forma substancial, logrando-se igualmente difícil expandir a mineração do carvão, restando-nos ainda por mais uma ou duas décadas o nosso enorme potencial hidráulico.

A conservação de energia requer investimentos maciços, novos processos industriais e uma nova tecnologia urbana. Na melhor das hipóteses pode reduzir um pouco o crescimento do consumo energético. Por isso, a energia nuclear se apresenta como a única alternativa a curto prazo para atender às nossas necessidades energéticas até o fim do século. Este é o equacionamento do problema, admitindo-se entretanto que a crise energética permanecerá conosco eternamente. Entretanto, se levarmos em conta a energia biotérmica oriunda da terra, o enorme fluxo da energia solar em que estamos imersos e, possivelmente, a fusão nuclear, parece-me vazio afirmar que a humanidade enfrenta uma crise energética a longo prazo.

Essa energia poderá ser mais cara do que a que estamos acostumados a pagar e levará tempo para desenvolver novas fontes e das economias deverão ajustar-se novos padrões de preços; se a energia nuclear é inevitável até o fim do século, é porque durante os últimos vinte e cinco anos não investimos suficientemente em nenhuma das alternativas existentes. Esta é lição que devemos ter em mente. Por isso deve haver uma decisão política para assegurar-nos a habilidade de contar com reais alternativas pelo ano 2000. Se for decidida uma nova expansão da opção nuclear, eu insisto nisso, esta deverá ser feita, não em decorrência de ser a única opção mas porque é a melhor opção. Este fato deve ser considerado e analisado com toda a profundidade, especialmente pelo governo brasileiro, país que ainda conta com importantes recursos hídricos e recursos de biomassa.

Até lá, indiscutivelmente, a energia nuclear contribuirá de forma substancial para amenizar às necessidades energéticas mundiais seja utilizando o urânio natural ou o enri-

quecido, o urânio queimado nos atuais reatores térmicos como os de água leve por exemplo, que são os mais empregados no mundo ocidental.

Deve-se portanto perguntar se estes reatores são suficientemente seguros para serem utilizados na escala que se pretende. Eles devem ser suficientemente seguros para serem construídos nas proximidades de centros urbanos para produzirem eletricidade para fins doméstico e industriais. Os reatores nucleares acumulam enormes quantidades de radioatividade, a maior parte associada com produtos de fissão acumulados e conseqüentemente devem ser tomadas precauções debalhados afim de evitar acidentes como os relacionados ao vazamento dessa radioatividade por exemplo. A indústria nuclear entretanto excepcionalmente consciente de tais riscos e até hoje não ocorreu nenhum acidente em instalação comercial que prova caracterizar uma catástrofe ambiental, embora se saiba que poderão ter ocorrido. Deve-se reconhecer que duzentos reatores / anos em operação bem sucedida com reatores de água leve dos Estados Unidos, é de valor pouco significativo para uma estimativa da taxa de acidentes que poderão ocorrer no ano 2.000 quando teremos cerca de 5.000 reatores / ano.

Admitindo uma distribuição de poisson conclue-se que noventa por cento de confiança de que a taxa risco seja menor do que uma em oitenta reatores / ano. O problema evidentemente é complicado pela reação pública em relação às estatísticas de acidentes; muitos aceitam facilmente os acidentes rodoviários nas quais mais de mil pessoas perdem suas vidas por ano. Entretanto, certamente, rejeitariam a hipótese de que um milhão de pessoas possam ser mortas em um único acidente com um reator em mil anos. A taxa é a mesma, mas a situação é tão diferente que nós temos a tendência de rejeitar esse último risco. Outros encarariam mil anos como algo muito remoto para ser levado em conta, embora esse fato possa acontecer amanhã. Ambas as posições parecem-me irracionais.

Segurança absoluta é ilusória; a resposta que o público gostaria de ter tal reator é completamente seguro e não oferece perigo ao público, nunca poderia ser dada. O que pode ser dito é que o reator é projetado de tal forma que um acidente fatal pode ocorrer, digamos, um milhão de anos. Paradoxalmente, uma afirmação dessa natureza pode aumentar, em vez de diminuir as preocupações.

Não discutirei os métodos utilizados para a análise da probabilidade de acidentes com reatores, mas esses estudos foram apresentados em vários relatórios, como por exemplo o relatório da Comissão Real Inglesa, o relatório Rasmunssen e o relatório Ford-Mitre; embora recomendem extrema cautela no desenvolvimento da energia nuclear, eles permitem afirmar, que, no rol dos reatores comerciais em operação na Inglaterra e nos Estados Unidos e na Europa, que megawatt por megawatt, a indústria nuclear oferece mais segurança que a indústria do carvão. Certamente podem ocorrer desastres mas não além das proporções e dos riscos que uma nação industrial enfrenta, decorrentes de outras atividades. Portanto, um programa nuclear não deve ser encarado como inaceitável com relações aos reatores térmicos. Além do mais, a segurança está sendo continuamente melhorada nos novos projetos. Gostaria agora de descrever rapidamente alguns reatores nucleares e térmicos eu iniciaria fazendo um histórico do problema do combustível que é o urânio. O urânio teve aplicações bastante limitadas até algumas décadas. Após a descoberta do metal, seu principal uso foi na manufatura de vidros coloridos e nas cerâmicas. Entre 1898 a 1942, o período do Rádium, os minérios de urânio fora utilizados quase que exclusivamente para separação do radium; e somente após a descoberta da fissão nuclear o urânio tornou-se um metal importante em particular entre 1942 e 1964, o período da bomba nuclear. O urânio foi utilizado principalmente para fabricar armas nucleares. O pico de sua produção atingiu 34.117 toneladas de urânio metálico em 1959. Desde 1965 o urânio tem sido utilizado quase que exclusivamente como fonte de energia nas centrais

nucleares de potência e essa utilização para fins pacíficos vem ditando a situação de mercado e de preço.

Fiz questão de fazer esse histórico, porque é um exemplo a mais de que o desenvolvimento de uma nação está inegavelmente ligado ao seu desenvolvimento científico e tecnológico. No início, esse metal que hoje é tão importante, era apenas utilizado exclusivamente na coloração de vidros e em cerâmica; hoje as suas alternativas de utilização foram crescendo à medida em que se acentou o desenvolvimento científico, e ocorreram novas descobertas científicas.

O conteúdo do urânio na crosta continental é da ordem de 2,4 gramas por tonelada; os depósitos possuem baixo teor e devem conter um mínimo de meio quilograma por tonelada para serem economicamente exploráveis. Teores mais baixos certamente podem ser explorados mas apenas se o urânio for subproduto de mineração de outros metais. É o caso dos depósitos de ouro da África do Sul, cujo minério contém cerca de 0,03% de urânio. Os depósitos economicamente mais importantes encontram-se nos Estados Unidos - no Colorado, no Wyoming e no Novo México, África do Sul, Canadá, no Blind River e River Lodge na Austrália, e na Europa Central.

No Brasil os depósitos não parecem ser de grande importância, sendo os mais importantes os da região de Poços de Caldas, onde a Nuclebrás, segundo notícias que já iniciou o processo de mineração e constrói usina para transformar o minério em "yellow cake" com uma produção de quinhentas toneladas por ano. Esse "yellow cake", contém cerca de setenta por cento de urânio, correspondendo a um fator de conservação de duzentos a mil e quatrocentas vezes, quando comprado com o minério original, resultando daí uma economia no custo de transportes e refinamento. O "yellow cake" é o material é finalmente transformado em urânio metálico ou dióxido de urânio, produto principal do ciclo combustível.

Este diapositivo mostra a massa dos números atômicos, na tabela periódica dos elementos indicando a energia de ligação média por núcleo. Como vêem, na região do urânio a energia média é da ordem de 7.000.000 de elétron volts por nucleon; na região intermediária da tabela a energia é maior, ou seja, é da ordem de 8,5 milhões de elétron volts por nucleon, decrescendo novamente para a região dos núcleos leves. A curva nos mostra claramente que, para o aproveitamento de energia do núcleo atômico há somente dois processos: o da fusão, através do qual fundimos os núcleos leves em mais pesados é o processo encontrado nas estrelas, ora em desenvolvimento nos laboratórios e talvez seja o processo para produção de energia no futuro, embora os problemas tecnológicos sejam enormes; o outro processo é o da fissão, partindo, quebrando-se e formando-se núcleos pesados e núcleos mais leves; para este caso da fissão, nós encontramos nesses núcleos pesados fissionáveis em particular aqueles a cujo número de massa é ímpar, como urânio 235, o plutônio 239, o urânio 233, que são fissionáveis, ou seja são materiais que, ou espontaneamente em decorrência de bombardeio com neutrons sofrem o processo de fissão. Assim, por exemplo, quando um neutron entra no urânio 235 ele se excita como uma gota líquida, se deforma-se e pode eventualmente sofrer uma fissão; do núcleo original surgem dois núcleos da região intermediária da tabela periódica de Mendeleiev, com a liberação de vários neutrons.

Em cada um desses processos libera-se energia de ligação: quando quebramos urânio fazendo surgir substâncias na região intermediária, liberam-se cerca de um milhão de

eletron-volts; Assim um quilograma de urânio 235; contém cerca de duas vezes  $10^{24}$  átomos, indicando que a energia liberada por esse quilograma de urânio 235, fissionado de fissão liberam de 17 milhões de quilowatts / hora. Isso corresponde a mais de três milhões de vezes a energia liberada em um quilograma de carvão.

A viabilidade dos reatores reside primeiramente no fato de que em cada um desses processos de fissão no caso do urânio 235, cerca dos neutrons e meio são liberados. Se pelo menos um deles ou seja, 40% dos neutrons liberados induzir uma nova fissão, temos uma reação em cadeia, que ocorre no reator nuclear.

Se procurarmos analisar qual seria o reator nuclear mais simples, podemos imaginar uma bola de urânio 235. Afim de que 40% dos neutrons liberados, possam ser utilizados novamente, em novos processos de fissão, essa bola deve ter dimensões críticas, e uma massa crítica. Para o urânio 235, essa massa é da ordem de 20 kg. Entretanto, esses neutrons produzidos na fissão são neutrons rápidos, com uma energia de milhões de lettron-volts, mas para o urânio 235, a maior eficiência ou a maior probabilidade de produção de uma nova fissão, se dá com neutrons de baixa energia, ou seja, neutrons térmicos. É pois necessário que de alguma forma se faça com que estes neutrons percam parte de sua energia sem serem absorvidos, segundo a necessidade de utilizarmos o que chamamos de moderador.

O neutron tem massa praticamente igual à de um átomo de hidrogênio e nós sabemos, pelas leis da mecânica, que a melhor forma para fazer o neutron perder energia seja colhida com átomos de praticamente da mesma massa. Que seria por exemplo, no caso, o hidrogênio, a pergunta que se impõe e a seguinte quais seriam os moderadores interessantes para utilizar num reator nuclear?

Esta tabela nos mostra que a probabilidade de colisão de neutrons térmicos, medida em unidades de que os físicos nucleares chamam de barn:  $10^{-24}$  cm<sup>2</sup>, vemos que a probabilidade, a sessão de choques, para o hidrogênio é 0.33; vemos ainda que, para o isótopo pesado do hidrogênio, o deutério, ela é menor, 0.006. Para o carbono é 0.0037; para o oxigênio é 0.0002, enquanto que para do cádmio, ela é muito alta, 20 mil. Para o caso do xenônio ela assume valores fantásticos, 2 milhões e 700 mil. As sessões de choque, indicados por asterisco, por exemplo para o caso do urânio 235, indica a probabilidade de o neutron produzir a fissão. As outras sessões de choque, sem asterisco, são as de captura, isto é o neutron é capturado pelo nucleon e perdido no reator.

Contemplando esta tabela, nós vemos que, para ser um moderador eficiente devemos ter um elemento leve e dentre os elementos leves o primeiro da lista é o deutérico isto é o deutérico oferece uma probabilidade muito pequena de capturar o neutron. Em seguida vem o carbono também e o primeiro reator nuclear foi construído com moderador de grafite. Foi o reator construído por Fermi na Universidade de Chicago.

A água comum, que é composta de hidrogênio e oxigênio é também interessante, porque o oxigênio tem uma sessão de choque muito baixa, isto é a probabilidade de ele capturar o neutron é extremamente baixa. Por isso os reatores térmicos conhecidos hoje em dia, usam moderados de carbono, deutério, ou água. Os reatores que utilizam a água comum são chamados LWR, (Light Water Reactors) ao passo que os reatores que utilizam o deutérico são chamados reatores HWR, quer dizer, Heavy Water Reactors da linha canadense pois o Canadá desenvolveu esses reatores com grande eficiência.

Se quisermos saber qual o moderador mais interessante, precisamos olhar um pouco a quantidade dos isótopos de urânio que encontramos no minério; no minério de urânio existe 99.3% de urânio 238, que não é fissionável por neutrons lentos e não é um material combustível. O isótopo que nos interessa é o urânio 235, existente na percenta-

gem de 0,7%. Este é o elemento combustível, cujo núcleo que é fissionável facilmente com neutrons térmicos.

Se usarmos a água comum como moderador, uma das possibilidades reais a experiência mostra que não poderemos operar o reator ou seja, não podemos manter uma reação em cadeia se utilizarmos urânio natural; os reatores de água comum LWR, são reatores que exigem, o urânio 235 da ordem de 2 a 3 por cento de enriquecimento.

Se usarmos grafita ou deutério, podemos construir reatores operacionais e manter reação em cadeia, o primeiro reator construído foi de grafita, durante a segunda guerra. cujo o objetivo principal não era a produção de energia elétrica, mas era produzir material explosivo, plutônio. Naquela ocasião não existiam ainda centrais para o enriquecimento do isótopo do urânio, para extrair o isótopo 235, nessa linha de reatores ainda se encontra o Canadá, e é o tipo de reator que a Argentina escolheu, ele utiliza água pesada como moderador obtida por processo eletrolíticos.

Assim todos os reatores do tipo LWR exigem o urânio enriquecido a dois ou três por cento, ao passo que os reatores de grafita ou os reatores do tipo com deutério são reatores que podem operar com o urânio natural.

Outro fator importante: controle da reação em cadeia, e a taxa de fissão é que define exatamente a potência do reator. Para que ela ocorra é necessário que pelo menos um neutron por fissão seja utilizado para produzir novas fissões e se esse processo se torna então divergente, temos caso das explosões nucleares. O controle de operação do reator nuclear é feito introduzindo barras de materiais com grande capacidade de absorção neutrons, o cádmio, por exemplo que é um metal cuja seção de choque é muito elevada para a captura do neutron.

Além do problema do moderador, dois outros ainda devem ser considerados para que o reator se torne. Um é o resfriamento do reator, porque ele gera energia e parte dela surge sob a forma de energia térmica. O segundo é a blindagem, a proteção do material radioativo.

O calor gerado pela fusão do caroço central do reator deve ser removido por um sistema de resfriamento, para evitar que o caroço se funda; os reatores modernos operam com três tipos de materiais para resfriamento: os resfriados por água, por gás, em geral hélio-finalmente e os reatores mais recentes resfriados por metais líquidos.

Uma caldeira onde geramos vapor, é aquecida, por exemplo, por queima de óleo ou carvão. Esse vapor vai para uma turbina e é condensado no condensador e a água é novamente bombeada para a caldeira. Este sistema térmico tem uma eficiência da ordem de 39% no processo de geração de energia elétrica, numa central nuclear do tipo dos chamados PWR. ("Pressurized Water Reactors,) a água está pressurizada, e o calor é gerado no reator com o combustível nuclear o urânio 235 por exemplo. Esta água quente, que não sobe a forma gasosa porque está em alta pressão, a 150 atmosferas numa temperatura de 320 graus, o calor gera o vapor e notrocador de calor, ela se condensa retornando ao reator. No reator PWR, esta temperatura de 320 graus não permite a mesma eficiência do que nas usinas térmicas, e temos uma eficiência da ordem de 30 por cento. Entretanto, os reatores refrigerados a gás, em que a temperatura é muito maior e obtêm-se a mesma eficiência de conversão do que nas centrais térmicas normais. O reator Angra I é do tipo PWR, com uma potência da ordem de 600 megawatts.

Convém lembrar que o primeiro reator instalado no Brasil foi um reator do tipo piscina, de 5 megawatts, a urânio enriquecido, onde o moderador e o processo de resfriamento do reator são uma piscina de água. Esse reator foi instalado no Instituto de Energia Atômica em São Paulo, há cerca de vinte anos.



Para nós compararmos uma central nuclear com uma central convencional, basta dizer o seguinte: a Central Térmica de Piratininga em São Paulo, de 440 mil quilowatts, necessita um suprimento de cerca de 150 toneladas / hora de óleo combustível. Uma central nuclear do tipo PWR, como as de Angra, para essa mesma potência, queima somente dois quilogramas / hora de óxido de urânio enriquecido a três por cento, em lugar de 150 toneladas de óleo por hora.

Gostaria de fazer um pequeno comentário sobre os custos de uma central nuclear. Os custos de uma central nuclear tem aumentado progressivamente nos últimos anos, devido ao aumento no custo de concessões, preços de equipamentos, taxas de juros, inflação monetária e assim por diante. Se todo o trabalho de construção de um reator tivesse sido concluído em 1971, o custo de uma central de 1.000 megawatts seria de aproximadamente 225 milhões de dólares e, para uma central térmica da mesma potência, seria de 175 milhões de dólares. Contudo, os custos de uma central iniciada em 1973 e a ser completada em 1981, são de cerca de 550 milhões de dólares para a nuclear e de 570 milhões de dólares para uma de carvão. Numa central nuclear, a vida média é da ordem de 30 anos e a energia produzida nesses 30 anos, uma central de 100 megawatts, seria da ordem de 200.000 milhões de quilowatts / hora, e o custo de capital seria da ordem de 28 centavos de dólares por quilowatt / hora, para a nuclear. Para central térmica, de carvão seria de 26 centavos por quilowatt/hora, levando apenas em conta o capital investido.

O custo do combustível é de 21 centavos por quilowatt / hora para a nuclear, e de 50 centavos por quilowatt / hora para o carvão, cerca de 15 centavos contra 10 centavos do quilowatt / hora da nuclear. Levando-se em conta juros e capital investido nos custos de operação, alguns estudos econômicos chegaram à conclusão de que o custo total é de 21 centavos por quilowatt / hora para uma central nuclear e de 25 centavos por quilowatt / hora para uma central de carvão.

O problema que exponho a seguir relaciona-se ao ciclo do combustível desde a jazida, a mineração; o refinamento e a conversão em hexafluoreto de enxofre e o processo de enriquecimento. Se utilizarmos urânio enriquecido-hoje podemos enriquecê-lo pelo método clássico da difusão gasosa, que é o método principalmente utilizado pelos americanos, ou utilizando as ultra-centrífugas (é o método que está sendo utilizado atualmente na Europa, principalmente pela URENCO) ou o método do jato centrífugo, que é o método a ser utilizado pelo convênio Brasil-Alemanha e que está sendo utilizado, aparentemente com sucesso pela África do Sul. Ou o método mais recente, e ainda em desenvolvimento, que envolve laser. O processo de enriquecimento de Urânio pode ser feito dessas diferentes formas: difusão gasosa, ultra-centrífuga, o jato centrífugo, laser. São operacionais hoje em dia, comercialmente, a da difusão gasosa e a das ultra-centrífugas.

Uma vez enriquecido o urânio, ele é convertido em óxido de urânio e utilizado na fabricação do elemento combustível e anualmente, cerca de um terço deste combustível deve ser reprocessado por duas razões principais: a formação de outros materiais fisséis como o plutônio, a radioatividade decorrente dos produtos de fissão e a produção de, o xenônio e por exemplo; o xenônio é extremamente nocivo num reator nuclear porque absorve os neutrons térmicos e interrompe a reação em cadeia. Devido a isto terço da carga do reator é reprocessada, reprocessar significa retirar o combustível do reator, separar os resíduos radioativos e reaproveitar o urânio química e metalúrgicamente, devolvê-lo às estações de enriquecimento fechando-se o ciclo completamente. É claro que o plutônio é armazenado por dois motivos: ou bélicos para programas de construção de reatores rápidos que discutirei daqui a pouco.

Disse inicialmente que o conteúdo do urânio na crosta terrestre não é elevado e que os reatores atuais dependem do urânio 235, existente na natureza na quantidade de

0,7 por cento do urânio natural. Portanto, os reatores atuais fazem uso de poucos recursos naturais - o que é motivo real de preocupação. Por exemplo, se os reatores LWR, fornecessem toda a energia elétrica consumida nos Estados Unidos, as fontes de suprimento de urânio de alta qualidade durariam somente oito anos. Existem quantidades maiores em minérios de mais baixo teor. Entretanto, o aproveitamento desse urânio exige processamento químico bem mais elaborado levando a maiores o custo. Contudo, é importante observar que o preço do urânio é responsável por uma fração muito pequena, de alguns por cento do custo da energia fornecida por um LWR.

O uso de minério de teor mais baixo causaria uma elevação de somente 20 por cento do custo da eletricidade gerada após 40 anos e dobraria somente após 100 anos; nessa situação de aproveitamento do minério de urânio de baixíssimo teor, teríamos uma situação um pouco desagradável. Pois a mineração do urânio e o processamento do minério seria de porte maior do que as atuais indústrias de carvão e de petróleo, uma perspectiva pouco atrativa. Além do mais, seria desconcertante utilizar todo o urânio de alta qualidade de que dispomos. Se essa situação é pouco atrativa para o caso norte-americano ela seria muito mais grave para o resto do mundo, porque os Estados Unidos dispõem, talvez, das maiores jazidas de minério de urânio de alto teor.

Existe entretanto uma alternativa, que é a alternativa, da utilização dos reatores do tipo "breeder" ou seja, reatores de regeneração; todos os núcleos da região do urânio, com um número par de prótons e ímpar de nêutrons, ou seja, núcleos com número ímpar de núcleons, são físséis, isto é, eles podem ser fissionados por nêutrons leves. Dois núclídeos desse tipo, e devido à sua vida média longa são facilmente produzidos o plutônio 239 e o outro o urânio 233. Ambos são elementos físséis de alta qualidade.

O urânio 239 é obtido a partir do urânio 238 e o urânio 238 é o que nós temos abundantemente na natureza. E o urânio 233 é obtido a partir do tório 232 encontrado na natureza em grandes quantidades. A vista desses processos, tanto o urânio 238 como o tório 232 são chamados férteis, pois que eles podem ser convertidos em núclídeos físséis como o plutônio 239 e o urânio 233.

Nos reatores LWR, os combustíveis possuem 97% de urânio 238, de maneira que o plutônio 239 é evidentemente formado nesses reatores; além do mais, cerca de um terço das reações de fissão em envolvem o plutônio 239 em lugar do urânio 235. É plutônio 239 que retiramos desses reatores, para produção de armas nucleares e para armazenagem com vistas à construção de reatores "evedens". O plutônio 239 foi produzido durante a segunda guerra em reatores de grafite e foi elemento fundamental na construção da bomba atômica, foi obtido num reator de grafite, o reator de Hereford, em Washington um reator nós hoje chamamos de reator conversor, pois converte o urânio 238 em plutônio 239. A diferença entre os chamados reatores conversores, breeders ou reatores regenerativos está da taxa dos elementos físséis produzidos para os elementos físséis que são consumidos. Esta taxa, nos reatores de conversão é menor do que 1, e nos reatores do tipo breeder ele é maior do que 1. Esta é a diferença.

O que chamamos de ganho de um reator breeder e que é a quantia que essa taxa excede a unidade. Essa transparência nos mostra as possibilidade desses reatores, temos o número médio de nêutrons produzidos durante o processo de fissão, para o urânio 235, 233 e 239, em função da energia dos nêutrons. Na primeira coluna estão os nêutrons de energia térmica; As duas outras colunas são nêutrons rápidos. Na segunda coluna temos nêutrons de um décimo de milhão de eletrovolts e na última coluna nêutros de um milhão de eletrovolts. A fórmula indicada nos dá ganho do reator e vê-se claramente que ele só pode tornar-se breeder se a for maior do que 2,24. Se analisarmos a primeira coluna dos reatores térmicos, vemos que só poderemos construí-los os com o urânio 233, o elemento

fissel. Ou seja, reatores térmicos breeder só podem ser construídos a partir do tório 232. Se utilizarmos neutrons rápidos, em reatores sem moderadores, os reatores rápidos, vemos que a sua possibilidade de construção depende da utilização do urânio 235 ou do plutônio 239; obviamente o plutônio 239 é o mais eficiente porque o índice é igual a 3.

As perspectivas para a construção de reatores do tipo regeneração só podem ser utilizados reatores rápidos, sem moderação usando como combustível o plutônio 239. Os europeus, particularmente os franceses e os ingleses, tomaram a dianteira nessa linha. Hoje existem, em estágio operacional, dois protótipos: Inglaterra, de 250 megawatts, na Escócia, e outro na França, que é o reator Fênix, um reator rápido. Os franceses, junto com os alemães e os italianos, estão projetando o chamado reator Super-Fênix, 1200 megawatts. Seria ele o primeiro reator breeder comercial para produção de energia. Para construção de um reator rápido, o problema do seu resfriamento é crucial, pois não podemos moderar com água, pois ela faz que a energia dos neutrons diminua e vá para a região térmica. Existem pois duas possibilidades de refrigeração deste reator: gás, que já é utilizado, mesmo nos reatores não breeders, ou metais líquidos. O gás é utilizado porque a densidade dele é tão baixa que não produz moderação dos neutrons. O metal, um elemento pesado diminui a energia de um neutron rápido em colisão elástica com este metal; as linhas francesas e inglesas utilizam sódio líquido como refrigerante do reator.

Os problemas tecnológicos são enormes na construção desses reatores e embora esses protótipos estejam em operação de forma bastante satisfatória, existe uma série de problemas como, por exemplo, a corrosão. O sódio, líquido ou sólido, é muito ativo quimicamente, e a corrosão é um problema que ainda preocupa, além disso, o reator "breeder" envolve plutônio 239.

A outra possibilidade de um reator breeder seria um do tipo térmico, usando urânio ou tório 232, há um protótipo desse reator em construção nos Estados Unidos, o chamado Mountain Salt Reactor. Essa é uma outra linha de reatores do tipo breeder, mas do tipo térmico, e, para elemento fértil usa o tório 232 em lugar do urânio 238.

O reator breeder resolve o problema da matéria prima, pois, ele fabrica o elemento combustível em maior quantidade do que consome. Isto possibilitaria à humanidade, de utilizar indefinidamente a energia nuclear. Entretanto, existem problemas de segurança com relação ao reator breeder rápido, sendo o mais importante o manuseio do plutônio gerado, estimando-se que se os reatores rápidos de regeneração operarem comercialmente, as quantidades de plutônio serão dobradas cada dez ou quinze anos e se calcula que cerca de oitenta toneladas / ano de plutônio 239 serão geradas se 500 reatores rápidos breeder, chamados reatores FBR, Fast Breeder Reactor estiverem em operação. O manuseio de tão grandes quantidades de um produto extremamente tóxico representa um dos problemas mais sérios.

A vida média do plutônio 239 é de 24.400 anos. Nessas condições, a área envolvida num acidente com um reator seria contaminada por dezenas de milhares de anos. É importante que se observe que embora a longo prazo os Fast Breeder Reactors oferecem a perspectiva de uma quase independência dos fornecedores de urânio, eles também dependem do fornecimento de urânio e levando à mesma vulnerabilidade de estruturas que dependem do petróleo. A curto prazo a utilização do FBR necessita de um amplo programa de reatores térmicos e portanto de grande demanda de urânio, uma vez que para iniciar este programa, ele depende do urânio 238, é preciso urânio 238 para produzir o plutônio 239. Depois de atingido um certo nível de estocagem, ficamos independentes de fornecimentos de urânio. Mas no início do programa não escapamos da dependência do urânio 238 e além disso, os reatores rápidos do tipo de regeneração dependem de usinas de re-

processamento. Nós temos que retirar o plutônio para ser utilizado nos reatores normais. Ao passo que as usinas de reprocessamento nos reatores do tipo LWR, de água leve, do tipo PWR, ou BWR, ou qualquer dos tipos de reatores atuais não são necessárias as usinas de reprocessamento. Na realidade, do ponto de vista econômico, elas não são interessantes. Mas elas são interessantes do ponto de vista de domínio da tecnologia, tecnologia visando um programa nuclear mais amplo como a utilização dos reatores de regeneração.

Com o passar do tempo, a utilização crescente da energia nuclear envolve um problema importante e extremamente difícil no momento, o problema do resíduo, do lixo radioativo. Este é um problema ainda não completamente resolvido.

Este diapositivo mostra uma forma corrente para resolver esse problema. Os "black holes", buracos negros, são objetos que nós encontramos em algumas galáxias; a intensidade do campo gravitacional é tão grande, a densidade da matéria é tão grande que, a luz gerada no seu interior não pode escapar. Os senhores sabem, de acordo com a teoria da relatividade, a luz interage com o campo gravitacional é a famosa experiência do desvio da luz, da teoria da relatividade generalizada de Einstein.

Se condensássemos esse sol, a, cerca de meio metro de diâmetro, teríamos um buraco negro. Claro que não afetaria nada por exemplo o movimento da Terra, ele continuaria a ser um ponto central de origem da força gravitacional, mas não receberíamos mais a sua luz do Sol, que ali é gerada por processos de fusão, pois ela não pode escapar desse buraco negro, que passaria a ser um túmulo perfeito. A sugestão ideal seria a utilização de um buraco negro para esse problema... por irônico e inexequível que isso pareça...

Para finalizar quero fazer um breve comentário sobre o problema brasileiro, em particular o acordo Alemanha Brasil. Início por afirmar que o programa nuclear brasileiro veio muito atrasado, começou tarde, nós tivemos um excelente começo no Brasil. Basta dizer que o primeiro reator instalado na América Latina foi o reator do Instituto de Energia Atômica, há cerca de 25 anos. Um reator de cinco megawatts, um reator de pesquisa e que poderia, se naquela época existisse uma política acertada, colocar-nos hoje numa situação bastante privilegiada.

Quero ainda lembrar que há cerca de 10 ou 15 anos os reatores de tório foram cogitados no Brasil e foi formado o chamado Grupo do Tório, neste caso também não houve uma política decisiva no sentido de desenvolver a energia nuclear no Brasil. Hoje nós estamos praticamente na estaca zero.

Decidiu-se agora por uma política agressiva e o governo brasileiro entendeu que é importante para o país dominar essa tecnologia, pra dominá-la a curto prazo, a solução optada foi a da compra de um pacote tecnológico. Mas observem bem, foi a compra de pacote tecnológico completo, envolvendo o problema não somente do reator em si, mas do enriquecimento, embora tenha sido muito discutido porque não adquirimos um processo já provado, mas um ainda em desenvolvimento, o mesmo se aplica à tecnologia de reprocessamento. É isso o que veio nesse pacote tecnológico.

Pode-se comentar, podemos fazer críticas se essa foi a melhor solução ou não, mas esse não me parece o ponto mais importante. O fato é que esse pacote tecnológico foi adquirido, está aí. O problema que mais me preocupa, é que nós devemos olhar daqui pra frente, daqui 10 anos, quando nós terminar esse acordo, em que situação estaremos. Se teremos de comprar novo pacote tecnológico, ou se realmente teremos uma transferência efetiva de tecnologia; mais importante do que isso, é se nós desenvolvemos um problema de formação de pessoal, utilizando institutos de pesquisas e universidades, de maneira que nos assegure no futuro próximo, digamos nos próximos dez anos, condições de decidir qual será o melhor caminho para o desenvolvimento energético do país.

Para completar, creio que foi sugerido se não me engano pelo professor Goldemberg, num debate no Senado, a formação de uma comissão de caráter mais amplo, de nível ministerial para discutir o problema nuclear. Eu diria não ser realmente esta comissão que necessitamos. Necessitamos realmente de uma comissão de caráter muito mais amplo, porque não temos de decidir apenas o problema nuclear, mas o futuro do Brasil; as decisões relativas à matriz energética não podem ser decisões de curto prazo, mas devem envolver decisões a longo prazo. Essas decisões a longo prazo, como disse no início envolvem o desenvolvimento de fontes alternativas cujo desenvolvimento em nosso país ainda é muito precário; no estágio atual de desenvolvimento, elas não poderão substituir os recursos próprios: a única alternativa de que dispomos no momento a curto prazo é a nuclear. Queremos, para o ano 2000, ter outras alternativas e não dependermos somente da nuclear. Se optarmos pela nuclear, repito, nós deveremos fazê-lo com a consciência de que esta é realmente a melhor opção.

Existem outras possibilidades, vários programas já em andamento no Brasil, programa do álcool por exemplo, mas creio que esses programas não prescindem de análise criteriosa, tanto do ponto de vista tecnológica quanto dos pontos de vista social, e econômico, que devem ser analisadas com toda a profundidade para que tenhamos realmente uma garantia de independência da nação.

#### DEBATEDOR PROFESSOR JOSÉ CARLOS AZEVEDO

Desejo iniciar felicitando meu ilustre amigo, professor, homem público e cientista Oscar Sala pela exposição. O problema da energia nuclear situa-se mais no domínio da engenharia, das ciências dos materiais, da eletrônica, da eletrotécnica e coisa dessa natureza do que no domínio da Física, onde o problema foi equacionado talvez há quarenta e tantos anos, pelo menos no que diz respeito à parte teórica.

Gostaria ainda de lembrar a observação do professor Oscar Sala, muito oportuna, ao final da sua palestra, referentes a esses hiatos tecnológicos que surgem, não se sabe bem porque; no início da década de 50, o então presidente e fundador do Conselho Nacional de Pesquisa, o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, de saudosa memória, teve a coragem de antecipar-se, na condução do programa nuclear e dirigiu-se à Alemanha, mantendo contato com os expoentes da ciência alemã da época, em particular com Otto Hamm, visando transferir para o Brasil há 28 anos, máquinas ultra-centrífugas que permitiriam o enriquecimento do urânio. Nessa ocasião, o interventor norte-americano na Alemanha, James Connant embargou a saída dessas centrífugas que, parece só vieram quinze ou vinte anos depois e talvez até estejam enferrujado não sei aonde, mas o fato é que foram-se vinte e oito anos perdidos. Felicito ainda o professor Sala pela sua preocupação na formação de pessoal qualificado. É preciso que as universidades se reordenem, que o poder público, como um todo, conscientize, em particular, a juventude a quem estará afeta a condução dos destinos do nosso país nas próximas décadas, a respeito da gravidade do problema. E que se apercebam de que competência é o ponto crucial de todo o processo tecnológico. Gostaria de perguntar ao professor Oscar Sala o seguinte: o que é que se faz e o que se pode fazer em termos de formação de pessoal qualificado na área da

fusão nuclear, faço esta pergunta porque, sendo ele o presidente da SBPC tem a visão panorâmica da questão e nós, à distância, neste cerrado, infelizmente não a temos. Outra: qual poderia ser a contribuição da universidade brasileira, já na formação de pessoal qualificado e o que vem sendo feito neste setor em termos de estímulo, de orientação dos órgãos a quem estão afetos problemas dessa natureza na formação de recursos humanos. E, por último, felicitar o eminente professor Sala pela sua colocação adequada do problema nuclear brasileiro. Não é um problema de construção dos famosos protótipos, lembro-me muito bem do reator Argonauta construído inteiramente no Brasil, com tecnologia nacional, tendo isso importado naquela ocasião, se não me engano, apenas os controles de grafite nuclear. Se insistirmos nesta tecla de que qualquer tecnologia implica prévia construção de protótipos-desculpem-me a ironia vamos acabar reinventando o telefone. São essas as perguntas que deixo ao professor Sala: qual a contribuição que a universidade vem dando, qual a que ela pode dar desde já qual é a situação da indústria brasileira no que diz respeito à competência tecnológica no setor de engenharia, na indústria básica de construção de reatores e finalmente o que é que se faz em termos de fusão nuclear. Muito obrigado.

OSCAR SALA. Eu iniciaria respondendo com o papel das universidades. A meu ver, as universidades nem sempre reagem prontamente aos programas, fazendo uma pequena digressão, vejo que um dos programas mais intensivos do governo brasileiro é no setor de comunicações. No entanto, poucas são as escolas de engenharia neste país que mantêm cursos de nível adequado em problemas de microondas; vejo por exemplo Itaipu, e a notícia dos jornais, de que o governo decidiu entrar com linhas DC de alta tensão; desconheço a existência de departamentos de engenharia elétrica que estejam trabalhando nesse problema, há algum tempo.

Com relação ao problema nuclear parece-me que a situação é bastante semelhante. São pouquíssimas as universidades que realmente estão se organizando para darem uma contribuição significativa na formação de pessoa, para o desenvolvimento do programa. Insisto entretanto, que boa parte dessa responsabilidade cabe à área de engenharia. E vejo que o ensino de engenharia no Brasil, precisa ser reativado e dinamizado no sentido de atualizarmos a engenharia nacional com relação a muitos desses problemas.

A universidade pode contribuir muito. É evidente que para essa contribuição, é necessário haver compreensão do Governo. É preciso um investimento maciço em universidade. É claro que não cabe à universidade o desenvolvimento de processos que já são conhecidos. Mas cabe à universidade, isto sim, uma outra etapa do problema, que só poderemos resolver se de imediato, prepararmos pessoas com conhecimento profundo da tecnologia moderna. Só então poderemos procurar resolver os problemas mais adequados às nossas peculiaridades a de acordo com os recursos de que dispomos. Realmente, vejo com bastante preocupação o atual programa de treinamento de pessoas nas universidades. Diria mesmo que no campo nuclear a minha preocupação vai mais longe. Não é apenas a preocupação do indivíduo que pode fazer pesquisa, que pode encontrar novas soluções. Mas no país, talvez tenhamos uma, duas, ou três, mas não mais do que os dedos de u'a mão, escolas de engenharia que se preocupem com engenharia de materiais.

Nós temos escolas de metalurgia, mas clássicas; nessa parte de ciência e da engenharia de materiais somos muito pobres e a indústria nuclear depende de maneira extraordinária da parte de engenharia de materiais.

Na realidade, qualquer programa energético é essencialmente um programa de engenharia de materiais.

A segunda questão que me foi feita, relaciona-se à fusão. A fusão, novamente, é um problema tecnológico imenso. O professor Schwartz está aí e talvez possa informar melhor do que eu, a respeito das novas tecnologias, usando laser, por exemplo. São tecnologias extremamente avançadas e de custo altíssimo. No Brasil, pelo que sei, estamos ainda muito no começo. Nós temos um pequeno grupo em São Paulo, no Departamento de Física, que está montando um pequeno Tokamak, temos um pequeno grupo na Universidade de Campinas e um grupo teórico na Universidade do Rio Grande do Sul. É só o que eu conheço nessa área.

## PRODUÇÃO DE ALCÓOL

WALTER BORZANI  
ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Quero externar o meu agradecimento, ao Reitor, de quem recebi o convite para participar desse Encontro e ao professor Cardim, que o coordenou. É uma grande satisfação colaborar com a nossa Universidade de Brasília. Essa satisfação é ainda maior por haver encontrado aqui o meu caro amigo Amadeu Cury, que há muitos anos não via. Agradeço ainda à comissão organizadora por haver indicado como debatedores o coronel Vale, do CTA, e o Dr. Belotti da Petrobrás, o que me deixa mais tranqüilo, pois muitas perguntas poderão ser respondidas com segurança a autoridade, por esses dois companheiros.

Quero iniciar informando minha posição, nesse assunto; não estou em uma conferência, mas uma espécie de "bate-papo" informal com os presentes. Sou engenheiro químico, há trinta anos trabalho em fermentações, em particular, fermentação alcoólica. Como engenheiro químico tenho, além de limitações pessoais, as relativos a conhecimentos de biologia, e micro-biologia e agronomia, que seriam desejáveis numa palestra como esta, para que todas as perguntas pudessem ser respondidas. Por isso peço-lhes que me perdoem, se, por acaso, não responder a determinadas questões.

As pesquisas sobre fermentação alcoólica adquiriram importância há muito pouco tempo; recordo que há trinta anos era difícil conseguir convencer alguém da necessidade de pesquisar fermentação alcoólica; o álcool era considerado "um mal necessário", para alguma coisa que aperecia nas usinas de açúcar. Como a situação no mercado internacional era boa, fazia-se muito açúcar e pouco álcool. Quando a situação se invertia, fazia-se muito álcool e pouco açúcar. Mas o usineiro ou o técnico da usina raramente se davam ao luxo de ver como ocorriam as coisas no setor da fermentação alcoólica. Se a fermentação alcoólica caminhava era porque, ela independia de iniciativas. O rendimento não ia muito alto, e o responsável pela fermentação é um micro-organismo muito resistente, facilmente adaptável a várias condições. Mas os rendimentos eram, e ainda são baixos e a produtividade deixa muito a desejar.

Recordo-me bem das várias tentativas feitas por dois antigos professores da Universidades de São Paulo, o professor Jaime Rocha de Almeida, já falecido, da Escola Luís de Queirós, em Piracicaba. Quanto não lutou, o Jaime de Almeida, para implantar algumas linhas de pesquisa em fermentação alcoólica, especialmente da mandioca. Naquela época, há 30 anos ou 25, anos o professor Renato Fonseca Ribeiro, também tentou convencer da necessidade de fazer-se alguma coisa de maneira sistemática no Brasil.

A verdade é que não havia motivação, não havia interesse, que só apareceu recentemente. Há pouco, conversando com o Coronel Vale, lamentamos que a crise do petróleo trouxe como consequência uma série de coisas positivas, e esta é uma delas.



Portanto, as pesquisas sistemáticas para a produção do álcool etílico vêm sendo feitas há muito pouco tempo; não quero dizer que antes não se fez nada, mas que se fez muito pouco. O resultado é que há hoje uma enormidade de perguntas feitas pelos órgãos governamentais para as quais não há resposta. Ou respostas ainda muito inseguras. Há ainda muitas dúvidas a respeito.

Por mais que se estabeleça cronogramas, e por mais que se façam programas, as pesquisas levam tempo, porque a única previsão segura que se pode fazer é de que haverá imprevistos. O resultado é que, os cronogramas não são obedecidos e os programas têm que ser modificados, pela própria dinâmica do processo.

Vamos conversar um pouco sobre a situação atual das pesquisas da produção de álcool etílico; gostaria de dizer-lhes que não vou fazer referências pormenorizadas sobre as pesquisas no campo agrícola. Irei focalizar o processo industrial, popriamente dito, da fabricação de álcool etílico.

Evidentemente, partimos de matérias primas, e a submetemos a um tratamento apropriado, do qual se obtém o líquido.

No processo do fermentação, o que a experiência mostra é que os aumentos de produtividades são quase sempre decorrentes do uso de micro-organismos adequados. Por isso há uma concentração considerável de esforços na busca de micro-organismos apropriados, e no aperfeiçoamento de micro-organismos conhecidos, neste campo pouco se fez em reação à fermentação alcoólica. Quase nada. São muito recentes os trabalhos sistemáticos de pesquisa para identificar os agentes de transformação mais adequados. O agente de transformação, o micro-organismo, deve suportar elevados teores de álcool etílico, para que se possa trabalhar com líquido muito concentrado em açúcar, e reduzir o tamanho da instalação. Por outro lado, é preciso que esse micro-organismo apresente uma capacidade de se reproduzir com velocidade considerável, e tenha condições de crescer em presença elevada concentração de etanol. Quase nada se fez nesse sentido no campo da fermentação alcoólica. Trata-se de uma pesquisa de longo alcance, que se sabe quando começa mas não tem a menor idéia, de dizer quando acaba. O resultado pode aparecer em seis meses, e pode aparecer em cinco anos.

Há vários grupos no Brasil que se dedicam a esse trabalho, que produzirá resultados daqui a algum tempo. Se tivermos sorte eles poderão aparecer em prazo muito curto. Não sei se os senhores sabem que se desenvolve na Unicamp, liderado pelo professor Lara, que ela está bem interessado, em conseguir que as bactérias fermentem em melhores condições; talvez ela possa ser utilizada depois na fermentação direta do material amiláceo, sem necessidade de tratamentos intermediários. O IPT, a Poli, a ESALQ estão trabalhando em genética de leveduras, com a finalidade de se conseguir leveduras mais adequadas.

Examinemos algumas linhas de fabricação, no que se relaciona à matéria prima: há várias coisas sendo planejadas, em várias instituições do nosso País — peso que o prof. Belotti tem melhores condições que eu de prestar esclarecimentos — entretanto, no Brasil sempre se fez álcool a partir de açúcar, de cana de açúcar. Houve algumas tentativas no passado, na década de 30, de fazer um pouco de álcool de mandioca; faz-se um pouco de álcool de milho, para fabricação de bebidas principalmente, mas o grosso é feito a partir da cana de açúcar. Até hoje, no entanto, não se tem informações seguras sobre, qualidades de cana, tratamentos que devem ser dados a caldos, para colocá-lo em condições favoráveis de fermentação. O Canalçúcar, um órgão interessado no estudo do açúcar e do

alcool, está começando agora nesse tipo de trabalho. Sabe-se, entretanto, que nem todas as qualidades de cana são boas para fermentação alcoólica, mas corrigindo-se adequadamente o caldo, ele se torna bom para a fermentação alcoólica. Isto não se conhece até o momento.

Ainda, não se conhece, por exemplo, uma técnica, um processo adequado para evitar que, na fermentação, se produza quantidades enormes de espuma. Há usinas — e eu soube de uma recentemente — que fazem um trabalho brutal, antes da fermentação, para evitar essa imensa quantidade que se forma, tratam o caldo de cana com cal, aquecem-no, passam-no por um decantador, após o que já meio clarificado ele passa à fermentação, mas antes tem de ser resfriado. É um processo muito caro, mas é o que está sendo feito, e se não fizermos isso, quase 50 por cento do tanque de fermentação fica ocupado por espuma, que não quebra, tremendamente persistente.

Se nós entrarmos no campo das outras matérias primas, os problemas são maiores; sabemos do interesse em fazer-se álcool a partir de mandioca, que existe uma usina experimental em Curvelo, já em funcionamento, o prof. Belotti poderá dar melhores informações a seguir.

Há quinze dias houve uma reunião em São Paulo com o Ministro Ueki, e tivemos a oportunidade de discutir com ele alguns problemas da produção de álcool de mandioca, em que há dois gargalos importantes. Conhece-se pouco da cultura intensiva e extensiva de mandioca no Brasil. Primeiro: a mandioca sendo matéria prima, que provendo amido, e o amido não é fermentável diretamente pela levedura, ele tem que ser hidronizado. Essa hidrólise é feita em duas etapas, uma de cozimento, outra de hidrólise, propriamente dita, para transformar amido em açúcar. O cozimento é o primeiro gargalo na fabricação do álcool de mandioca. E preciso cozinhar aquela enorme mistura de água e mandioca, um material que transmite muito mal o calor. O problema de transferência de calor é sério e exige a aplicação de uma potência considerável de agitação, para que se tenha uma homogeneidade. É este o problema sério na fabricação de álcool de mandioca, até hoje sem solução apropriada. Há um grupo da Escola de Engenharia Mauá, que acaba de apresentar um projeto que interessou o ministro Ueki, e recentemente houve duas visitas da Petrobrás à Mauá. Uma possibilidade consiste em fazer o cozimento com uma tecnologia bastante avançada e aparentemente cara, a de Microondas. Não se trabalhará mais com grandes quantidades de água, mas com a pasta bastante úmida, que é aquecida por microondas em poucos minutos. É possível que dentro de pouco tempo se chegue à instalação de uma usina piloto.

O segundo problema está há na fabricação de álcool a partir de mandioca, hidrólise enzimática. Mas nós não temos, enzimas que são importadas e caras. Surge a necessidade de procurar outras opções, por exemplo a fábrica de álcool teria um tanque, onde, uma vez por semana, fabricar-se-ia o concentrado enzimático para depois fazer a hidrólise, e isto está sendo cogitado em vários laboratórios no país.

Quando passamos da mandioca para outras matérias primas, muito citadas e potencialmente interessantes, os conhecimentos são ainda menores. Pouca coisa se conhece sobre o babaçu, mesmo deixando de lado o problema agrícola, que também é pouco conhecido. Quanto ao processamento, há trabalhos publicados, mas para chegar ao processo industrial há um passo muito longo. Quando se fala em sorgo ou sacarina a situação é mais ou menos a mesma. Há projetos mais recentes citando a banana como matéria prima importante para a fabricação de álcool. A produtividade de álcool a partir da banana em litros por hectare é maior, do que a da cana, mandioca, sorgo e babaçu. São problemas ligados a esse binômio matéria-prima tratamento, o que, mesmo no caso do caldo de cana, ainda se encontram numa fase, que exige trabalho experimental em grande escala.

Fermentação é uma coisa simples: joga-se o caldo dentro de um tanque de fermentação, inocula-se com microorganismos e deixam-se os microorganismos trabalhar. Na realidade, a fermentação alcoólica se faz de qualquer jeito, mas se desja um processo industrial de produtividade elevada, isto não é suficiente, temos que examinar própria geometria do tanque de fermentação. Para desenvolver uma fermentação rotineira, clássica, basta encher um tanque de caldo, jogar o microorganismo e esperar acabar de fermentar. O importante é procurar técnicas de fermentação, que coloquem o microorganismo, do começo até o fim, em condições mais favoráveis de vida.

Há a possibilidade da fermentação contínua. Eu trabalho com fermentação contínua há trinta anos, e acredito nela. Mas é um problema que deve ser examinado, pois ele só foi analisado em pequena escala. Felizmente estão surgindo oportunidades para esses estudos em larga escala.

Um outro processo é descontínuo alimentado: o tanque vai sendo alimentado gradativamente com o caldo e com uma vazão controlada de maneira a manter a concentração de células apropriada. É um processo moderno que se encontra em fase de laboratório. Há ainda o processo fermentação a vácuo, onde se procura, trabalhando num tanque fechado e com uma certa depressão, procurar eliminar, desde o começo o álcool formado e deste modo eliminar o inibidor da atividade celular. Não sei se já tiveram a oportunidade de visitar uma usina de açúcar. Em muitas delas, ao que parece, nem sabem o que é controle: quando muito controlam temperatura, o que em outros casos não é fácil de controlar. No Nordeste, por exemplo, a água já pode chegar a 27°, 28°, de modo que controlar trinta graus é difícil sendo preciso desenvolver linhagens de microorganismos adaptadas a temperaturas mais altas.

Isso para não falar em coisas um pouquinho mais complicadas, o controle de acidez, controle do oxigênio absorvido.

Soube ontem que uma das grandes usinas de São Paulo, uma das mais modernas, ainda não tem idéias do rendimento que terá no processo de fermentação. Chega-se à conclusão que um certo tipo de destilaria funciona bem, e não se muda mais nada. Em quarenta anos, não se fez coisa nenhuma e nós sabemos que em engenharia química, surgiram metodologias novas de trabalho. Métodos que permitem a margem de erro desejada, otimizam todos os processos envolvidos; e isso não se fez até hoje em fermentação alcoólica, ou em nenhum engenho de açúcar. Há um projeto que está sendo apresentado a uma entidade de financiamento, para fazer simular toda uma usina de açúcar e álcool, para deduzir as condições de otimização. Isto não se fez até hoje no Brasil e deverá ser feito em prazo bastante curto.

Todos conhecem o problema da vinhaça; da quantidade enorme de resíduo, com elevadíssimo poder de poluição. Numa destilaria comum o volume de vinhaça produzido é mais ou menos, de umas doze vezes, o volume de álcool produzido, de modo que quando se pensa em 4 bilhões de litro de álcool em 1980, deve-se igualmente pensar no volume de vinhaça. Há várias opções: o uso direto na agricultura, como líquido de irrigação, em digestão anaeróbia, produção de metano que pode ser um bom adubo e o uso para rações. Há aí opções sendo examinadas.

O problema final que eu gostaria de comentar é do tamanho da instalação, e da escala de produção. Não sei se têm visto em documentos oficiais, e não oficiais, a definição de uma unidade padrão, uma destilaria capaz de produzir 120 mil litros de álcool por dia. Levando em conta os objetivos do Programa Nacional do Alcool, e considerando que as zonas alcooleiras são poucas e muito concentradas, aparece o problema da distribuição do álcool produzido. Surgiu a necessidade de se estudar a viabilidade da produção de álcool

em pequena escala, para atender a necessidades locais, que está sendo denominado de mini-destilaria ou micro-destilarias. As micro-destilarias estão sendo estudadas há algum tempo, o projeto está bastante adiantado, já em fase de execução, e entrará em experimentação dentro de um mês. Nesta safra já se terá alguma idéia sobre o funcionamento de uma micro-destilaria, projetada para produzir cerca de 40 mil litros de álcool por ano.

Há algum tempo chegou-se à conclusão que o custo total, inicial, da destilaria, deve estar na faixa dos 500 a 600 mil cruzeiros, o que exigiu um pouco de imaginação no sentido de conseguir materiais de construção não convencionais, o que quer dizer, que vamos procurar fermentar, sem nos preocuparmos com elevadíssimos rendimentos e produtividades. Essa micro-destilaria está sendo montada em Piracicaba. É um projeto do IPT e da Poli. O IPT foi procurado, há algum tempo, por um indivíduo que queria comprar 60 micro-destilarias, o que é uma gotinha d'água dentro daquilo que vai ser necessário. A idéia qual é? A idéia é procurar fazer com que em determinadas regiões elas sejam, mesmo com um rendimento não muito elevado, auto-suficientes.

Creio que expus o necessário de maneira resumida e superficial, e acredito que possamos entrar nos debates.

Muito obrigado.

PALMAS

ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O BRASIL  
PALESTRA PROF. WALTER BORZANI  
DEBATEDORES

PROFESSOR PAULO BELOTTI, DA PETROBRÁS

Inicialmente, agradeço à Universidade pelo honroso convite para participar deste Encontro, que é motivo de grande satisfação, para nós, uma vez que, de certa forma, tenho uma ligação muito íntima com esse problema de energia e em particular do álcool.

Pretendo trazer apenas algumas informações as quais no decorrer dos nossos trabalhos, possibilitem aos participantes produzirem indagações que nos permitam atingir, naturalmente, os objetivos deste Encontro.

Por questões de função, tive uma participação muito grande na condução do Programa Nacional do Álcool. E na elaboração do decreto que o instituiu, na instalação da comissão mista dos trabalhos, e em outras atividades tivemos uma preocupação grande com os assuntos de interesse geral. Assim, a comissão nacional do álcool, quando da apreciação de um projeto, contava basicamente com a participação de quatro ministérios. O ministério da Agricultura, que apreciava os projetos relativos ao álcool de cana de açúcar e de mandioca, entre outros com vistas ao problema de utilização da terra, para que, no âmbito do Programa Nacional do Álcool, não viesse a cultura da cana substituir outras culturas que estivessem produzindo receitas de exportação ou estivessem produzindo alimentos para a população. Esse era o enfoque, por exemplo, do Ministério da *AGRICULTURA NA APRECIÇÃO DE UM PROGRAMA*. No caso do projeto da ampliação de uma destilaria de álcool, que tivesse o objetivo básico de produzir combustível ou matéria prima para a indústria, haveria uma participação muito importante do Ministério do Interior na comissão encarregada de apreciá-lo, com vista a que este projeto alcançasse objetivos sociais. Enfim, que os recursos que fossem proporcionados a esses programas fossem alocados a regiões mais pobres, produzindo, com recursos provindos da venda do combustível uma distribuição de renda. Tentava-se, em geral, realizar coisas desse gênero.

O Ministério de Minas e Energia se preocupava naturalmente com problema da distribuição dos transportes deste combustível no país, o que o Prof. Borzani abordou. Existe, naturalmente, uma concentração, do consumo. Sabemos que, do combustível consumido no Brasil, cerca de 50 ou 60 por cento o são no estado de São Paulo. Cinquenta por cento desse consumo era realizado na própria cidade de São Paulo. Consequentemente, o interesse do Ministério das Minas e Energia, de reduzir os custos de transporte, conflitava com o interesse do Ministério do Interior de distribuir esta produção ao longo de todo o país para obter efeitos sociais e econômicos de outra natureza.

Ao Ministério da Indústria e do Comércio cabia compatibilizar esse problema na produção de açúcar e na de álcool em seus aspectos econômicos globais.

Era esse, enfim, o tipo de debate que se levava a cabo quando da análise desses projetos no âmbito dessa comissão. Trago essas informações, porque às vezes as pessoas que acompanham o problema desde fora não imaginam que essas preocupações existem nas pessoas que estão tratando desses assuntos, mas que, na realidade o estão fazendo com a seriedade que eles merecem.

Criou-se o Programa Nacional do Alcool, mas ele acabou virando um PROBLEMA nacional do Alcool, porque a produção nacional do álcool se multiplicou de tal forma que gerou-se um problema. Um problema de recursos inicialmente, que é hoje um problema de estocagem, um problema de distribuição de álcool, um grande problema financeiro para o país, mas que está sendo atacado nos pontos adequados.

Ele teve o seu sucesso basicamente garantido porque houve um empenho pessoal por parte do Presidente da República, que está muito familiarizado com o problema energético e que tem uma visão ampla do mesmo. Foi através do seu empenho praticamente pessoal que as decisões fluíram e puderam ser implementados.

*O PROGRAMA: Em seus aspectos econômicos* o Programa Nacional do Alcool é objeto de grande controvérsia. Se analisarmos as condições econômicas que vigem em relação ao problema do combustível e das matérias primas, ao problema da inflação, da distribuição de renda, da criação de empregos, etc, compreenderemos porque cada pessoa o analisa sob um determinado aspecto, e tira uma conclusão, que pode ser equivocada.

Darei alguns exemplos. Não pretendo analisá-los, pois não sei se tenho condições de, ao fazê-lo, convencer aos senhores daquilo que eu acho que seja correto, ou o que seria verdadeiramente o correto. Um ponto que gostaria de esclarecer nesta discussão, por exemplo, é o de que a Petrobrás empresa a qual sirvo, pela legislação em vigor, não tem nenhuma participação no Programa Nacional do Alcool. A Petrobrás não é citada em nenhum decreto, em nenhuma regulamentação do Conselho Nacional do Petróleo, ela não é responsável por nenhuma iniciativa com relação ao Programa Nacional do Alcool. A vinculação que existe entre o Programa Nacional do Alcool e o sistema de combustível realiza-se diretamente com o Conselho Nacional do Petróleo e as empresas distribuidoras. A legislação do Programa Nacional do Alcool, por exemplo, reza assim: O Conselho Nacional do Petróleo assegurará aos produtores de álcool etílico, para fins carburantes e para a indústria química, preços de paridade baseados na relação 44 litros de álcool por sessenta quilos de açúcar standard, "e assim por diante. Dessa forma, o Conselho Nacional de Petróleo assegura uma remuneração para o álcool. Mais adiante, a lei diz o seguinte: Para a comercialização do álcool destinado a fins carburantes, o Conselho Nacional do Petróleo estabelecerá um programa de distribuição as empresas distribuidoras de petróleo e ou às empresas distribuidoras que receberão o produto a um preço decidido por esse Conselho": O álcool, pois, é um combustível pronto e acabado que não entra no sistema da Petrobrás. A Petrobrás recebe petróleo, o refina e produz os seus derivados.

O álcool, por outro lado, entra diretamente no sistema de distribuição de petróleo da Esso, da Shell, da Petrobrás Distribuidora, da Texaco, etc. A Petrobrás, conseqüentemente, não tem a responsabilidade da produção de álcool. Mas, evidentemente, ela é influenciada por esse assunto, é acionada administrativamente pelo Conselho Nacional do Petróleo e pelo governo. Para adotar uma série de providências, mas sempre sem ter a responsabilidade da iniciativa e, dentro da vida administrativa do país, uma iniciativa que se tome sem um amparo legal, chocará logo com órgão que é encarregado de executar esta tarefa, o qual, obviamente, tomará medidas para que seja respeitada a sua área de

atuação. Assim sendo, a Petrobrás não tem a incumbência de tomar nenhuma iniciativa nesse campo. E isso, pelo menos até o momento, é o que vem sendo observado.

Mas o Programa Nacional do Alcool, por outro lado, poderá ter uma grande influência na economia da Petrobrás e na economia geral do combustível do país.

Dar-lhes-ei, pois, algumas informações, as quais os senhores poderão avaliar e das quais poderão tirar as suas conclusões. Atualmente, no quadro do consumo de combustível no Brasil, a gasolina representa 25% do consumo, o óleo diesel 26% e o óleo combustível 30%. Já teríamos, pois, mais de 90% do total. Os outros 10% são compostos pelo consumo de naftas, gasolina de aviação, gases liquefeitos de petróleo e outros combustíveis de menos importância. Isso significa que a gasolina, que seria o primeiro derivado do petróleo a ser substituído, com a sua parcela de presente um consumo de 250 mil barris diários.

Atualmente a produção do álcool está sendo misturada à gasolina, a um ritmo de 20 mil barris por dia, o que já representa um contingente apreciável, pois 11% do consumo de gasolina do país já são representados pelo álcool. Se tomarmos esse número em relação ao consumo global de combustível líquido, que é de um milhão de barris por dia, a participação do álcool porém, é de apenas 2% do consumo nacional.

Esses 2% vêm de um crescimento muito expressivo do setor. Para termos uma idéia do mesmo, relembramos que, na safra 1976/77, a produção de álcool foi de 624 milhões de litros. Em 1977/78 a mesma foi de 1.400 milhões de litros. E na safra 1978/79, espera-se uma produção de 2.500 milhões de litros, o que representará quatro vezes mais do que a de 76/77. E nesta safra o álcool amido, com a mistura carburante, crescerá da ordem de 40 a 50 mil barris por dia, para um consumo de gasolina da ordem de 250 mil barris por dia. Então haverá um problema de estocagem, distribuição, armazenagem, financiamento, etc. Essa é uma questão que já foi levantada nos órgãos próprios do governo.

Fornecerei agora aos senhores algumas informações, digamos da importância do Programa do Alcool para o país nesses últimos anos. O que temos atualmente é um mínimo, pois o consumo do álcool ainda é pequeno em relação ao consumo global de derivados. Se tomarmos por exemplo o período entre janeiro e abril de 77 e o período de janeiro a abril de 1978, porém, veremos que o consumo de gasolina no Brasil cresceu de 4%, e que o álcool que foi misturado a essa gasolina representa 2% desse consumo. Isso significa, pois, que o consumo de gasolina para efeitos de balança de pagamentos, cresceu apenas de 2%. A introdução do álcool na mistura dos derivados de petróleo no país conseqüentemente, permitiu que o crescimento do consumo de derivados do petróleo entre janeiro e abril de 78 e janeiro a abril de 77, fosse de 6%. O álcool representou pouco mais de dois por cento desse aumento, o que significa que o mesmo, em termos da balança de pagamentos, foi realmente de 4%, o que permitiu ao país crescer a uma taxa mais elevada sem a ocorrência de um reflexo exagerado desse fato sobre a nossa balança de pagamentos. Esse é um dos efeitos da produção do álcool que consideramos mais positivos em relação ao problema de combustível do país; isso embora, como disse acima, a participação do mesmo em relação ao consumo total ainda seja reduzida.

Com relação ao problema de preços que também é um assunto do interesse geral gostaria de citar uma cifra apenas, para que os senhores pensem sobre ela. A Petrobrás recebe hoje, do sistema encarregado de distribuição de combustíveis, a um preço médio de 2 cruzeiros, o litro de combustível que ela entrega às distribuidoras. Com esses dois cruzeiros, a Petrobrás paga o petróleo, paga aos seus empregados, paga os dividendos aos seus acionistas, faz pesquisa, enfim, amortiza seus investimentos. Naturalmente, esses

dois cruzeiros são o preço médio. Ora, para os efeitos de uma política interna de derivados, esses preços são distribuídos entre os vários produtos para que o governo alcance uma política de combustíveis do país. Assim, por exemplo, o GLT, que é o combustível de consumo domiciliar, também é vendido, digamos, a dois cruzeiros o litro. A Petrobrás recebe a gasolina ao preço de 3 cruzeiros e 60 centavos por litro. O óleo diesel, a Petrobrás recebe a 1 cruzeiro e 80 centavos. E o óleo combustível, que é combustível da indústria, ela recebe a sessenta centavos o litro. Então, para poder vender o óleo combustível à indústria a 80 centavos o litro, a Petrobrás vende a gasolina a 3,60 e recebe o preço médio de realização de seus derivados de 2 cruzeiros.

Ao preço em que a Petrobrás recebe o combustível que são os preços de realização, adiciona-se uma série de outros encargos. O imposto único de combustível: Cr\$ 1,70 no caso da gasolina, por exemplo, há o imposto único de combustível (Cr\$ 1,70), daí a quota da previdência, alíneas para efeito de equalização de transporte interno, há a margem de distribuição, a margem do revendedor, enfim, existe uma série de fatores, que elevam o seu preço pra Cr\$ 8,30 que é o preço atual da gasolina, e que faz o preço do óleo diesel subir a Cr\$ 4,00 partindo de Cr\$ 1,84. É o sistema de combustível, proporcionando recursos a uma série de outras atividades desenvolvidas no país.

Existe, no caso do álcool, estrutura inteiramente diferente, isto é o posto de paridade do álcool, que seria do álcool colocado... PVD (posto, vagão, destilaria), seria já de Cr\$ 4,46. Esse valor seria mais de duas vezes superior ao valor médio que a Petrobrás recebe pelos derivados que entrega. O preço de faturamento do álcool à companhia distribuidora, atualmente, é de Cr\$ 5,15. Para que o produtor do álcool tenha esta remuneração, e o consumidor não pague mais pelo preço final do produto, terá de haver uma redistribuição dessa renda, entre os receptadores da mesma. Um posto único de combustível que proporcione recursos ao DNER para manutenção das estradas, tenha alíneas de fundo para construção de metrô, etc, etc. Naturalmente este é um assunto que tem que ser visto desde um ponto de vista político, pois trata-se de transferir renda para o setor agrícola, para o setor produtor. Estarão usando-se recursos nacionais.

Deste modo a influência do álcool na economia nacional não se tornará um problema, se houver uma participação expressiva do álcool como fonte de combustível. Será necessário um reajustamento muito grande de toda a economia desses setores para que o álcool, como fonte de combustível, não venha a causar maiores transtornos. Um vantagem da produção do álcool é a de que, na safra de 77/78 esta representou a criação de 350 mil empregos. São pessoas que foram ocupadas nesta produção adicional de álcool. Para a produção de dois e meio milhão de litros que se espera este ano esse volume de empregos será da ordem de 500 mil pessoas. Evidentemente, trata-se de uma criação de atividades, de emprego e de renda que não pode ser comparada com muitas atividades industriais existentes no país. Devido a essas vantagens é que a remuneração dos fatores a qual eleva o preço do álcool a quatro cruzeiros por litro, seja pequena em comparação com a do petróleo, que naturalmente não tem esse tipo de encargos.

Em resumo, o álcool custa Cr\$ 4,47, e o produtor recebe Cr\$ 4,47 por litro, e, no caso dos derivados de petróleo, a Petrobrás recebe Cr\$ 2,00. Este é um problema que tem que ser ajustado, é um problema político que o país tem que enfrentar.

Os programas que a Petrobrás desenvolve devem-se principalmente a solicitações no sentido de que ela realiza alguma tarefa. Por exemplo, ela foi encarregada de implantar a usina de álcool de mandioca de Curvelo. Ela já está pronta, está funcionando, tem tido problemas principalmente mecânicos e de equipamentos, de ajustamentos e de suprimento de mandioca com uma certa constância. Obviamente, esse é um empreendimento pioneiro.



Talvez não exista experiência nenhuma no mundo, do cultivo de mandioca na escala em que foi feita em Curvelo, por assim exigí-lo o porte da usina.

Finalmente, direi que a Petrobrás, pela sua própria finalidade, dirige todo o seu esforço à prospecção petrolífera no país. Acreditamos que o petróleo ainda será a fonte básica de energia do mundo nos próximos vinte, ou trinta anos. E assim sendo, a empresa dispense mais de 50% dos recursos de que ela dispõe nos programas de pesquisa e produção de petróleo.

Os resultados nos últimos anos estão sendo bastante promissores. Acreditamos que a economia do petróleo ainda resistirá por muito tempo às investidas de outras fontes de energia. Evidentemente, trata-se de um exercício de futurologia, e amanhã poderá haver qualquer dificuldade econômica, por exemplo que torne o petróleo excessivamente oneroso.

Mas no caso do Brasil, acreditamos que o álcool tenha um lugar: que a produção do álcool, se conseguirmos desenvolvê-la, vai ser absorvida, pois ela hoje representa apenas dois por cento do nosso consumo de derivados. Evidentemente, o álcool tem suas limitações: os investimentos necessários são grandes. Para substituir a gasolina que nós consumimos hoje no Brasil, 250 mil barris diário, aproximadamente, seria necessária uma área de 250 mil km<sup>2</sup> de área plantada de cana-de-açúcar. Isso, naturalmente, supondo-se determinados rendimentos por hectare. Se se pensar em substituir todo o consumo de derivados de petróleo por álcool, sem se levar em conta a relação de poder energético, seria necessária uma área da ordem de um milhão de quilômetros quadrados de área plantada de cana-de-açúcar, o que representaria mais área do território nacional. Esse tipo de problemas naturalmente, só ocorrerá num futuro distante trinta, quarenta anos de nós mas trata-se de uma especulação sobre a qual deve se pensar.

## PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL LEGISLAÇÃO E DADOS

DECRETO nº 80.762, de 18 de novembro de 1977.

Consolida as disposições sobre o Programa Nacional do Alcool e dá outras providências.

O Presidente da República, usando das atribuições que lhe confere o artigo 81, item III, da Constituição,

### D E C R E T A :

Art. 1º — O Programa Nacional do Alcool — PROÁLCOOL, destinando ao atendimento das necessidades dos mercados interno e externo e da política de combustíveis automotivos, passa a reger-se pelas disposições do presente Decreto.

Art. 2º — A produção do álcool, oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo, será incentivada através da expansão da oferta de matéria-primas, com especial ênfase no aumento da produtividade agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação das novas unidades produtoras, anexas e usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

Art. 3º — A implantação do PROÁLCOOL será atribuída:

- a) ao Ministério da Fazenda;
- b) ao Ministério da Agricultura;
- c) ao Ministério da Indústria e do Comércio;
- d) ao Ministério das Minas e Energia;
- e) ao Ministério do Interior;
- f) à Secretaria de Planejamento da Presidência da República.

Art. 4º — À Comissão Nacional do Alcool — CNAÍ, composta de representantes dos órgãos citados do artigo anterior e presidida pelo Secretário-Geral do Ministério da Indústria e do Comércio, compete:

- a) definir as participações programáticas dos órgãos direta e indiretamente vinculados ao Programa, com vistas a atender à expansão da produção do álcool;
- b) definir os critérios de localização a serem observados na implantação de novos projetos de destilarias, atendidos os seguintes aspectos principais;
  - I — redução de disparidades regionais de renda;
  - II — disponibilidade de fatores de produção para as atividades agrícolas e industrial;

III – custo de transportes;

IV – necessidade de expansão de unidade produtora mais próxima, sem concorrer com fornecimento de matéria-prima à mesma unidade;

c) estabelecer a programação anual dos diversos tipos de álcool, especificando o seu uso;

d) decidir sobre o enquadramento das propostas e/ou projetos para modernização, ampliação ou implantação de destilarias de álcool nos objetivos do Programa;

e) definir os critérios de localização a serem observados na implantação de unidades armazenadoras.

Parágrafo único – o instituto do açúcar e do Alcool IAA propiciará apoio técnico e administrativo à Secretaria-Executiva da CNAI, a qual analisará os pleitos apresentados pelo interessado para modernização, ampliação ou implantação de destilarias de álcool, na forma estabelecida em roteiros próprios, emitindo parecer para apreciação final pela Comissão.

Art. 5º – Os investimentos e dispêndios relacionados com o Programa serão financiados pelo sistema bancários, especificamente:

a) os destinados a instalação, modernização e/ou ampliação de destilarias e instalações de unidades armazenadoras, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico-BNDE, pelo Banco do Brasil S/A, pelos Bancos do Nordeste do Brasil S/A, pelo Banco da Amazônia S/A, pelos Bancos Estaduais de Desenvolvimento ou pelos Bancos Comerciais Oficiais Estaduais possuidores de Carteira Industrial, quando nos respectivos Estados não existam Bancos de Desenvolvimento.

b) os destinados à produção de matérias-primas pelo Sistema Nacional de Crédito Rural.

Parágrafo único – O Conselho Monetário Nacional – CMN definirá as fontes de recursos a serem utilizadas e estabelecerá as condições de realização dos financiamentos.

Art. 6º – O Conselho Nacional do Petróleo-CNP assegurará aos produtores de álcool etílico, para fins carburantes e para a indústria química, preços de paridade baseados na relação de 44 (quarenta e quatro) litros de álcool por 60 (sessenta) quilogramas de açúcar cristal “standar”, na condição PVU (Posto Veículo na Usina) ou PVD (Posto Veículo na Destilaria) sujeitos a ágios ou deságios, em função das especificações técnicas do tipo adquirido, fixados pela IAA:

§ 1º – Para fins do disposto no “caput” deste artigo, o imposto sobre Circulação do Mercadorias – ICM, incidente sobre a matéria-prima utilizada na produção do álcool para fins carburantes, será adicionado ao valor de paridade açúcar/álcool.

§ 2º – Para o álcool destinado a outros fins industriais ou comerciais, o IAA estabelecerá, para os produtores, preços de paridade, na forma deste Artigo.

Art. 7º – Para garantia da comercialização do álcool destinado a fins carburantes, o CNT estabelecerá um programa de distribuição às empresas distribuidoras de petróleo e/ou às empresas consumidoras, que receberão o produto a um preço a ser decidido por esse Conselho.

§ 1º – As indústrias químicas, quando utilizarem o álcool em substituição e insumos importados, terão que suprir os efetivados pelo CNP e ao preço do litro do álcool a 100% (cem por cento) em peso a 20º C, na base de até 35% (trinta e cinco por cento) do preço do quilograma do eteno, fixado pelos órgãos do Governo.

§ 2º – Os estoques de álcool retidos para fins carburantes ou para suprimento à indústria química, serão financiados aos produtos na conformidade do que for estabelecido pelo CMN e calculados sobre os preços oficiais de paridade, exclusive tributos, nas condições PVU ou PVD.

§ 3º – Os recursos para financiamento dos estoques de álcool retidos, serão alocados pelo CMN, admitida a utilização da parte disponível da receita se gerada pela comercialização do álcool carburante.

Art. 8º – O IAA estabelecerá para o mel residual preço básico em função do valor do álcool adquirido nas condições do artigo 6º, considerada à relação do 550 (quinhentos e cinquenta) quilogramas de açúcares redutores totais (AERT) por 1.000 (um mil) quilogramas na condição PVU ou PVD.

Parágrafo único – O preço base assegurado neste artigo variará segundo as quantidades de açúcares redutores totais (ART) do mel residual.

Art. 9º – Os recursos gerados na comercialização do álcool carburante serão escriturados pelo CNP na alínea "t", artigo 13, item II da Lei nº 4.452, de 1964 acrescida pelo artigo 3º do Decreto-Lei nº 1.420 de 1975, e destinar-se-ão, prioritariamente, a atender ao disposto no artigo 7º, parágrafo primeiro deste Decreto e, na forma definida pelo CMN, suprir recursos para os financiamentos de que trata a alínea "a" do artigo 5º, as operações referidas no § 3º do artigo 7º e a projetos visando no aprimoramento da tecnologia do uso do álcool carburante, à pesquisa e à assistência técnica a produção de matérias-primas.

Art. 10º – As exportações de mel residual ou de álcool de qualquer tipo ou graduação, para os mercados externos, serão promovidos pelo IAA ou por intermédio de empresa privadas, quando expressamente autorizadas por esse Instituto.

Parágrafo único – Ficam ressalvados os contratos de venda para exportação, já firmados e homologados pelo IAA antes da data de vigência deste Decreto, cujas quantidades ainda estejam pendentes de embarque

Art. 11 – O IAA estabelecerá as especificações técnicas para mel residual e álcool de quaisquer tipos e origem.

Art. 12 – Ficam sujeitas à inscrição no IAA todas as destilarias de álcool, anexas ou autônomas, qualquer que seja o tipo de matéria-prima utilizado.

Art. 13 – O presente Decreto entrará em vigor na data da sua publicação, revogados os Decretos nº 76.593, de 14 de novembro de 1975, nº 77.749, de 07 de junho de 1976, e nº 77.807, de 10 julho de 1976, e as demais disposições em contrário.

Brasília, 18 de novembro de 1977, 156º da Independência e 89º da República.

Ernesto Geisel  
Mário Henrique Simonsen  
Alysson Paulinelli  
Angêlo Calmon de Sá  
Shigeaki Ueki  
João Paulo dos Reis Velloso  
Mauricio Rangel Reis.

**PRODUÇÃO DE ALCÓOL**  
**CONFRONTO DAS SAFRAS DE 1976/77 e 1977/78**  
**UNIDADE: LITRO**

REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	1976/77			1977/78 (*)		
	TOTAL	ANIDRO	HIDRATADO	ANIDRO	TOTAL	HIDRATADO
NORTE-NORDESTE	77 561 424	21 645 310	55 916 114	160 524 923	109 797 566	50 727 357
Pará . . . . .	1 425 000		1 425 000	1 357 000		1 357 000
Maranhão . . . . .	630 320		630 320	913 751		913 751
Piauí . . . . .	341 600		341 600	260 700		260 700
Ceará . . . . .				5 972 700	5 972 700	
Rio Grande do Norte						
Paraíba . . . . .	57 400		57 400	16 121 552	14 270 552	1 851 000
Pernambuco . . . . .	60 328 670	17 184 540	43 144 130	107 027 690	71 028 874	35 998 816
Alagoas . . . . .	14 778 434	4 460 770	10 317 664	28 871 530	18 525 440	10 346 090
Sergipe . . . . .						
Bahia . . . . .						
CENTRO-SUL . . . . .	547.424.377	254 566 573	292 857 804	1 258 464 077	1 028 761 789	229 702 288
Minas Gerais . . . . .	15 480 942		15 480 942	27 093 761	2 987 500	24 106 261
Espírito Santo . . . . .	6 952 440		6 952 440	8 004 621		8 004 621
Rio de Janeiro . . . . .	43 658 835	5 404 527	38 254 308	93 741 463	52 152 315	41 589 148
São Paulo . . . . .	460 524 103	244 147 446	216 376 657	1 093 816 522	948 460 344	145 356 178
Paraná . . . . .	15 216 760	5 014 600	10 202 160	27 634 330	23 895 730	3 738 600
Santa Catarina . . . . .	3 974 393		3 974 393	4 907 480		4 907 480
Rio Grande do Sul . . . . .						
Mato Grosso . . . . .						
Goiás . . . . .	1 616 904		1 616 90	3 265 900	1 265 900	2 000 000
BRASIL . . . . .	624 985 801	276 211 883	348 773 918	1 418 989 000	1 138 559 355	280 429 645

(\*) Posição em  
16.04.78

**PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL**  
**PROGRAMA CONTRATADOS**  
**POSIÇÃO EM 15.04.78**

Bancos	Nº de Contratados	Capacidade de produção acrescida 10º l/safra	Investimento Industrial Cr\$ mil	Financiamento Industrial Cr\$ mil	Recursos Liberados Cr\$ mil
BB . . . . .	60	1 205,8	6 075 728,8	4 435 154,9	2 694 668,9
BNB . . . . .	8	151,4	1 134 209,2	763 903,0	240 189,5
BANDEPE . . . . .	8	71,2	296 935,6	249 716,0	179 810,5
BADESP . . . . .	3	31,5	95 552,0	85 193,2	61 689,1
BD-RIO . . . . .	1	27,0	121 600,0	118 722,7	64 689,6
BDMG . . . . .	1	17,8	64 283,1	54 099,5	54 099,5
BRDE . . . . .	1	21,6	131 156,7	93 000,0	52 394,2
BE-AL . . . . .				45 492,0	18 655,0
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>1 526,3</b>	<b>7 919 465,4</b>	<b>5 845 281,3</b>	<b>3 366 196,4</b>

\* Caso de Consórcio de bancos (BNB-BEAL) computado apenas o valor do financiamento.

**PROGRAMA NACIONAL DO ALCOOL  
FINANCIAMENTO AO SETOR INDUSTRIAL  
QUADRO RESUMO**

SITUAÇÃO DOS PROJETOS	NÚMERO DE PROJETOS	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO ADICIONAL (10 <sup>6</sup> l/SAFRA)	PRÓPRIOS + FINANCIAMENTOS (Cr\$ 10 <sup>6</sup> )	FINANCIAMENTOS (Cr\$ 10 <sup>6</sup> )
ENQUADRADOS	170 (a)	3.237,0	20.436,0 (b)	15.350,0 (b)
APRESENTADOS AOS AGENTES FINANCEIROS	132	2.385,3	14.906,2	11.112,6
APROVADOS PELOS AGENTES FINANCEIROS	96	1.757,9	9.589,2	7.202,1
CONTRATADOS PELOS AGENTES FINANCEIROS	82	1.526,3	7.919,5	5.845,3
COM DESEMBOLSO PELOS AGENTES FINANCEIROS	78	1.470,3	7.414,7	5.449,3 (c)
REFINANCIADOS PELO BANCO CENTRAL	52	855,8	3.611,9	2.669,3 (d)

FONTES: - Quadro de propostas enquadradas no PROÁLCOOL - posição em 28.02.78 da CNAI  
- Projetos apresentados aos agentes financeiros - Posição em 15.04.78 do BACEN

OBSERVAÇÕES: a) Incluídos 7 (sete) projetos de complementação de equipamentos em destilarias já existentes  
b) Setor Industrial e Agrícola referente ao quadro de propostas enquadradas no PROÁLCOOL - Posição em 28.02.78 CNAI  
c) Valor já desembolsado Cr\$ 3.366.196.300,00  
d) Valor liberado pelo BACEN Cr\$ 1.717.806.600,00

## 6 - Incremento da produção

A análise comparativa entre a capacidade de produção de álcool instalada antes da implantação do Programa e a situação atual, considerando as propostas já enquadradas, é representada no quadro seguinte, onde pode ser constatado um acréscimo da ordem de 358%.

SITUAÇÃO DAS DESTILARIAS					
REGIÃO	ANTERIORES AO PROGRAMA (A)		CONSIDERADAS AS PROPOSTAS JÁ ENQUADRADAS (B)		VARIÇÃO % B/A
	10 <sup>6</sup> l	Incidência	10 <sup>6</sup> l	Incidência	
Centro/Sul	751,0	83	2.934,2	71	290,7
Norte/Nordeste	152,6	17	1.206,4	29	690,7
<b>BRASIL</b>	<b>903,6</b>	<b>100</b>	<b>4.140,6</b>	<b>100</b>	<b>358,2</b>

O quadro a seguir demonstra a distribuição das propostas enquadradas, segundo a região e o tipo de destilaria:

REGIÃO	TIPO		
	ANEXAS	AUTÔNOMAS	TOTAL
Centro/Sul	58	50	108
Norte/Nordeste	30	25	55
BRASIL	88	75	163

Os incentivos atualmente concedidos pelo Governo, através dos organismos oficiais de crédito mencionados, compreendem:

a - Setor Industrial

financiamento de até 80 e 90% do investimento e juros de 17 e 15% a.a., respectivamente para as Regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste; amortização em 12 anos e 3 carência.

b - Setor Agrícola

financiamento de até 100% do investimento, variando a amortização do custeio de 1 a 3 safras e das inversões fixas de 5 a 12 anos, com 2 de carência e juros de 13 e 15%, em função do valor do mútuo.

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO				MATÉRIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO	
	Município	Estado		DIÁRIA (10 <sup>3</sup> l/24h)		TOTAL (10 <sup>6</sup> l/Safra)					Inicial	Regime
				Atual	Autorizada	Atual	Autorizada					
Mundo Sampaio S.A. (Us. Roçadinho)	S. Miguel dos Campos	AL	Anexa	90,0	13,5			Cana	BB	27.01.76	76/77	77/78
Agro Industrial São Gonçalo S.A.	Japaratinga	AL	Autônoma	120,0	32,7			Cana	BB	31.03.76	78/79	82/83
Central Açucareira Spº Antônio	S. Luiz do Quitundo	AL	Anexa	90,0	16,7			Cana	BB	03.05.76	77/78	77/78
Industrial Porto Rico S.A.	Campo Alegre	AL	Anexa	60,0	10,8			Cana	BB	31.05.76	76/77	76/77
Usina Cansanção de Simimbu S.A.	Penedo	AL	Autônoma	270,0	50,2			Cana	BB	20.08.76	77/78	81/82
Cia. Agro Industrial Cinema Irmãos (Usina Bititinga)	S. Miguel dos Campos	AL	Anexa	120,0	18,0			Cana	BNB e BEAL	26.10.76	77/78	78/79
S.A. Leão Irmãos-Açúcar e Alcool Industrial Porto Rico S.A.	Messias	AL	Anexa	90,0	17,8			Cana	BB	02.02.77	77/78	78/79
Industrial Porto Rico S.A.	Rio Largo	AL	Anexa	12,0	2,6	2,6		Cana	BNB	16.03.77	77/78	77/78
Cia. Açucareira Norte de Alagoas	Campo Alegre	AL	Anexa	60,0	10,8	10,8		Cana	BB	28.04.77	77/78	77/78
Dest. Aut. de Alcool Maciapa Ltda.	Porto Calvo	AL	Anexa	180,0	26,9			Cana	BNB	28.04.77	77/78	79/80
Nivaldo Jatobá - Empr. Agroind.	Porto Calvo	AL	Autônoma	150,0	10,8	10,8		Cana	BB	28.04.77	77/78	77/78
Usina Serra Grande S.A.	Roteiro	AL	Autônoma	180,0	26,1			Cana	BB	06.06.77	78/79	81/82
Destilaria Porto Alegre Ltda.	São José da Lage	AL	Anexa	65,0	3,7	3,7		Cana	BNB	06.06.77	77/78	79/80
S.A. Usina Coruripe - Aç. e Alcool	Col. Leopoldina	AL	Autônoma	60,0	10,8			Cana	BB	17.08.77	78/79	78/79
ALAGOAS (15)	Coruripe	AL	Anexa	167,0	1.937,0	27,9	338,8	Cana	BB	23.02.78	78/79	78/79
Usina Cruangi	Timbaúba	PE	Anexa	22,0	2,6	2,6		Cana	BANDEPE	27.01.76	76/77	76/77
Usina Barra S.A.	Vicência	PE	Anexa	60,0	7,7			Cana	BANDEPE	20.08.76	77/78	79/80
Mendes Lima S.A. - Indústria e Comércio (Usina Trapiche)	Sirinhaém	PE	Anexa	45,0	8,1	8,1		Cana	BB	20.08.76	77/78	77/78
Usina Salgado S.A.	Ipojuca	PE	Anexa	60,0	9,0			Cana	BANDEPE	20.08.76	77/78	77/78
Usina Massauassu S.A.	Escada	PE	Anexa	60,0	8,3			Cana	BANDEPE	26.10.76	77/78	77/78
Usina Central N.S. de Lourdes	Macaparana	PE	Anexa	25,0	3,7			Cana	BANDEPE	26.10.76	76/77	76/77



PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCOOL JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCOOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO			MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO	
	Município	Estado		DIÁRIA (10 <sup>3</sup> l/24h)	TOTAL (10 <sup>6</sup> l/Safra)					Inicial	Regime
					Atual	Autorizada					
Usina Barão de Suaçuna S.A. Usina Central Barreiros S.A. Usina Matary S.A. Usina Estreliano S.A. Pessa de Mello, Ind. e Com. S.A. (Usina Aliança) Usina Petribu S.A. Usina Água Branca S.A. Companhia Usina Tijuma Alvorada Agropecuária Ltda.	Escada	PE	Araxa	60,0	8,2	Cana	BANDEPE	26.10.78	77/78	77/78	
	Barreiros	PE	Anexa	155,0	3,0	Cana	BANDEPE	30.11.76	78/79	78/79	
	Nazaré da Mata	PE	Anexa	75,0	2,0	Cana	BANDEPE	17.03.77	78/79	79/80	
	Ribeirão	PE	Anexa	120,0	11,3	Cana	BNB	20.10.77	78/79	78/79	
	Aliança	PE	Anexa	102,0	17,8	Cana	BANDEPE	20.10.77	78/79	78/79	
	Lagoa do Itaenga	PE	Anexa	130,0	16,1	Cana	BANDEPE	23.02.78	78/79	78/79	
	Quipapá	PE	Anexa	40,0	5,0	Cana	BANDEPE	23.02.78	78/79	78/79	
	São Lourenço da Mata	PE	Autônoma	120,0	21,0	Cana	BANDEPE	23.02.78	78/79	81/82	
	Glória de Goitá	PE	Autônoma	90,0	13,4	Cana	BNB	23.02.78	78/79	80/81	
	PERNAMBUCO (15)			217,0	1.257,0	33,8					
Cia. Agroindustrial Stª Helena Usina Santa Maria S.A. Destilaria Miriri S.A. Agro-Ind. de Camarutuba Ltda. Una Agro Industrial Ltda. Agro Industrial Alcomeniva Ltda Agro-Industrial Tabu Ltda. Usina Sant'Ana S.A.	Sepé	PB	Anexa	60,0	9,0	Cana	BB	27.01.76	76/77	76/77	
	Areia	PB	Anexa	40,0	6,0	Cana	BB	27.01.76	76/77	76/77	
	Sapé	PB	Autônoma	120,0	20,1	Cana	BB	24.02.76	78/79	79/80	
	Mataracá	PB	Autônoma	120,0	21,6	Cana	BNB	09.07.76	79/79	81/82	
	Sapé	PB	Autônoma	120,0	20,0	Cana	BB	20.08.76	79/80	81/82	
	Santa Rita	PB	Autônoma	60,0	10,0	Mandioca	BB	16.03.77	77/78	77/78	
	Caaporá	PB	Autônoma	120,0	21,6	Cana	BB e BNB	20.10.77	78/79	81/82	
	Santa Rita	PB	Anexa	60,0	8,7	Cana	BNB	23.02.78	78/79	80/81	
	PARAÍBA (8)			700,0	117,0						
	Coop. Agric. Mista de Anacoíaba Ltda. Química Industrial Paulista (*) Cia. Agro Ind. da Serra Ibiapaba Cia. Agrícola Eliseu Batista Cia. Agro Ind. Vale do Curu Carin	Araçoiaba	CE	Autônoma	120,0	19,5	Cana	BB	26.10.76	78/79	80/81
Sobral		CE	Autônoma	180,0	65,7	Mandioca	PROTERRA e FINOR	16.03.77	77/78	77/78	
Ibiapina		CE	Autônoma	120,0	18,0	Cana	BNB	17.08.77	78/79	80/81	
Cascável		CE	Autônoma	60,0	18,0	Mandioca	BB e FINOR	20.10.77	78/79	80/81	
Pacacuru		CE	Anexa	120,0	18,0	Cana	BNB	23.02.78	78/79	80/81	
CEARÁ (5)			600,00	139,2							
Usina Estivas S.A. Destilaria Sata Formosa S.A. Cia. Açucareira Vale do Ceará Mirim (Usina São Francisco) Diamante Agro Ind. S.A. - DAISA	Arês	RN	Anexa	60,0	9,0	Cana	BB	27.01.78	76/77	78/79	
	Baía Formosa	RN	Autônoma	120,0	21,6	Cana	BB	24.02.76	78/79	79/80	
	Ceará-Mirim	RN	Anexa	90,0	14,2	Cana	BNB	23.02.78	78/79	80/81	
	Ceará-Mirim	RN	Autônoma	120,0	20,0	Cana	BDRN	28.02.78	79/80	82/83	
RIO GRANDE DO NORTE (4)			390,0	64,8							

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO			MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO		
				DIARIA (10 <sup>3</sup> l/24h)	TOTAL (10 <sup>6</sup> l/Safra)					Inicial	Regime	
					Atual	Autorizada						Atual
Agro Industrial Fazendas Unidas Agro Industrial Sul Norte S.A.	Itacoatiara Silves	AM AM	Autônoma Autônoma	120,0	21,0	21,0	Cana	EB SUDAM e BASA	21.12.76 28.04.77	78/79 79/80	78/79 81/82	
				180,0	27,0	27,0						
AMAZONAS (2) Cia Agroindustrial Vale do Parnaíba - CONVAP Agrobrás Química Ltda. Alcool Motor do Piauí S.A. - AMOPISA	José de Freitas Uruçuí	PI PI	Autônoma Autônoma	150,0	45,0	45,0	Cana Mandioca	BNB e BEPI BB	16.03.77 20.10.77	78/79 78/79	82/83 80/81	
				240,0	71,9	71,9						
PIAUI (3) Costa Pinto Agroindustrial S.A.	Aldeias Altas	MA	Autônoma	570,0	143,9	143,9	Cana	BNB	16.03.77	77/78	79/80	
MARANHÃO (1) Usina Vassouras S.A.	Capela	SE	Anexa	120,0	21,6	21,6	Cana	BB	30.11.76	77/78	77/78	
SERGIPE (1) Macafé S.A. - Imp. e Exportação	Caravelas	BA	Autônoma	30,0	4,5	4,5	Cana	BB	20.08.76	79/80	82/83	
BAHIA (1) REGIÃO NORTE/NORDESTE (55)				384,0	6.264,0	61,7	1.115,5	Cana	DESENBANCO			

PROPOSTAS DE COMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ENQUADRADAS  
REGIÃO NORTE/NORDESTE

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	TIPO DE OPERAÇÃO	MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO		
	Município	Estado							
Gramone Ind. e Agr. S.A. - GIASA Usina Estreliana S.A. Cia. Usina Bulhões Usina Paranaguá S.A. Cia. Agro Industrial N. S. do Carmo	Pedras de Fogo Ribeirão Jaboatão Terra Nova Pombos	PB PE PE BA PE	Autônoma Anexa Anexa Anexa Anexa	Complementação de equipamentos Complementação de tancagem Complementação de tancagem Complementação de tancagem Complementação de tancagem	Cana Cana Cana Cana Cana	BB BNB BANDEPE BB BANDEPE	17.08.77 20.10.77 20.10.77 28.01.78 28.02.78		

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO			MATÉRIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO	
	Município	Estado		DIÁRIA (10 <sup>3</sup> l/24h)	TOTAL (10 <sup>6</sup> l/Safra)					Inicial	Regime
					Atual	Autorizada					
Destilaria Alcídia S.A.	Theodoro Sampaio	SP	Autônoma	300,0		45,0	Cana		17.1.275	78/79	80/81
Destilaria Guaricanga S.A.	Presidente Alves	SP	Autônoma	120,0		18,2	Cana	BB	24.02.76	78/79	80/81
Irmãos Biagi S.A. (Us. Da Pedra)	Serrana	SP	Anexa	60,0	9,7	27,0	Cana	BB	31.03.76	77/78	77/78
Cia. Açucareira Vale do Rosário	Morro Agudo	SP	Anexa	30,0	4,3	42,6	Cana	BB	31.03.76	76/77	79/80
Usina Santa Elisa S.A.	Sertãozinho	SP	Anexa	180,0	27,0	45,0	Cana	BB	31.03.76	77/78	77/78
Usina Açucareira S. Manoel S.A.	São Manuel	SP	Anexa	120,0	12,2	40,0	Cana	BADESP	03.05.76	78/79	78/79
Usina Açucareira de Jaboticabal (Usina São Carlos)	Jaboticabal	SP	Anexa	30,0	4,7	14,0	Cana	BB	03.05.76	76/77	76/77
Cia. Ind. e Agrícola S. João	Araras	SP	Anexa	190,0	20,4	67,5	Cana	BB	03.05.76	77/78	80/81
Colombo S.A. (Dest. Bela Vista)	Ariranha	SP	Autônoma	60,0		10,8	Cana	BB	03.05.76	77/78	77/78
Cia. Agrícola Faz. S. Martinho	Pradópolis	SP	Anexa	210,0	30,5	94,4	Cana	BB	31.05.76	77/78	78/79
Fundação Sinhá Junqueira (Usina Junqueira)	Igarapava	SP	Anexa	40,0	6,0	51,0	Cana	BB	31.05.76	78/79	80/81
Usina Costa Pinto S.A.	Piracicaba	SP	Anexa	80,0	13,4	40,2	Cana	BB	31.05.76	77/78	77/78
Usina São Luiz S.A.	Ourinhos	SP	Anexa	45,0	6,6	15,4	Cana	BB	31.05.76	78/79	78/79
Usina São Domingos S.A.	Catanduva	SP	Anexa	40,0	6,0	24,0	Cana	BADESP	09.07.76	77/78	78/79
Atílio Balbo S/A (Us. Sto. Antônio)	Sertãozinho	SP	Anexa	40,0	6,0	24,0	Cana	BB	09.07.76	76/77	77/78
Usina São José S.A.	Rio das Pedras	SP	Anexa	10,0	1,5	6,0	Cana	BB	09.07.76	77/78	77/78
Cia. Ind. e Agrícola de Sta. Bárbara	Sta. Bárbara	SP	Anexa	60,0	9,8		Cana	09.07.76	77/78	78/79	77/78
Com. e Construtora Balbo Ltda	Ribeirão Preto	SP	Autônoma	90,0	13,5		Cana		77/78	78/79	77/78
Destilaria Univaldem S.A.	Valparaíso	SP	Autônoma	240,0	36,2		Cana	BB	09.07.76	79/80	81/82
J. Pilon e Cia. Ltda. (Us. Sta. Maria)	Cerquillo	SP	Anexa	60,0	9,0		Cana	BB	20.08.76	77/78	80/81
Usina Maringá S.A.	Araraquara	SP	Anexa	338,0	19,5	51,0	Cana	BB	20.08.76	77/78	77/78
Agro Industrial Jataí S/A	Luiz Antônio	SP	Autônoma	120,0		21,0	Cana	BB	20.08.76	79/80	79/80
Indústria e Comércio de Alcool	Araraquara	SP	Anexa	60,0	8,7		Cana	BB	30.11.76	77/78	77/78
Usina Açucareira Sta. Luiza Ltda.	Novo Horizonte	SP	Anexa	60,0	9,0		Cana	BB	30.11.76	76/77	76/77
Usina São José da Estiva S.A.											

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO			MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO		
	Município	Estado		DIÁRIA (10³ V/24h)	Autorizada	Atual				TOTAL (10⁶ l/Safra)	Inicial	Regime
Cia. Açucareira de Penápolis (Usina Campestre)	Penápolis	SP	Anexa	40,0	130,0	6,0	19,5	Cana	BADESPE	30.11.76	76/77	78/79
Usina Santa Rosa S.A.	Boituva	SP	Anexa		60,0		9,0	Cana	BB	30.11.76	76/77	79/80
Açucareira Santo Alexandre S.A.	Mococa	SP	Anexa		60,0		9,0	Cana	BB	30.11.76	78/79	79/80
Açúcar e Alcool São Luiz S.A.	Pirassununga	SP	Anexa	60,0	150,0	9,0	21,1	Cana	BB	30.11.76	77/78	77/78
Us. Barra Grande de Lençóis S.A.	Lençóis Paulista	SP	Anexa	120,0	240,0	18,0	36,0	Cana	BB	30.11.76	76/77	77/78
Usina Martinópolis S.A.	Serrana	SP	Anexa	15,0	75,0	2,5	11,3	Cana	BB	30.11.76	77/78	81/82
Açucareira Zillo-Lor-anzetti S.A. (Usina São José)	Macatuba	SP	Anexa	120,0	240,0	18,0	36,0	Cana	BB	30.12.76	77/78	77/78
Bandeira Agro Industrial S.A.	Tupá	SP	Autônoma		60,0		10,3	Cana	BB	02.02.77	77/78	79/80
Açucareira Corona S.A.												
(Usina Bonfim)	Guariba	SP	Anexa	150,0	390,0	13,4	48,3	Cana	BB	02.02.77	77/78	77/78
Usina Catanduva S.A.	Ariranha	SP	Anexa	60,0	420,0	9,2	56,6	Cana	BB	02.02.77	77/78	78/79
Ormetto, Pavan S.A. (Us. S.ª Cruz)	Amen. Brasiliense	SP	Anexa	60,0	400,0	11,8	48,4	Cana	BB	02.02.77	77/78	80/81
Cia. Industrial e Agrícola Ormetto (Usina Iracema)	Iracomápolis	SP	Anexa	190,0	430,0	15,3	64,5	Cana	BB	02.02.77	77/78	79/80
Usina Albertina S.A.	Sertãozinho	SP	Anexa	40,0	100,0	3,9	15,0	Cana	BB	02.02.77	77/78	78/79
Cia. Açucareira São Geraldo	Sertãozinho	SP	Anexa	80,0	200,0	8,9	30,0	Cana	BB	02.02.77	77/78	77/78
Usina Cerradinho S.A.	Catanduva	SP	Anexa	15,0	135,0	3,3	20,0	Cana	BADESPE	02.02.77	77/78	78/79
Usina Açucareira Ester S.A.	Cosmópolis	SP	Anexa	90,0	160,0	6,2	19,7	Cana	BB	02.02.77	77/78	79/80
Irmãos Zanin S.A. (Us. Zanin)	Araraquara	SP	Anexa	60,0	120,0	3,9	18,0	Cana	BB	02.02.77	77/78	79/80
Usina Santa Adélia S.A.	Jaboticabal	SP	Anexa	60,0	180,0	5,8	27,0	Cana	02.02.77	77/78	79/80	
Usina Modelo S.A.	Piracicaba	SP	Anexa	28,0	118,0	2,1	17,7	Cana	BB	77/78	77/78	77/78
Turbina Santa Maria Ltda.	Ariranha	SP	Autônoma		120,0		18,0	Cana	BB	16.03.77	77/78	77/78
Alfa Agropecuária Ltda.	Severínia	SP	Autônoma		120,0		18,0	Cana	BADESPE	28.04.77	78/79	79/80
Dest. Água Limpa Ltda.	Monte Aprazível	SP	Autônoma		90,0		13,5	Cana	BB	28.04.77	78/79	80/81
Usina Santa Fé Ltda.	Nova Europa	SP	Anexa	30,0	150,0	3,6	22,5	Cana	BB	28.04.77	77/78	80/81
Usina Açucareira Guarani S.A.	Severínia	SP	Anexa	40,0	160,0	4,8	19,3	Cana	BB	28.04.77	77/78	78/79
Usina Porto Feliz	Porto Feliz	SP	Anexa	50,0	120,0	6,0	13,9	Cana	BB	28.04.77	77/78	78/79
Maracá S.A.-Agric. e Pecuária	Maracá	SP	Anexa	40,0	100,0	4,8	16,2	Cana	BB	28.04.77	78/79	78/79

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO			MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO	
	Município	Estado		DIÁRIA (10³ l/24h)	TOTAL (10³ l/Safra)					Inicial	Regime
					Autorizada	Atual					
Dest. Nova Esperança Ltda. Dest. Autônoma Londra Ltda. Destilaria Moema Ltda. Irmãos Biagi S.A. (Us. Da Pedra) Usina Santa Rita S.A. Cia. Agr. e Ind. St. Adelaide Usina Martinópolis S.A. Destilaria Pioneiros Ltda. Aurélio Nardini Coop. dos Produtores de Aguardente de Cana e Alcool do Estado de São Paulo - COPACESP	Cesário Langa	SP	Autônoma	90,0	26,0	Cana	BB	28.04.77	77/78	78/79	
	Avaré	SP	Autônoma	60,0	9,0	Cana	BB	28.04.77	77/78	77/78	
	Orindúva	SP	Autônoma	120,0	25,2	Cana	BADESP	23.02.78	79/80	81/82	
	Serrana	SP	Anexa	180,0	27,0	Cana	BB	23.02.78	78/79	78/79	
	Stª Rita do Passa Quatro	SP	Anexa	25,0	3,8	Cana	BB	23.02.78	78/79	78/79	
	Dois Córregos	SP	Anexa	60,0	9,0	Cana	BADESP	23.02.78	78/79	78/79	
	Serrana	SP	Anexa	75,0	11,3	Cana	BB	23.02.78	78/79	78/79	
	Sud-Menucci	SP	Autônoma	90,0	13,6	Cana	BB	28.02.78	80/81	81/82	
	Vista Alegre do Alto	SP	Autônoma	60,0	9,0	Cana	BB	28.02.78	78/79	79/80	
	Piracicaba	SP	Autônoma	90,0	210,0	44,1	Aguard.	BB	28.02.78	78/79	78/79
	SÃO PAULO (60)			3.011,0	10.811,0	404,1					
	Casquel - Agric. e Indust. S.A. Dest. Alcool Major Infante S.A. Cia. Agro. Pec. Lincoln Junqueira Usina Noroeste do Paraná S.A. DESTIPAR - Dest. Paranaense S.A. Agrícola e Ind. Vale do Panema Dest. de Alcool Tavorense Ltda. Dest. de Alcool N. Pioneiro Ltda. Usina de Alcool Ibaiti Ltda. Destilaria Goió-Erê Ltda. Cooperativa Agrícola de Astorga Agro Industrial Santa Laura S.A. Destilaria Nhundiaguara Ltda. Coop. Agrária dos Cafeicultores de Nova Londrina - COPAGRA	Camborá	PR	Autônoma	60,0	9,0	Cana	BB	17.12.75	76/77	76/77
		S. Ant. de Platina	PR	Autônoma	120,0	21,6	Cana	BRDE	02.05.76	78/79	78/79
		Colorado	PR	Autônoma	120,0	18,0	Cana	BB	09.07.76	79/80	81/82
Paranavaí		PR	Autônoma	120,0	19,8	Cana	BADEP	20.08.76	78/79	79/80	
Guaratuba		PR	Autônoma	130,0	23,0	Cana	BRDE	02.02.77	78/79	81/82	
C. Proçópio		PR	Autônoma	90,0	15,0	Cana	BB	02.02.77	79/80	81/81	
Joaquim Távora		PR	Autônoma	120,0	19,4	Cana	BRDE	06.06.77	79/80	79/80	
Ribeirão de Pinhal		PR	Autônoma	120,0	19,4	Cana	BB	06.06.77	79/80	79/80	
Ibaiti		PR	Autônoma	90,0	14,6	Cana	BB	06.06.77	79/80	81/82	
Moreira Sales		PR	Autônoma	120,0	20,2	Cana	BB	17.08.77	79/80	80/81	
Astorga		PR	Autônoma	120,0	20,2	Cana	BB	17.08.77	79/80	80/81	
Ibaiti		PR	Autônoma	120,0	18,0	Cana	BB	17.08.77	79/80	82/83	
Morretes		PR	Autônoma	120,0	21,6	Cana	BB	23.02.78	79/80	81/82	
Nova Londrina		PR	Autônoma	120,0	25,2	Cana	BB	23.02.78	79/80	81/82	
PARANÁ (14)			1.570,0	265,0							

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCOOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCOOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO				MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO		
	Município	Estado		DIÁRIA (10 <sup>3</sup> l/24h)	TOTAL (10 <sup>3</sup> l/Safra)		UTILIZAR				ENQUADRAMENTO	Inical	Regime
					Atual	Autorizada							
Destilaria Sr <sup>e</sup> Engrácia S.A. Usina Mendonça Ltda. Petróleo Brasileiro S.A. Us. Acuc. Delta/Uberaba S.A. Us. Aradnópolis-Açúcar e Alcool Cia Açucareira Rio Grande Destilaria Campo Redondo Ltda. Indústria de Alcool do Nordeste Ltda. - ANIDRONORTE	Fronteira	MG	Autônoma		90,0		13,5	Cana	BDMG	12.12.75	79/80	79/80	
	Conquista	MG	Anexa		120,0		17,8	Cana	BDMG	09.07.76	77/78	79/80	
	Curvelo	MG	Autônoma	120,0	60,0		19,2	Mandioca	BB	21.12.76	78/79	79/80	
	Campo do Meio	MG	Anexa				18,0	Cana	BDMG	02.02.77	78/79	80/81	
Passos	Alfenas	MG	Anexa		120,0		16,2	Cana	BDMG	16.03.77	77/78	78/79	
					90,0		13,5	Cana		16.03.77	78/79	79/80	
					60,0		10,5	Cana	BDMG	16.03.77	78/79	81/82	
Montes Claros	MG	Autônoma		120,0		36,0	Mandioca	BNB	20.10.77	78/79	80/81		
780,0						144,7							
TOBASA - Tocantins Óleo de Babacu Usina São Jorge S.A. destilaria Samambaia S.A. Construtora Ocidental Ltda. Destilaria Boa Esperança Ltda. Agropecuária Trúba Ltda.	Tocantínópolis	GO	Autônoma		30,0		9,0	Babaçu	SUOAM	27.01.76	79/80	79/80	
	Formosa	GO	Autônoma		240,0		36,0	Cana	BB	03.05.76	78/79	79/80	
	Cristalina	GO	Autônoma		240,0		35,8	Cana	BB	20.08.76	79/80	81/82	
	Luziânia	GO	Autônoma		150,0		45,0	Mandioca	BB	21.12.76	79/80	79/80	
	Formosa	GO	Autônoma		240,0		35,8	Cana	BB	28.04.77	78/79	81/82	
Catalão	GO	Autônoma		120,0		18,0	Cana	BB	20.10.77	78/79	81/82		
1.020,0						179,6							
Destilaria Aquarius S.A. Destilaria R.S. Ltda. Destilaria Rio Brilhante Shiop Agroquímica S.A. Usina Jaciara S.A.	Pedro Gomes	MT	Autônoma		120,0		18,2	Cana.	BB	27.01.76	79/80	81/82	
	Sidrolândia	MT	Autônoma		120,0		18,0	Cana	BB	31.03.76	79/80	81/82	
	Rio Brilhante	MT	Autônoma		210,0		35,0	Cana	BB	31.03.76	78/79	80/81	
	Chap. Quimariães	MT	Autônoma		150,0		45,0	Mandioca	BB	03.05.76	79/80	81/82	
	Jaciara	MT	Anexa		90,0		13,5	Cana	BB	23.02.78	78/79	78/79	
690,0						129,7							
Cia. Usina Cambahyba Usina Santa Cruz S.A. Usina Sapucaia S.A. Usina São José S.A. Agrind. São João S.A.-AGRISA Usina São João (B. Lyandro) Usina Novo Horizonte S.A. Cia. Usina Do Oesteiro Fazendas Reunidas Miranda S.A.	Campos	RJ	Anexa		90,0		10,8	Cana	BB	27.01.76	77/78	77/78	
	Campos	RJ	Anexa		20,0		7,2	Cana	BB	27.01.76	77/78	77/78	
	Campos	RJ	Anexa		60,0		7,2	Cana	BB	27.01.76	77/78	77/78	
	Campos	RJ	Anexa	45,0	135,0		5,4	Cana	BB	31.05.76	76/77	78/79	
	Cabo Frio	RJ	Autônoma		180,0		27,0	Cana	BD-RIO	20.08.76	78/79	82/83	
	Campos	RJ	Anexa		90,0		9,8	Cana	BB	02.02.77	77/78	77/78	
	Campos	RJ	Anexa		30,0		3,4	Cana	BD-RIO	02.02.77	78/79	80/81	
Campos	RJ	Anexa		150,0		21,6	Cana	BB	17.08.77	78/79	78/79		
Conceição de Macabu	RJ	Autônoma		240,0		36,8	Cana	BB	23.02.78	78/79	79/80		
125,0						1,155,0							
16,8						160,8							
125,0						160,8							

PROPOSTAS PARA MONTAGEM DE DESTILARIAS DE ALCÓOL  
JÁ ENQUADRADAS NO PROGRAMA NACIONAL DO ALCÓOL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO				MATERIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO	SAFRA DE PRODUÇÃO	
	Município	Estado		DIÁRIA (10³ l/24h)		TOTAL (10⁶ l/Safra)					Inicial	Regime
				Atual	Autorizada	Atual	Autorizada					
Usina Palmeiras S.A. Usina Linhares S.A.-Ag. e Alcool Cristal - Dest. Aut. de Alcool S.A.	Itapemirim Linhares Conceição da Barra	ES ES ES	Anexa Autônoma Autônoma	10,0	60,0	1,3	8,0	Cana Cana Cana	BB BB BB	09.07.76	76/77	80/81
					180,0		27,0			26.10.76	79/80	82/83
					120,0		25,2			23.08.78	89/81	82/83
ESPIRÍTO SANTO (3)				10,0	360,0	1,3	60,2					
Cia. Dist. Ind. Sul Catarinense Alcoosul S.A.	Litoral Sul	SC SC	Autônoma Autônoma		120,0		38,4	Mandioca Mandioca	BADESC BADESC	30.11.76	79/80	80/81
	Litoral Sul				120,0		36,0			23.02.78	79/80	80/81
SANTA CATARINA (2)					240,0		74,4*					
REGIÃO CENTRO/SUL (108)				3.146,0	16.626,0	422,2	2.605,4					
BRASIL (163)				3.530,0	22.890,0	483,9	3.720,9					

PROPOSTAS DE COMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ENQUADRADAS  
REGIÃO CENTRO/SUL

INTERESSADO	LOCALIZAÇÃO		TIPO DE DESTILARIA	TIPO DE OPERAÇÃO	MATÉRIA PRIMA A UTILIZAR	AGENTE FINANCIADOR INDICADO	DATA DO ENQUADRAMENTO
	Município	Estado					
Destilaria São Pedro Ltda. Usina Da Barra S.A.-Aç. e Álcool	Campos Barra Bonita	RJ SP	Autônoma Anexa	Complementação de tancagem Complementação de tancagem	Cana Cana	BB BADESP	06.067 17.087
TOTAL CENTRO/SUL (2)							
TOTAL BRASIL (7)							

PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DO ÁLCOOL

SAFRA	PRODUÇÃO (10 <sup>6</sup> l)
78/79	2.309,4
79/80	3.364,4
80/81	3.934,0
81/82	4.239,0
82/83	4.596,3
83/84	4.734,6
84/85	4.822,0
85/86	4.822,0
86/87	4.822,0



ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O BRASIL  
PALESTRA PROF: WALTER BORZANI  
INTERVENÇÃO DOS DEBATEDORES

CORONEL SÉRGIO REIS VALE DO CENTRO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA

Da palestra do Professor Borzani, guardei dois aspectos. O primeiro, o da carência atual de um esquema de pesquisa sistemática cobrindo as várias etapas e vários trechos do trabalho muito grande que se desenvolve no âmbito do Programa Nacional do Alcool. Este pela sua própria grandiosidade, tem de abranger um extenso leque de trabalhos. Trabalhos que, no campo da pesquisa, comecem de aspectos como irrigação, plantio, matéria prima, que já foram mencionados e também aspecto dos trabalhos de transformação ao nível de microorganismos, controle de processos, rendimento, estudo dos resíduos, o próprio processo de transformação, os bens de capital, aspecto da escala de produção, estudos acerca de motores e veículos, e também incluam métodos para conduzirmos essas tarefas, além dos aspectos de comercialização, distribuição e mistura mencionado pelo Dr. Belotti.

pioneiro. A mandioca para ser cultivada em largas extensões talvez não exista experiência nenhuma no mundo, do cultivo de mandioca na escala em que foi feita em Curvelo. Por assim exigi-lo o porte da usina.

Finalmente, direi que a Petrobrás, pela sua própria finalidade, dirige todo o seu esforço à prospecção petrolífera no país. Acreditamos que o petróleo ainda será a fonte básica de energia do mundo nos próximos vinte, ou trinta anos. E assim sendo, a empresa dispense mais de 50% dos recursos de que ela dispõe nos programas de pesquisa e produção de petróleo.

Os resultados nos últimos anos estão sendo bastante promissores. Acreditamos que a economia do petróleo ainda resistirá por muito tempo às investidas de outras fontes de energia. Evidentemente, trata-se de um exercício de futurologia, e amanhã poderá haver qualquer dificuldade econômica, por exemplo que torne o petróleo excessivamente oneroso.

Mas no caso do Brasil, acreditamos que o álcool tenha um lugar: que a produção do álcool, se conseguirmos desenvolvê-la, vai ser absorvida, pois ela hoje representa apenas dois por cento do nosso consumo de derivados. Evidentemente, o álcool tem suas limitações: os investimentos necessários são grandes. Para substituir a gasolina que nós consumimos hoje no Brasil, 250 mil barris diário, aproximadamente, seria necessária uma área de 250 mil km<sup>2</sup> de área plantada de cana-de-açúcar. Isso, naturalmente, supondo-se determinados rendimentos por hectare. Se se pensar em substituir todo o consumo de derivados de petróleo por álcool, sem se levar em conta a relação de poder energético, seria necessária uma área da ordem de um milhão de quilômetros quadrados de área plantada de cana-de-açúcar, o que representaria mais área do território nacional. Esse tipo de problemas naturalmente, só ocorrerá num futuro distante trinta, quarenta anos de nós mas trata-se de uma especulação sobre a qual deve se pensar.

Esse foi um aspecto que eu guardei, qual seja o da preocupação tecnológica que se tem em relação ao álcool. Por outro lado eu notei o belíssimo trabalho de pesquisa acerca das microdestilarias, as quais, por não usar enormes recursos, mas, pelo contrário, por aproveitar a capacidade ociosa a meu ver se transformará na realidade no grande vetor de interiorização e, de certa forma, de solução do problema que aqui foi abordado.

Na realidade, o Dr. Belotti expressou os fatos muito corretamente. Há atualmente um Programa Nacional do Alcool que nos preocupa bastante a todos, visto que já estão encomendadas destilarias que produzirão de três a quatro bilhões de litros, nos próximos dois anos.

Nesse momento, esbarra-se no limite da mistura de vinte por cento de álcool na gasolina e surge uma imensa dúvida sobre o que fazer com a produção que será subseqüentemente digamos, três ou quatro bilhões de litros exigida de novas destilarias.

Situaria o meu aporte a este seminário como estando em uma posição intermediária entre a do Dr. Borzani e a do Dr. Belotti. Minha contribuição será a de alguém que está mais acostumado a lidar com o problema da transferência da tecnologia, com o problema da implantação dos trabalhos industriais e que, portanto, tem interesse na área do Dr. Borzani, que é a dos aspectos de pesquisa, os aspectos acadêmicos também na do Dr. Belotti, cuja ênfase está no aspecto empresarial do assunto.

Acredito que a minha colaboração possa ser expressão dos quase dez anos de trabalho que estamos tendo precisamente sobre o tema. Um testemunho que começa em 70 e vai até 78, quando passo à chefia do Departamento de Motores, e me debruço mais sobre o problema industrial propriamente dito. Oito ou nove anos ao longo dos quais mantivemos centenas de conversações sobre todos esses aspectos, a par de um extenso diálogo com áreas do MIC, com a área de Minas e Energia, com uma quantidade de indústria e institutos e tivemos debates bastante profundos sobre aspectos específicos com a secretaria de tecnologia industrial do MIC, nas quais a meu ver, esses dois aspectos que mencionei acima sempre estiveram presentes.

De um lado, está o problema micro-econômico da empresa, mesmo uma empresa como a Petrobrás, uma empresa estatal, e do outro a problemática nacional como um todo, o que exige, conseqüentemente, um certo aspecto de maturação. Essa maturação que será evidentemente lenta e, no exercício de futurologia que também farei durante a minha apresentação, as surpresas pró e contra certamente aparecerão.

Assim sendo, proponho os seguintes tópicos: acredito que o tema que aqui foi abordado, especificamente, pela apresentação do Dr. Borzani, esta dúvida do excesso do álcool levando a um problema em relação à procura, poderia ser traduzido como sendo uma questão genérica, a qual pretendo abordar. Em havendo oferta maior do que os vinte por cento de gasolina, coisa já pacificamente aceita experimentada, pois já há quase mil veículos integrando frotas experimentais através do país, em havendo esta oferta, como equacionar a conseqüente demanda sobre esse excesso do oferta? Bem, acredito que a maturação do Programa Nacional do Alcool se estenderá de 1976 até 1980, devendo o problema, na realidade, ser resolvido no quinquênio que se segue, que é o quinquênio 1980/85.

Assim, o testemunho que trago aos senhores é o de que, no CTA desde 1972/73 aproximadamente quando se começou a trabalhar com o Conselho Nacional do Petróleo, há um elenco de trabalhos em curso. Esses trabalhos não é absolutamente referente aos pontos nominalmente citados apenas, como o são os do Instituto Nacional de Tecnologia, da STI, da USP, através do seu trabalho com as micro e mini destilarias, ou como os da CTA na área de motores. Ou como Curvelo.

Há, na realidade, um trabalho muito grande, que é o do debate nacional acerca deste tema. Há um trabalho também de grandes proporções, que é a experimentação do sistema de gestão do Programa Nacional do Alcool, trabalho este que está sob a responsabilidade do CNA - da Comissão Nacional do Alcool. Há um posicionamento do esquema de produção, onde cada produtor, onde cada plantador, onde cada interesse de usineiro ou de entregador da cana ou uma outra matéria prima, onde a decisão sobre se vai tratar de uma destilaria mestra, ou de uma destilaria autônoma, onde esses diversos aspectos espalhados pelas regiões produtoras no momento, se traduzem nos três ou quatro bilhões de litros já sendo ofertados, e que são os vinte por cento misturáveis à gasolina.

Os trabalhos tecnológicos especificamente, como o da USP, o do CTA, que é do conhecimento de todos, o do INT, à par das experiências de transferência de tecnologia nas quais pequenas indústrias nacionais, como por exemplo a Motorit, recebem a tecnologia desenvolvida, no caso a tecnologia de transformação de motores, e estas fazem retíficas para as micro-indústrias de produção de motores, e estas fazem retíficas para as micro-indústrias de produção daquela tecnologia transferida. Elas se apresentam em bancos de ensaio, em preparação e melhoria de sua engenharia de produto, no desenvolvimento de esquemas de folhas de processo, na aquisição de especificações, no diálogo com os usuários, na definição de como fazer a logística da reposição de peças ou da captação dos compradores, ou seja, das frotas experimentais - a experiência que se for em conjunto com a Petrobrás, com diversas destilarias, com os produtores, para que haja em paralelo a logística da entrega, da distribuição, do armazenamento, a logística de custos a que se referiu o Dr. Belotti, esse somatório de coisas, traduzido nas frotas, que são o aspecto de ponta, ou traduzidas em trabalhos de geração, como esse das micro e mini destilarias. Trabalho este sendo realizado por uma TELESP, por uma COTEL, pelo CTA, pelas indústrias que se preparam para produzir as destilarias ou os novos tipos de destilarias, esse somatório representa um trabalho de conscientização universal crescente, de certa forma pressionado pela preocupação com a pressão, também crescente, do problema de carência de petróleo, que seja em vinte, seja em trinta, seja em dez anos, é, contudo, em termos nacionais, um problema futuro. Em paralelo a Petrobrás prossegue destilando os vinte por cento de gasolina no álcool, em cidades cada vez mais numerosas.

Vejamos o que vai acontecer nos dois ou três próximos anos 78, 79 e 80. Quanto ao vetor tecnológico, que no momento é o vetor mais ativante de todas essas conversações, acredita-se que a situação seja a seguinte, aproximadamente: o CTA está no momento trabalhando ativamente em um motor específico para álcool. Não é o motor que usa mistura. Toda a frota pode receber os vinte por cento de mistura por parte dos veículos de ciclowatt, os veículos pequenos, os automóveis de um modo geral. Estamos trabalhando no motor especificamente desenhado para álcool, aproveitando as características termodinâmicas, o modor típico de queimar deste combustível dentro do motor. Pretendesse, contando com a experiência dos anos anteriores, com tudo o que se conseguiu aprender em cinco anos quebrando motores nos bancos de ensaio, inserir neste motor características que o tornem igual, senão superior ao correspondente ciclowatt a gasolina. Vamos bem. Os ensaios com álcool ligado ao óleo diesel, campo absolutamente virgem, têm como meta um dez por cento de álcool adicionado ao óleo diesel. Considerando-se a mistura acima mencionada, e considerando-se que o setor gasolina e o setor diesel são mais ou mesmo iguais, em havendo a hipótese, que vai delineando-se a de modo cada vez mais nítido de chegarmos a esse novo tipo de mistura, teríamos o seguramente algo da ordem de mais dois bilhões de litros a serem consumidos, sem maiores alterações nas frotas rodantes. A alteração, se processaria no modo de mesclar esse combustível, no momento, começam ainda a nível de estudos iniciais, as tentativas de se queimar o álcool de mesma forma que

se queima o óleo diesel, ou o óleo combustível. Evidentemente, tem-se um grande cuidado acerca disso, que é o cuidado de ter bom senso. Isto contudo, não pode ser aplicado em todas as regiões do território nacional. Mas essas regiões aumentarão na medida dos sucessos dos experimentos, do êxito das frotas experimentais, dos pilotos experimentais, etc. Haverá regiões que necessariamente terão de apelar para esta nova possibilidade que lhes é oferecida.

Inicia-se também a pesquisa com o óleo vegetal, um outro componente desta mescla ligada com o álcool. Seja o óleo vegetal misturado, seja ele puro, seja ele com o diesel.

Em paralelo com este trabalho tecnológico estão despontando polos de produção e consumo de álcool. Polos estes que ainda são bastante vagos, ainda são conversações mais ou menos subterrâneas, mas que terão um aspecto sui generis, visto que eles serão a integração do plantio com as destilarias, seja a nível das fazendas, seja a nível de cooperativas, ou seja, surgirão a partir da transformação ao nível desses 50 a 60 mil litros por ano, ou de dois a dez mil litros por dia, ou mesmo das grandes destilarias entre 60 a 120 mil litros por dia. Mas o fato é que ali haverá o plantio, haverá a transformação e em seguida a população de motores que usem álcool como substituto ou complementando o uso do óleo combustível. Então, estas verdadeiras ilhas econômicas, serão um enorme vetor de interiorização e de generalização do uso do álcool, criando uma economia sui generis, como disse, que será típica de certas micro-regiões.

Todos estes aspectos nos levam a algumas conclusões, e aqui começa o exercício de futurologia, em termos daquilo que se intui chegaremos a ter ao fim do quinquênio, em fins de 1979 ou durante o ano de 1980. O quinquênio que terá passado, terá sido tipicamente experimental. Ele terá sido, através de experiências que nos forneceram dados quantitativos, um definidor de todos os aspectos relacionados ao tema.

Um aspecto também tônico do quinquênio, que me parece importante, é o de que ele não se caracterizará por ter sido um grande consumidor de recursos. Ele se caracterizará mais pelas terras plantadas em cana ou em outras coisas, tendo sido aproveitado apenas o seu esforço adicional sobre capitais fixos ou sobre mão de obra já preexistentes naquelas regiões alcooleiras, pela união destas poupanças privadas para, em fazendas ou em cooperativas, traçar o programa de interiorização, as chamadas ilhas econômicas.

Creio, pois, que o quinquênio, ao realizar as experiências acima delineadas e dessa forma definir o que será possível no futuro será um quinquênio que aproveitará as ociosidades existentes sem a captação de imensos recursos, como aqueles que serão utilizados no Programa Nacional do Álcool.

Diria assim, que o quinquênio 76/80 será uma espécie de despertar, mas um despertar consciente. Embora ainda não tenhamos a metodologia, a sistemática a que se referiu o prof. Borzani, temos para os próximos anos uma experiência acumulada suficiente como para conduzirmos conscientemente esta avaliação de possibilidades. Creio, pessoalmente que o aspecto preço, do combustível, importará relativamente menos, na medida em que provavelmente ocorrerá um aumento maior do preço do petróleo e dos seres derivados. Ou surpresas como essas a que se referiu o ilustre professor Belotti.

Acredito firmemente que as micro-destilarias, sem muitos recursos adicionais, ampliarão de muito o programa. Pode-se mesmo dizer que paralelamente à implementação destas, haverá uma melhora inesperada, dos aspectos sociais, dada a mini-injeção de divisas na economia, dado o aspecto de que a riqueza, estando implantada, se expressará em aspectos absolutamente inesperados nessas regiões mais ou menos remotas, onde haverá, pela inexistência de outras possibilidades, um relativo império da oferta do álcool.

Acredito que aparecerá também esta consciência de que o petróleo se tornará relativamente escasso, dentro de uma certa sequência de racionamento temporal. Pensaremos acerca de trinta ou vinte ou dez anos das nossas projeções não serão na realidade, menos do que isso. O diretor técnico da Volkswagen, escreveu três artigos sobre este mesmo assunto: no primeiro há cerca de 10 anos atrás, ele já pensava em trinta a quarenta anos. No artigo intermediário mais recente, ele falava de vinte. Ele agora fala do mesmo assunto com uma perspectiva de cinco a dez anos.

Neste quadro de coisas, creio que o surgimento, das ilhas alcooleiras, com uma economia integrada, à par da generalização da mistura em gasolina e em diesel e o surgimento do micro-indústrias nacionais, seja de bens de capital, seja de motores, seja de coisas outras que aparecerão, serão as grandes características daquilo que vem pela frente. 1980 permite antever uma procura de uma meta pelo menos duas vezes superior à atual, de vinte por cento de álcool na gasolina. Seria algo de ordem de 3 a 4 bilhões de litros para mistura na gasolina, nas grandes cidades, 1,5, talvez 2 bilhões de litros, para misturar com diesel, 1 a 2 bilhões de litros para essas micro-regiões ou para frotas cativas de grandes empresas estatais e de outros empreendimentos públicos, os correios, as grandes companhias ou mesmo para certos posicionamentos que se inovarão na área da alcooquímica. Tendo isto, evidentemente, pertence ao futuro.

Eu não vejo, por causa da economia de escala, como as multinacionais possam entretimentos fabricar os motores. O ponto econômico, parece-me, está bastante aquém da capacidade instalada ou do corte das linhas de fabricação de motores das multinacionais. Neste aspecto vejo uma enorme oportunidade para que órgãos como a CTA, façam uma maciça transferência de tecnologia para pequenas indústrias genuinamente nacionais, inclusive engenharia de produto, fazendo-as galgar a um ponto bastante acima da sua atual situação.

E creio, afinal, que estará alinhavada uma economia alcooleira até 1980 de tal forma que, no período 80/85, possamos raciocinar em termos do somatório dessas possibilidades com uma substituição do petróleo bastante mais contributiva do que a do quadro que ora se antevê: algo, atrevo-me a dizer, da ordem de um quarto do espectro de petróleo. A ênfase será colocada, naturalmente, em certas micro-regiões, dada a sua aptidão alcooleira. O Nordeste, a região de Pernambuco e Alagoas, certas regiões de São Paulo e do norte do Paraná, de certa forma Campo Grande até o norte do Rio Grande do Sul, certos lugares da Amazônia - por exemplo, o conjunto Altamira-Belém-Manaus, Altamira produzindo e Belém e Manaus consumindo. Vejo, pois, essa possibilidade da existência de polos, à par do uso genérico das misturas. A experiência em curso redefinirá 80 ou 85 de um modo sistêmico, porém gradativo.

## ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O BRASIL PALESTRA PROFESSOR WALTER BORZANI SESSÃO DE PERGUNTAS

PERGUNTA DO REITOR DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,  
PROFESSOR JOSÉ CARLOS DE AZEVEDO

Desconhecendo o assunto, tenho duas perguntas, talvez elementares demais. Se o Brasil tivesse um vasto parque industrial com a finalidade de aproveitar o boi inteiro, o couro, a carne e assim por diante e, se um dia, tendo de importar bois em quantidades crescentes, tivesse de fazer o racionamento na venda do casco, evidentemente sobraria

casco. Vale a analogia com o petróleo no que tange à gasolina? Em outras palavras: não podendo racionar petróleo devido à indústria petroquímica, racionar a venda da gasolina não implica manter estoques imensos de gasolina? Se isso é verídico, o que está sendo feito com ela?

Nesta terra de Pero Vaz de Caminha, onde "em se plantando tudo dá", o que impede aumentar a produção do álcool e eliminar a dependência do petróleo? Problemas de ordem social, tendo em vista a indústria petroquímica? E se continuássemos a refinar o petróleo e usar como combustível apenas o álcool - em vez de petróleo e exportássemos a gasolina haveria conveniência?

PROF. BELOTTI: A pergunta aqui, vista de um modo simples, seria a seguinte: Se se produzir álcool e se substituir toda a gasolina que é consumida, como é que funcionaria a refinaria da Petrobrás? O petróleo é um complexo. Quando ele é processado ele produz vinte por cento de gasolina, ou vinte e cinco, produz óleo diesel, óleo combustível, querosene, querosene para jato, GLT, etc, etc.

Evidentemente as nossas refinarias por força da nossa própria deficiência de petróleo, são bastante complexas e de grande flexibilidade, podendo processar vários tipos de petróleo, petróleos ricos em gasolina, petróleos ricos em derivados pesados, etc. Mas isto tudo tem um limite, i. e. o petróleo tem gasolina, por mais pesado que ele seja e, se todo o combustível utilizado pelos automóveis no Brasil for o álcool, as nossas refinarias teriam dificuldades operacionais. Teríamos, então, que exportar gasolina. Por outro lado, temos uma grande capacidade de conversão desses derivados leves e naftas em produtos petroquímicos. Nós já vamos consumir em produtos na geração de etileno, por exemplo, que é produto direto que se obtém do álcool, uma quantidade de gasolina, que vai ser da ordem de uns cem mil barris por dia. Já seriam cinco vezes a produção, a em construção na Bahia, que vai ser inaugurada até o fim do mês, o complexo petroquímico de Camaçari e o polo petroquímico no sul, terão consumo de cinco vezes, em derivados leves i.e. cereal o que é consumido em álcool.

De modo que o problema realmente ainda existe se raciocinarmos regendo esses extremos. Mas, até isso acontecer acredito que muita coisa vá acontecer e que realmente nunca se chega a essas situações extremadas. Evidentemente, a entrada do álcool em São Paulo criou para nós alguns problemas na refinaria do Planalto baixar a carga para ajustar a produção da gasolina, para que este recebesse a mistura de álcool. Enfim a Petrobrás tem flexibilidade, estamos atualmente exportando gasolina. Temos excedente de capacidade de refino, e até hoje estamos ajustando-nos para podermos receber o álcool acredito que, nesse aspecto, desde que haja um planejamento, não haverá maiores problemas. Isso quer dizer que a situação à qual nos referimos acima faz parte do problema nacional do álcool.

#### PERGUNTA DA JORNALISTA SÍLVIA; DO JORNAL DIÁRIO DO COMERCIO E INDÚSTRIA

Como o senhor enquadra a produção de álcool a partir da mandioca, neste ensaio de futurologia?

CORONEL VALE: responderia à senhora seguindo as mesmas linhas que orientaram a minha contribuição. O período entre 1980 e 1985 só será definido em termos da experiência do quinquênio em curso. É preciso que os dados técnicos tirados a partir desta usina experimental sejam examinados para que a viabilidade seja traduzida, seja em melhoria, seja em industrialização propriamente dita. A realidade destes fatos indicará as

possibilidades reais. O resto depende da aceitação do mercado de produção da mandioca para que se estas possibilidades se tornem uma realidade concreta. Esta seria a minha opinião.

#### PERGUNTA DE UM JORNALISTA

O coronel poderia detalhar mais o problema da fabricação de motores pelo CTA? As multinacionais não devem gostar dessa perspectiva.

**CORONEL VALE:** Bem, basicamente, senhor jornalista a pergunta que está em pauta sobre a mesa é a de se haverá interesses prejudicados, que buscarão sua preservação. Basicamente esta é a pergunta.

Em paralelo, creio que, durante a discussão, caminhamos para um consenso no qual se vê que a situação, por falta de todos os dados, ainda não está plenamente definida.

Sejam os meios de produção e distribuição, hoje existentes, como a Petrobrás, seja o aspecto de como gerar esta riqueza, ou seja a ausência de tecnologia, são ainda dois polos de um caminho enorme de carência e de desconhecimentos ainda a serem desbravados. Então eu creio que o nosso consenso aqui (desculpe dar essa volta) é o de que esse amadurecimento não vai acontecer por ato do Espírito Santo. Ele vai acontecer em sucessivos degraus de amadurecimento e, conseqüentemente, de soluções. Uma espécie de amadurecimento da "solucionária" em termos do aparecimento da problemática.

Entretantes, acredito que, em paralelo a este encaminhamento para o amadurecimento, haverá uma enorme necessidade de estudo, de pensamento e sobretudo de pesquisa. A pesquisa que horizontalmente terá que começar no plantio, passar pela transformação, pelo uso, pela distribuição dessa riqueza, junto com um importante pacote de legislação que ir-se-á amadurecendo ao mesmo tempo, seja legislação de incentivo fiscal, seja legislação efetivamente estratégica para conduzir essa verdadeira mudança de nosso modo de pensar na área energética pelo menos o que tange ao aspecto da substituição do combustível fóssil pelo combustível renovável.

Ao mesmo tempo, é necessário que haja relativo a todo o aspecto a que me referi. O espectro que começa na irrigação e no plantio e que passa pela pesquisa e produção de motores, pela industrialização, e que abrange todos os aspectos, seja horizontal seja verticalmente.

Poderíamos realmente tirar proveito dessa coisa. Chego, pois, à pergunta que o senhor fez. A medida que esta realidade vá se esclarecendo e um pouco antes de que ela se esclareça plenamente aí está a estratégia antes que a questão se torne inflexível, temos que raciocinar com todo o realismo, que, quando houver interesse em jogo, todas as indústrias implantadas e não só as multinacionais, mas também as indústrias de serviço, as indústrias de produção que aí estão implantadas, todas elas vão buscar preservar a sua tecnologia que lhes custou tanto tempo de trabalho, o seu mercado que elas levaram anos para conseguir, os seus ativos fixos, os seus recursos humanos, todos os seus meios de prosseguirem vivas. Vivas e ricas, tendo bastante lucros e empresarialmente garantido seu futuro. A minha resposta então é que cabe aos nacionais defenderem os elementos que possibilitam a participação dos nacionais também. Mas reparem que se trata de uma nova fatia. Talvez isso nós devêssemos guardar. Não haverá tamanho choque. Trata-se de uma nova fatia.

**COORDENADOR:** O Prof. Borzani gostaria de fazer alguns comentários.



PROF. BORZANI: Este problema que foi agora discutido com o coronel Vale sobre a interferência de multinacionais nas particulares, é um problema bastante sério nos Estados Unidos, como todos certamente sabem. Os Estados Unidos estão profundamente interessados no Programa Nacional do Alcool do Brasil. Há nos Estados Unidos um grande número de instituições que estão trabalhando de maneira muito intensiva e sistemática no problema de produção de álcool. E não é só nos Estados Unidos. Eu acredito que o mundo todo está de olhos voltados para a nossa experiência.

Realizar-se-á no Canadá, do dia 10 ao dia 13 de julho, a Primeira Conferência Mundial sobre novas fontes de matérias primas orgânicas. Eles solicitaram que o Brasil participasse como convidado, pronunciando uma conferência sobre a produção do etanol e a experiência brasileira. Mas lá eu soube, por artigos que li, que as multinacionais estão interferindo de maneira bastante violenta. Neste ponto, concordo com essa manifestação do coronel Vale Mas...

Eu queria fazer dois pequenos comentários, se me permitem. O senhor citou muito bem como fonte alternativa de energia as biomassas. Mas biomassa é um termo muito genérico e o que nós vemos aqui é um pedacinho muito pequeno já que a biomassa engloba uma enormidade de alternativas.

SENADOR PASSARINHO: Incluindo nas biomassas o carvão vegetal.

PROFESSOR BORZANI: Não considerando o carvão como o único produto da biomassa, mas como um dos produtos da biomassa. Já há estudos muito bem feitos sobre tipos de árvores que devem ser plantadas, sobre o tipo de solo que tem uma certa produtividade e que justifica o uso do carvão vegetal como uma fonte de energia primária muito importante. Concordo com o senhor neste particular.

SENADOR PASSARINHO: Em Campinas há um projeto de aguapé.

PROFESSOR BORZANI: Exatamente. No caso do aguapé, o objetivo é chegar ao gás metano. É um projeto da Unicamp, de Campinas.

Biomassa é um campo muito vasto, podemos ficar aqui um ano conversando sobre esse particular. É realmente importante. O que eu procurei ressaltar aqui é apenas a falta de informações objetivas que existem, no caso particular do álcool.

E finalmente uma última observação. O senhor disse muito bem: o Brasil é o maior produtor de açúcar do mundo. Agora, acerca do açúcar sempre se fez muita pesquisa. Sempre. Mas até poucos anos atrás não se prestou muita atenção ao problema do álcool. Realmente, nós temos excepcionais linhagens de cana de açúcar desenvolvidas aqui no Brasil. São muito poucas as linhagens que se tem plantadas, que não sejam tupiniquins, não? No campo do açúcar sempre se trabalha muito, e sistematicamente.

Eram as observações que eu queria fazer.

SENADOR PASSARINHO: Muito obrigado.

COORDENADOR: Antes de passar à próxima pergunta, anotaria outra modéstia do Dr. Borzani. Na conferência à qual o Dr. Borzani se referia e que foi realizada no Canadá, o Dr. Borzani compareceu como convidado especial para pronunciar a palestra sobre etanol.

PROFESSOR BORZANI: O relator. O trabalho é realizado por um grupo muito grande. Um trabalho desses...

PERGUNTA DE UM PARTICIPANTE:

Queria cumprimentar o Prof. Borzani, juntamente com o coronel Vale. As empresas produto-



ras de automóveis no Brasil, especificamente a Volkswagen e a Mercedes Benz, fizeram uma exposição em Brasília há alguns meses, mostrando precisamente a contribuição delas no campo da compatibilização da mistura do álcool com o óleo diesel e da substituição até total da gasolina pelo álcool. Mostraram determinados protótipos para fazer demonstrações. Pode-se entender que esta seja uma forma de jogar areia nos nossos olhos ou será uma contribuição realmente científica?

**CORONEL VALE:** As empresas multinacionais têm, subjacente a esse nome, multinacionais, o fato de que, durante os últimos quarenta anos ou mais, elas aplicaram extensos recursos em técnica, em tecnologia, recursos humanos e em outros aspectos que lhes dão o potencial inegável que todas elas têm. Então, sem dúvida, o trabalho que, por exemplo, foi feito no CTA e que nos exigiu pelo menos cinco anos de esforço recente levado ao ponto atual, não tenho a meor dúvida, qualquer uma dessas grandes multinacionais da indústria automobilística, pode, num prazo relativamente curto um ou dois anos após ter apertado o botão refazê-lo com alta perícia. Então, a capacidade é o primeiro aspecto.

O segundo aspecto é o aspecto de certas leis econômicas inegáveis, que se referem à escala de produção. Especificamente, o porte variável de uma dada empresa, de certa forma, a não ser por razões de prestígio, condiciona a sua produção seriada de um dado produto, da qual ele é, inegavelmente, capaz. Então, dentro do quadro que foi apresentado aqui, e regendo a experiência que adquiri do meu aprendizado, poderia dizer que, num prazo razoável de mais três anos, a existência das ilhas econômicas que naturalmente surgirão, com uma produção de álcool carburante cativa e de finalidade exclusiva, ou seja, o uso de cem por cento dele em certos motores, determinará, o crescimento da escala. Então, sem dúvida, aparecerão os interesses no sentido de que um complexo de produtos de cada uma dessas companhias seja enriquecido por uma linha de veículos a álcool. Esse será um fenômeno natural de concorrência, quando surgir uma produção de escala proporcional ao porte dessas empresas. Cabe aos brasileiros, se quisermos efetivamente também engatar na garupa desta oportunidade, cabe a nós termos o que todo empreendimento exige: um certo dinamismo para, num tempo razoável, dar uma resposta consentânea à participação de brasileiros no mesmo. Há três, quatro anos pela frente.

**PERGUNTA DO DR. WARTON MONTEIRO; DO INSTITUTO DE BIOLOGIA.**

A disseminação das mini-destilarias não vai transferir para os pequenos produtores do problema da obtenção de fontes de energia para destilação e o destino da vinhaça? Consequentemente, poderemos aumentar o desmatamento e a poluição das águas?

**PROFESSOR BORZANI:** Pergunta muito boa e procedente também. Não estou dizendo, com isto, que as outras não o sejam.

Essas mini-destilarias estão sendo estudadas e concebidas hoje, como destilarias para cana de açúcar. Não há, no momento, nenhum trabalho concebido para outro tipo de destilaria.

Haverá um excesso de bagaço. É preferível que se trabalhe com condições de queima não muito eficiente para que não sobre muito bagaço.

O problema de desmatamento não existirá, nesses casos. O segundo problema levantado pelo Dr. Monteiro é a respeito do destino da vinhaça, do resíduo. O problema do restilo só é um problema sério quando a sua produção em grande escala é concentrada, numa dada região. É o que acontece, por exemplo, em todas as nossas zonas alcooleiras, nossas regiões alcooliras. Quem conheceu o Rio Piracicaba e o vê hoje, verifica que a úni-

ca semelhança entre o Piracicaba de ontem e de hoje é o nome. Ainda é o Rio Piracicaba, mas o resto mudou tudo, não? Aquilo é quase que um canal aberto de restilo na época das safras, diluído, mas pouco diluído.

Esse problema do restilo se torna muito pequeno quando a produção é baixa. E a disposição desse restilo, a colocação desse restilo e o tratamento desse restilo são muito simples. Não há problema de grandes produções. Vejam, uma micro-destilaria de 40 mil litros de álcool por ano vai dar mais ou menos 400 a 500 metros cúbicos de restilo por ano. Isso não é nada. Isso, distribuído em seis meses de trabalho, em seis meses de operação. De modo que é um esgoto comum. Um esgotozinho a mais, sem nenhuma complicação. Complicação existe quando há concentração. Grandes destilarias concentradas numa região, em regiões relativamente pequenas, que são as atuais regiões produtoras de cana.

Não sei se isso satisfaz ao Dr. Monteiro.

#### PERGUNTA DO PROFESSOR ARMANDO TAKATSO, DO DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL

Por que se utilizam amilases importadas para hidrólise do amido da mandioca? Não existem microorganismos como o de gênero aspergilo que possam produzir essas enzimas economicamente no Brasil?

PROFESSOR BORZANI: Existem sim, claro que existem. O aspergilo é um dos gêneros mais conhecidos. Há outros, vários outros. O que ocorre aqui é que não se sabe como fazer enzimas a partir desse. Muita pouca coisa se fez no Brasil até hoje no campo da enzimologia Industrial, da produção de enzimas. Há uma experiência, que acho que todos conhecem, em Minas, a da Biobrás. A Biobrás é uma empresa nacional que está produzindo enzimas, mas por enquanto são apenas enzimas de origem animal. Já está entrando no campo das enzimas de origem vegetal, mas de vegetais superiores. Não há experiência ainda sobre a produção de enzimas desse tipo, as enzimas amilolíticas.

Por outro lado, o problema da produção de enzimas é um problema um pouquinho sério. Muito recentemente, um dos diretores da Biobrás, Mário Marques de Guia, em um simpósio de fermentação em Piracicaba, fez uma conferência brilhante com relação a esse tópico, na qual mostrou que a economia do processo de produção de enzimas é muito pouco favorável.

Então, o que se pensa como solução mais viável no caso particular do Brasil é que cada fábrica de álcool, a partir de matéria prima amilácea, tenha a sua pequena produção de concentrado enzimático. Isso se faz em outros países, e não é novidade. Se faz em outros países tecnologicamente mais adiantados do que o nosso. De modo que haveria a possibilidade de se produzir talvez semanalmente uma certa quantidade de um concentrado enzimático que seria utilizado na semana seguinte.

Há trabalhos em estudo em várias instituições, do país, hoje em dia, com o objetivo de desenvolver esse processo de fabricação das enzimas. Um deles, que eu conheço mais de perto está procurando verificar a possibilidade de se produzir o concentrado enzimático e partir da própria mandioca em raspa. Raspa de mandioca como matéria prima. Então a fábrica teria a sua salinha, de temperatura controlada, aeração controlada, onde a raspa de mandioca estaria se embolorando, em português castiço não? Ela se embolorando e produzindo o concentrado enzimático.

## PERGUNTA DO PROFESSOR JARDIM, DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA.

Nada tem sido feito em relação à pesquisa de sistematização da produção de álcool. Por que? Quem deverá fazer alguma coisa ou estimular essa pesquisa? O que tem sido feito para mudar essa atitude?

PROFESSOR BORZANI: Eu acredito que quando comecei a minha exposição disse que até há alguns anos atrás muito pouca coisa havia sido feita e que, de alguns anos para cá, a situação mudará. Ela mudou como uma decorrência natural dessa intenção do governo. Já se está realizando a pesquisa sistemática no Brasil. O próprio Programa Nacional do Álcool prevê a destinação de uma parcela de recursos para a realização de pesquisas em todos os níveis. Pesquisa acadêmica, não acadêmica (não gosto muito dessa palavra acadêmica; cheira um pouco a ranço) pesquisa fundamental, pesquisa aplicada, pesquisa tecnológica, em todos os seus campos, em todos os seus setores, em todos os seus níveis.

Isso está sendo feito por vários órgãos tomemos a Petrobrás como exemplo. O prof. Belotti já se afastou, mas a Petrobrás está fazendo uma pesquisa de larga escala. Curvelo já é uma pesquisa em escala macro-piloto. Já deixou de ser piloto. São sessenta mil litros de álcool por dia, como capacidade de produção. Todos devem conhecer bem os trabalhos que vêm sendo realizados nos últimos anos pelo Instituto Nacional de Tecnologia. A Embrapa. O Instituto do Açúcar e do Alcool, através de vários de seus órgãos, já vem se empenhando de maneira sistemática nesse tipo de trabalho. E várias outras entidades estão envolvidas seriamente neste tipo de trabalho de pesquisa.

A situação mudou. Eu diria que mudou de 1975, 1976 para cá. Nestes últimos três, quatro anos. Felizmente.

CORONEL VALE: Queria fazer uma observação quanto a esse ponto Dr. Jardim, se o Senhor me permite.

PROFESSOR CARDIM: Claro.

CORONEL VALE: Trata-se até de uma questão justiça. Efetivamente, professor Jardim, a Secretaria da Tecnologia Industrial do MIC fez um esforço histórico, efetivamente hercúleo no que toca a esse Programa Nacional do Álcool, lançando o seu apoio sobre três organizações principalmente. Especificamente, a Embrapa, o INT, e o CTA. Foi nesses três a cinco anos, aos quais se referiu o professor Borzani, que se realizou um trabalho muito grande o qual, de um lado, começou no preparo de certos combustíveis especiais, passou pela engenharia básica da macro-destilaria, continuou pela engenharia de detalhe, pela engenharia do processo, do processo químico, do processo de calor, do processo termo-dinâmico, a construção do grande piloto de Curvelo, no momento, a indústria piloto entra em operação, está em operação experimental.

Em paralelo, ainda dentro do Instituto Nacional de Tecnologia, foram feitos trabalhos mais ou menos no ramo do dr. Borzani, em grande parte voltados para a obtenção de enzimas nacionais para o trabalho com mandioca.

No caso do CTA desenvolveram-se certos combustíveis, trabalhos feitos a partir do próprio CTA junto a terceiros por exemplo junto ao ITAL, lá em Campinas. Obtiveram-se combustíveis, a engenharia, o preparo das metodologias de ensaio, a obtenção de especificações técnicas de desenho de folhas de processo, a transformação, a transferência, a eleição de frotas experimentais hoje já correndo em cinco ou seis estados, num total da ordem de mil veículos.

Então, sem dúvida, tem havido um esforço sistemático, embora ainda não cubra todo o leque das necessidades.

Paralelamente a isso respeitando a modéstia do professor Borzani, temos os estudos químicos e biológicos que a USP e a Poli fazem em São Paulo por si mesmas e junto com o IPT, com a Mauá e suponho, com outras escolas. Temos também os trabalhos com micro-destilarias, aos quais eu me referi entusiasticamente há minutos atrás.

Então, tenho a convicção de que está sendo feito algo, inclusive acima dos hábitos usuais e das possibilidades existentes, sobretudo em recursos humanos, em meios de ensaio e produção de engenharia de produtos usuais no país. Eu diria contudo ao senhor que subir esta escada, que nunca antes se subiu, é um trabalho que exige tempo e uma grande engenhosidade, para que se obtenham os frutos certos. Lutando contra o tempo e com engenhosidade, esta tarefa vai sendo realizada tenho grandes esperanças em relação aos trabalhos de tecnologia que estão em curso.

## **AValiação DO USO DOS XISTOS OLEÍGENOS COMO FONTE DE ENERGIA**

Claudio Costa Neto

Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Energia é o elemento natural de produzir mudança.* Nesta forma de se definir energia procura-se destacar:

1. Energia como uma das entidades elementares da natureza.
2. Vinculá-la ao processo natural de *transformação*.

Quando os gregos da antiguidade procuraram dar uma forma concreta ao conceito de energia, criaram um termo vinculado a uma *capacidade contida (en) de produzir trabalho (ergon)*; melhor teriam feito se tivessem eleito a energia o *deus da mudança*, pois teriam permitido que os séculos sedimentassem a importância da relação energia / mudança e popularizassem dois dentre os princípios naturais que regem a vida do homem na Terra:

1. A necessidade de mudar.
2. Mudança se faz às custas de energia.

Tão importante é a mudança para o homem (*as coisas acontecem porque mudam*) que faz da energia uma das suas necessidades mais fundamentais. Esta necessidade genética chega ao ponto de, como diz o ditado popular, se ter que "mudar nem que seja pra pior"; se acontecer implica em mudar e se mudar requer energia, então energia é necessária para as coisas acontecerem

O acoplamento destes dois princípios nos leva a reconhecer um outro conceito importante no uso da energia pelos homens: o do multiplicador de energia, isto é, como o homem poderia dominar o uso de uma grande quantidade de energia, e, portanto, comandar grandes mudanças, despendendo muito pouca dele mesmo. No populário moderno este efeito poderia ser reconhecido como um *efeito gatilho* ou um *efeito clic* (o termo *clic* representando aqui, *onomatopaicamente*, o ruído produzido ao se fazer funcionar um interruptor, um gatilho etc).

É por meio deste multiplicador que o homem faz por manifestar uma regra de seu comportamento, a chamada "lei do menor esforço", pouco sadia, aliás, mas responsável pela reconhecida e agradável sensação de *conforto*: conseguir que uma dose mínima de energia cedida ao sistema libere enormes quantidade de energia nele estocadas para dela se servir para atender seus desejos; é o caso, por exemplo, de se usar a energia armazenada nas represas d'água (via energia elétrica) quando se aciona apenas um interruptor, ou de se usar a energia armazenada no explosivo da munição quando se usa apenas o gatilho de uma arma etc.

Se soubermos reconhecer quais as principais metas que o homem persegue quando procura fazer uso deste multiplicador, isto é, que efeitos ele pretende obter quando usa energia, talvez pudéssemos nos beneficiar melhor das várias opções que a natureza oferece como fontes de energia. Assim é que, em uma primeira aproximação talvez se pudesse dizer que quatro seriam os efeitos mais importantes buscados\*:

1. Movimento
2. Calor
  
3. Luz
4. Som

No mundo de hoje duas são as fontes de energia utilizadas principalmente para gerar estes efeitos:

1. Elétrica
2. Química

A energia elétrica provém principalmente de transformação de energia potencial hidráulica em usinas hidroelétricas, de energia química em usinas termoelétricas, e de energia nuclear em usinas termonucleares; outras fontes menos usadas incluem energia solar direta, eólica, geotérmica, química direta em pilhas elétricas e a combustível etc.

Já a energia química é obtida praticamente só da combustão de matéria orgânica e representa a fonte mais importante de energia do mundo moderno (o Quadro I mostra o percentual de utilização das várias fontes de energia no Brasil (GOLDEMBERG, 1976).

### QUADRO I

#### PERCENTUAL DO USO DE FONTES DE ENERGIA NO BRASIL EM 1972

Energia Química (de combustão)		
Petróleo		44,8%
Lenha		27,0%
Carvão		5,1%
Gás, bagaço de cana etc.		2,3%
	Total	79,2%
Energia hidroelétrica		20,8%

A transformação de energia nos efeitos o homem consegue através de *agentes* por ele inventados no curso de sua história. No Quadro II estão relacionados os efeitos mencionados e os respectivos agentes. Tanto a energia elétrica quanto a química podem produzir qualquer dos efeitos: são conhecidos e utilizados *motores, caloríferos e lâmpadas* para utilizar energia química ou elétrica.

### QUADRO II

ENERGIA	AGENTE	EFEITO
	Motor	Movimento
Elétrica		
	Calorífero	Calor
Química		
	Lâmpada	Luz

O petróleo é a fonte mais importante de energia na presente fase da civilização humana; vivemos, por assim dizer, a era do petróleo, petróleo sendo aqui reconhecido como uma *fonte natural abundante de hidrocarbonetos líquidos* (o gás natural é também uma fonte abundante de hidrocarbonetos, só que gasosos, com grande predominância de metano).

O fato do petróleo ser constituído de HIDROCARBONETOS faz com que seja um excelente combustível, dada a quantidade de energia que esses compostos podem liberar rapidamente, na reação de combustão com o oxigênio atmosférico; da queima resultam apenas compostos gasosos; por ser LÍQUIDO permite um manuseio tecnológico muito fácil, tanto na obtenção do material "puro", quanto na sua utilização, quanto ainda na estocagem; por ser ABUNDANTE no mundo (tomado como um todo, as presentes reservas de petróleo estão ainda em torno de  $10^{15}$ kwh – compare-se, entretanto, com o consumo mundial em 1970 que foi de  $0,04 \times 10^{15}$ kwh; para o ano 2.000 a previsão é de  $0,3 \times 10^{15}$ kwh) e ter seu custo de produção baixo, a sua aquisição é extremamente facilitada e consequentemente a difusão do seu uso. Estes fatos reunidos fizeram do petróleo o combustível por excelência, e com isto praticamente toda a tecnologia de produção de energia química passou a ser projetada para utilizar petróleo: mais eficiente, de menor tamanho (especialmente se comparada com as que utilizavam carvão), de custo menor, etc. Esta é a situação do mundo atual, no qual se inclui o Brasil: aqui, quase toda tecnologia que o país usa é importada e utiliza como fonte de energia o petróleo.

Acontece que as reservas conhecidas de petróleo no Brasil são exigüas (o total conhecido em terra é de 170 milhões de barrís (FERNANDES, 1975), ou seja, aproximadamente meio ano de consumo atual (900 mil bbl / d) do Brasil. Se forem comparadas as reservas estimadas no mar, este período poderá se estender para até 17 anos) e a produção, hoje não atinge 25% da demanda. O Brasil depende presentemente, portanto, da importação de 70 - 80% do petróleo que consome. Estes fatos definem bem uma sociedade sem imaginação, que caminha, deslumbrada, a reboque dos "desenvolvidos", utilizando a tecnologia por eles desenvolvida, suas fontes de energia e que agora embarca em mais um modismo, a busca de outras fontes de energia que não o petróleo, pelo fato óbvio de que as reservas de petróleo são finitas e tendem a se esgotar (ao nível de consumo atual durariam mais 30 - 50 anos) e, pelo fato político-econômico que as grandes reservas de petróleo estão concentradas em algumas regiões da Terra, o que, consequentemente, vem constituir uma arma poderosa das sociedades que tem a posse dessas regiões. Veja-se, por exemplo, a "crise do petróleo" em 1973.

Aproveitar a tecnologia desenvolvida para gerar energia a partir de combustíveis hidrocarbônicos líquidos e tentar gerar um "petróleo sintético" a partir de outras matérias-primas é uma meta sensata embora, de novo, sem muita imaginação. O modismo internacional mais em evidência atualmente nesta linha é o da *liquificação do carvão*, já utilizado pelos alemães durante a segunda guerra mundial, utilizando os processos Bergius e Fischer-Tropsch. Outras partes do mundo (não o Brasil) possuem enormes reservas de carvão com baixo teor de cinzas o que torna esta opção atraente.

Xistos oleígenos são outra opção para a obtenção de hidrocarbonetos líquidos para serem usados como combustível, em substituição ao petróleo.

Neste ponto cabem ser formuladas as seguintes perguntas gerais com relação ao uso dos xistos oleígenos como fonte de combustível no Brasil:

Os xistos são capazes de produzir combustível do tipo hidrocarbônico semelhante ao petróleo? A resposta é *sim*.

Existe xisto no Brasil em quantidade suficiente para produzir combustível? A resposta é *sim*, embora este *sim* já tenha que ser qualificado.

Existe tecnologia para produzir combustível a partir de xistos? A resposta é *sim*.

Podemos então concluir que devemos produzir o combustível que o Brasil precisa a partir dos xistos? A resposta é *não*. Porque?

Chegamos assim ao tema central desta discussão que é a de avaliar o uso dos xistos oleígenos como fonte de energia para o Brasil.

A avaliação deste problema deve incluir uma abordagem completa: a técnica, a social e a política. Pela extensão e complexidade do problema só serão abordados neste artigo, tópicos considerados os mais polêmicos. Considere-se pois que a apresentação que se segue busca mais levantar os problemas, para permitir discussões, do que propriamente dar soluções; o xisto, por muito que abunde neste país, ainda descansa desconhecido e a exigir muito estudo.

Um estudo exaustivo da utilização dos xistos oleígenos deveria conter as seguintes avaliações;

#### Avaliação Social

Avaliação como bem social

Avaliação dos efeitos no meio ambiente

Avaliação dos Recursos Humanos

#### Avaliação Técnica

Avaliação das reservas

Avaliação dos materiais

Avaliação dos processos de retortagem

Avaliação do preço e/ou lucro de energia

Avaliação econômica

#### Avaliação Política

Avaliação estratégica

## **AVALIAÇÃO COMO BEM SOCIAL**

Os bens naturais devem ser usados pelos homens para satisfazer as suas necessidades de vida. Xistos oleígenos são abundantes no Brasil e, como tal, devem ser aproveitados pela sociedade brasileira. Aproveitados como? A pirólise dos xistos fornece um óleo, que devidamente tratado (ou não) pode ser usado como fonte de energia química (combustível). Esta é a opção mais perseguida pela sociedade.

Os xistos são, no entanto, bens não-renováveis, e parece ser mais próprio usar-se como fonte de energia bens renováveis. Por este princípio, xistos deveriam ser utilizados para fins outros que não energia tendo sido sugerido usá-lo em bens de saúde e de materiais (para uma discussão mais detalhada deste tema veja COSTA NETO, 1976, 1978).

Talvez a consequência social mais importante da utilização de um bem natural por uma sociedade seja a de definir um grau de independência. Os xistos podem satisfazer a um grande número de necessidades materiais das sociedades que souberem utilizá-lo, a diversidade ficando por conta da imaginação, da cultura e do trabalho dos membros dessa sociedade.



## AVALIAÇÃO ECOLÓGICA

A preservação do meio ambiente nas suas condições de origem, que permitiram o aparecimento e o desenvolvimento da vida na Terra, vem se tornando uma preocupação crescente das sociedades atuais, após um período em que as indústrias, principalmente as indústrias químicas de grande porte, representavam uma verdadeira ameaça àquela vida. Afinal de contas os bens devem ser utilizados em benefício da sociedade. Não há como se entender progresso quando para isso houver qualquer prejuízo social. A poluição da atmosfera e dos rios, pelas fábricas etc., representa, sem dúvida, uma agressão social, que tem que ser evitada.

Uma grande óbice ecológico na utilização dos xistos está na mineração (quando feita a céu-aberto); outro, no destino dado aos resíduos de pirólise, nos processos de retortagem ex-situ. De novo, cabe lembrar aqui, que para produzir 50 mil bbl/d por retortagem ex-situ é necessário o transporte de 110 mil ton/d de xisto, da mina para as retortas e de volta à mina. A abertura da mina provoca uma total destruição da área, e a devolução ao sítio de mineração do material retortado poderá ser uma fonte séria de problemas: um deles é devido à "expansão" do volume do rejeito provocado pela diferença de compactação entre a rocha original e o rejeito, que ocupa um volume 20-40% maior que o da rocha original. Haveria, portanto uma "sobra" considerável de rejeito em relação ao material original. O xisto pirolisado é também bem mais friável que a rocha original o que poderia ocasionar uma eventual produção de pó.

No caso do xisto do Irati, 2/3 do enxofre (2-4% do peso da rocha) está presente no resíduo sob a forma de sulfeto de ferro. A sua oxidação pelo oxigênio atmosférico e posterior lixiviação dos ácidos pelas águas das chuvas pode causar sérios transtornos às terras de agricultura, ainda mais que no xisto da Formação Irati o alumínio da argila é facilmente lixiviado por ácido.

Um registro importante de uma verdadeira catástrofe ecológica é o que se pode observar na mineração de carvão a céu-aberto em Siderópolis, Santa Catarina. A mineração do xisto poderá atingir proporções ainda maiores se não for feito um trabalho cuidadoso de reconstituição do solo minerado.

Os resíduos de pirólise podem trazer ainda, adsorvidos, alcatrões pesados, que podem conter hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, cancerígenos e fenóis que, na qualidade de poderosos antissépticos, podem "esterelizar" regiões a que tiverem acesso, por lixiviação com as águas pluviais.

Na retortagem in-situ o problema do transporte de minério, o da destruição de grandes áreas na superfície, e o da acomodação do rejeito, são eliminados, o que parece amenizar de muito alguns dos graves problemas relacionados com o meio ambiente apontados na utilização dos xistos.

## AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS

O aproveitamento dos xistos deve ser visto como uma atividade social completa. A viabilização do empreendimento requer uma participação ativa de toda uma comunidade de profissionais (químicos, geólogos, filósofos, sociólogos, naturalistas etc). O nível de realizações desta sociedade estará diretamente condicionado ao nível cultural (técnico, social, filosófico) de seus participantes, seja nas concepções, nos projetos ou na realização das idéias.

## AVALIAÇÃO DAS RESERVAS

O Brasil tem reservas muito grandes de xistos oleígenos, distribuídos por todo o território nacional. COSTA NETO (1978) reuniu os dados da literatura brasileira de *possança*, de *análise imediata* e de *análise elementar* das várias ocorrências de xistos no Brasil. As reservas cubadas são, no entanto, poucas. Um resumo dos dados de *possança*, *análise imediata* e poder calorífico das principais reservas do país vem apresentado no Quadro III. Destas, as reservas do Irati e do Vale do Paraíba são realmente muito grandes e seriam as únicas capazes de suportar uma demanda para uso como combustível. Veja-se no entanto que a reserva do Vale do Paraíba, estimada em 2 bilhões de barrís de óleo, poderia suprir o país, ao nível do consumo atual (900 mil bbl/d), por uns seis anos, e a de São Mateus do Sul no Paraná, estimada em 630 milhões de barrís por apenas dois anos. A reserva de Maraú cubada recentemente (TESCH et. al. 1977) poderia fornecer apenas mil bbl/d de óleo, por 13 anos. Aproximadamente o mesmo poderia ser dito para o arenito betuminoso de Guareí (SP). Já as reservas de Jucu (ES), Floriano (RJ) e Vila Nova (SE) correspondem a menos de 1/10 destas.

A avaliação da *coluna econômica* é a operação de primordial importância na definição da jazida já que a constituição química destes materiais varia muito de jazida para jazida e, mesmo dentro de cada jazida, varia muito ao longo de uma coluna. O xisto do Vale do Paraíba, por exemplo, contém camadas do xisto denominado papiráceo, com teores de carbono que chegam a 25%. O teor médio da coluna econômica é no entanto de 5%. No xisto da Formação Irati a camada superior tem em média 6,5m de espessura e um teor médio de óleo de 6,4% enquanto que a inferior, com uma espessura média de 3,2m o teor médio é de 9,1% (BIGARELLA, 1971). Estes fatos exigem que as operações da mineração e da retortagem sejam muito bem entrosadas. Note-se que as reservas de xistos oleígenos conhecidas no Brasil são todas superficiais, aflorantes, a serem mineradas a céu-aberto.

## AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS

Dos xistos se espera um alto teor de cinzas, sempre maior que 60%, podendo chegar até 90%. Seu poder calorífico é nitidamente inferior ao dos outros combustíveis, mesmo o dos melhores xistos (Quadro IV). Isto é, obviamente, um grande percalço, que praticamente o elimina como combustível para uso direto. A operação de retortagem faz-se necessária a fim de "concentrar" o material combustível. Como a retortagem é uma operação de pirólise, o óleo de xisto resultante tem uma composição química completamente diferente daquela do material que lhe deu origem (o querogênio) e é muito dependente da temperatura de pirólise. Miríades de composto são produzidos. Óleos de xistos são, na verdade, misturas de substâncias químicas, as mais complexas. Sua transformação em hidrocarbonetos saturados é uma operação tecnológica conhecida (seria o *refino* do óleo do xisto) mas que onera o custo do produto final.

**QUADRO IV**  
**PODER CALORÍFICO DE COMBUSTÍVEIS**

COMBUSTÍVEL	PODER CALORÍFICO (Cal/g)	CINZAS
<b>Petróleo</b>		
Gasolina	11.100	0,0
Querosene	10.900	0,0
Óleo combustível	10.700	0,0
<b>Carvão</b>		
Santa Catarina	5.600	31,7
Rio Grande do Sul	3.300	51,4
	2.930	56,6
<b>Xistos,</b>		
		<b>turfas</b>
Marauá	6.180	18,8
	5.700	24,0
	2.850	53,8
Jucu	5.655	15,3
	6.250	11,00
Floriano	6.942	10,2
	5.000	10,00
Irati	1.900-2.100	90,0
	retortado	400-500
óleo	10.480	0,0
Vale do Paraíba	3.134	61,0
	2.368	65,1
papiráceo	2.772	-
maciço	1.267	-

Outro problema sério que ocorre com a maioria dos xistos brasileiros é o elevado teor de umidade. O xisto do Vale do Paraíba chega a ter 30% de "umidade". A eliminação desta água é uma operação que consome energia e que tem onerado bastante o balanço energético das experiências realizadas. Opções de secagem prévia deste material por energia solar direta ou por calor excedente de reatores nucleares de potência devem ser considerados para melhorar a economia de energia do sistema. Já o xisto da Formação Irati tem um teor de umidade de 5-7%. Este fato é dado como uma das grandes vantagens do xisto da Formação Irati sobre a do Vale do Paraíba, para fins de aproveitamento.

O teor de óleo e gás produzidos na pirólise dos xistos constitui outro grupo de elementos importantes na avaliação dos xistos. O xisto da Formação Irati produz, em média 7,5% de óleo (e 2,5% de gás), enquanto que a do Vale do Paraíba, produz 5% (média) de óleo. Note-se que este número se situa já próximo do limiar inferior de teor de óleo que ainda justifica aproveitamento.

## **AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE RETORTAGEM**

A discussão deste ítem se limitará a apontar elementos de comparação entre as opções *ex - situ* (processo em que a pirólise do xisto é feita em retortas situadas em locais afastados do local da mineração) e *in - situ* (onde a retortagem é feita no local, sem mineração).

Se considerada a retortagem *ex-situ*, caberia claramente a discussão sobre o tipo de processos e de retorta a serem usados, dentre as várias propostas na literatura internacional. Pela extensão do assunto, entretanto, esta discussão não será feita neste artigo. É importante registrar apenas que o sucesso econômico na retortagem de um xisto depende do perfeito ajuste entre o xisto e o processo de retortagem empregado, e para o qual influem decididamente o teor de umidade do material, a fusibilidade das cinzas, o rendimento de óleo e gás produzidos, balanços de energia etc. No Brasil a Petrobrás desenvolveu o processo Petrosix ajustado ao xisto da Formação Irati, com grande sucesso. Uma outra experiência tecnológica importante mas que ainda não foi provada em escala protótipo é a retorta Edio proposta por E. CASTRO E SILVA (1964) para o xisto do Vale do Paraíba.

A avaliação do processo de retortagem está, na verdade, intimamente relacionada com a avaliação econômica e a do efeito sobre o meio ambiente, porque, se visto sob o aspecto da retortagem isoladamente, o melhor processo será aquele que produzir maior quantidade de óleo; na etapa atual de tecnologia, o processo de retortagem *ex - situ* permite a recuperação integral do óleo disponível por pirólise enquanto que o *in - situ* só recupera 20 - 30% do óleo.

As diferenças marcantes entre os dois processos de retortagem são as seguintes:

1. Volume de material minerado
2. Rendimento na recuperação do óleo
3. Influência sobre o meio ambiente

No processo *ex - situ* o material é minerado e transportado para a retorta e, após a retortagem, 80 - 90% do material retorna ao sítio inicial. Para uma usina que produzisse 50 mil bbl/d, como a que a Petrobrás pretende para retortar o xisto da Formação Irati em São Mateus do Sul, Paraná, 40 - 50 mil m<sup>3</sup> (90 - 100 mil ton) seria o volume de sólidos transportados diariamente da usina para as retortas e de volta à mina. Acresça-se a este volume a movimentação de um outro volume pelo menos igual, correspondente ao capeamento e à camada intermediária (camada de calcáreo e argila situada entre a primeira e a segunda camada de xisto). Para se ter uma idéia mais concreta do que significam estas quantidades pode-se dizer que o volume retortado atingiria um volume igual ao do Pão de Açúcar do Rio de Janeiro num período de pouco mais de um ano de operação. Ao se considerar o xisto da Formação Irati é preciso que se acrescente que o material retortado contém 2/3 do enxofre inicial sob a forma de sulfeto de ferro (2-3% do peso do material) e ainda 4-5% de carbono. Se a temperatura de pirólise for abaixo de 500°C resta ainda querogênio não decomposto e alcatrões pesados adsorvidos no resíduo (incluam-se nestes alcatrões pesados os hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, carcinogênicos).

Pode-se prever, portanto, que haverá um efeito marcante da operação de retortagem ex - situ sobre o meio ambiente quando se operar uma usina deste porte, seja nas áreas de superfície onde se processe a mineração a céu-aberto ou a descarga dos resíduos da pirólise, seja nas águas superficiais e subterrâneas. Estima-se que 40-50% dos custos de uma usina de processamento de xistos (ex-situ) estão na mineração.

Na retortagem in-situ a mineração é nula; seu efeito sobre as águas subterrâneas precisa ser avaliado.

Num esquema de compromisso entre os dois processos talvez esteja a solução para a retortagem dos xistos: uma retortagem ex-situ de material rico e superficial para fins de xistoquímica (instalações pequenas), com aproveitamento do resíduo, e uma retortagem in-situ para os materiais profundos e pobres.

Observe-se que a Formação Irati é no entanto, uma formação superficial (profundidade máxima de 30-40m) dividida em duas camadas, que ocupam 25-35% da coluna. E ainda que a camada inferior é a mais rica (média de 9,1% de óleo).

## AVALIAÇÃO DO LUCRO DE ENERGIA

“A análise de ganho (ou Lucro) de energia\* que os combustíveis processados apresentam é hoje um campo importante de preocupações no planejamento da produção destes combustíveis.

MARLAND mostrou em 1977 que a retortagem *in-situ* de 50 mil bbl/d do xisto da Formação Green-River (USA), com um teor de 20 gal/ton e com uma recuperação de 21% de óleo poderia ser um *multiplicador de energia* de 8,6, isto é, a energia liberada na utilização do óleo como combustível seria 8,6 vezes maior que a energia fornecida para produzi-lo. Este número representa uma considerável melhoria sobre os valores obtidos pelo grupo de OREGON que concluiu em 1975 que, se o óleo obtido por uma retortagem *ex-situ* (100 mil bbl/d) fosse usado para gerar energia elétrica, o multiplicador seria menor que 1, isto é, o sistema consumiria mais energia do que produziria. Para outros usos o multiplicador subiria para 2,8, considerado, na época, um limite superior. O estudo de MARLAND (1977) indicou, no entanto, que há lucro de energia no uso de óleo de xisto como combustível e que a retortagem *in-situ* conquanto pareça ser mais eficiente, deve ser levado em conta que uma parte desta diferença possa ser devida aos processos de contabilidade utilizados na sua avaliação.” (COSTA NETO, 1978).

## AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Este tópico, conquanto eminentemente técnico e objetivo, dado o enorme número de parâmetros envolvidos na sua definição, está sempre sujeito a critérios e aproximações impostos pelos analistas, nem sempre muito claros e, na maioria das vezes, discutíveis.

Fundamentalmente buscam-se dois números nesta avaliação:

1. O custo total do investimento, que ditará o “nível” de recursos financeiros requeridos, e seu possível enquadramento nas disponibilidades orçamentárias do país.
2. O custo unitário do produto, que ditará sua chance de sobrevivência no mercado com produtos competitivos.

Numa tecnologia de fronteira como é o caso do aproveitamento dos xistos, as incertezas na avaliação econômica são muito grandes. Os números colocados à disposição

do público pela Petrobrás, para a futura usina industrial de São Mateus do Sul (45-50 mil bbl/d), indicam as seguintes cifras:

Investimento total: US\$ 1,5-2 bilhões

Custo do barril de óleo bruto: US\$ 15-18

O investimento total é, em si, muito alto e deve ser levado em conta que este é provavelmente um valor inferior. Podemos, por exemplo, compará-lo com o custo de uma refinaria de petróleo que está na casa dos US\$ 1.500/bbl (contra US\$ 6.500/bbl de óleo de xisto (WINSTON, 1974)). Uma plataforma para perfuração na orla marítima, na busca de petróleo, custa cerca de US\$ 20-30 milhões (Esta última comparação pode ser usada, na verdade, como justificativa para a atual preferência dada a investimentos na pesquisa de petróleo em detrimento das usinas industriais para processamento do xisto).

O custo do barril de óleo, estimado em US\$ 15-18, é ainda superior em 50% ao preço do petróleo importado. É importante levar em conta, entretanto, o fato que no preço do barril de óleo de xisto apenas uma parte é de custo em moeda estrangeira, e corresponde, principalmente, aos investimentos feitos na compra de equipamentos.

### **AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA**

Muitas são as decisões ao nível político que os governos têm que tomar para instalar um aproveitamento de xistos. Esta decisão deve resultar, na verdade, de uma avaliação global de uma rede de avaliações, que reúne todas as discutidas anteriormente.

A primeira decisão a ser tomada é se o país vai ou não partir para o empreendimento. No Brasil, esta decisão vem sendo protelada desde 1951, quando a antiga Comissão de Industrialização do Xisto Betuminoso se propôs a instalar uma usina para produzir 10 mil bbl/d de óleo do xisto do Vale do Paraíba. Hoje, a decisão de partir para o empreendimento industrial, agora em São Mateus do Sul no Paraná (formação Irati), se foi tomada ainda não foi tornada pública.

Seguem-se decisões a um nível que já tem uma ponderável parcela de decisões técnicas, como a escolha da região a ser explorada e do processo a ser usado. Estas decisões estão diretamente ligadas à sensibilidade do governo aos problemas ambientais de devastação e de poluição do meio ambiente que a nova indústria poderá causar.

O nível de investimento é outro fator importante na decisão política a ser tomada ao nível de governo, talvez mais do que o custo unitário do produto, já que este deveria ser julgado mais em relação à avaliação como bem social da região (considerado como fonte de suprimento de materiais, justificativa social para o desenvolvimento de uma tecnologia, motivação ostensiva para pesquisa científica, etc.).

A avaliação estratégica é usada também nas decisões de governo. Este argumento foi muito utilizado na literatura brasileira de xistos antes da descoberta de petróleo no Brasil, para que se instalasse uma usina para produzir óleo de xisto para servir como fonte suplementar de combustível, que, àquela época, era todo importado. O fato é que o Brasil está hoje todo montado numa estrutura que depende do petróleo, e, do que se sabe, tem muito pouco petróleo em seu território. Se o argumento de substituição prevalecia na época em que o consumo de petróleo no Brasil era de 100 mil bbl/d (1952) e que portanto uma usina razoável de xisto poderia suprir uma parcela substancial do consumo nacional, isto já não é mais verdade hoje, que, com o consumo diário de 900 mil bbl de petróleo e uma produção de pouco menos de 200 mil necessitam de um suprimento diário de 300-500 mil bbl de óleo de xisto. Estes números, na verdade, não são absurdos, pois os Estados Unidos pretendiam já estar produzindo esta quantidade de óleo de xisto em 1985, e chegar mesmo a produzir 2 milhões de barris por dia em 1.990 (Winston, 1974).

## CONCLUSÕES

1. O cerne das avaliações para a utilização de bens naturais deve ser o grupo de avaliações sociais, já que estes devem ser usados em benefício da sociedade, não se justificando qualquer forma de prejuízo, mesmo em nome de um progresso futuro.

2. A atenção sobre os efeitos das instalações sobre o meio ambiente e a influência sobre as populações circunvizinhas à região de exploração devem guiar (não obstruir) o empreendimento.

3. É indispensável que o empreendimento, que é um empreendimento eminentemente social, amplo, conte com recursos humanos do mais alto nível cultural (técnico e filosófico). O nível do empreendimento refletirá o nível de seus participantes.

4. As operações in-situ deverão, no futuro, substituir as operações ex-situ para o aproveitamento da fase orgânica dos xistos, pelas vantagens que trazem no que se refere a preservação do meio ambiente e custo de energia. Os processo ex-situ se justificarão quando forem aproveitados também o resíduo inorgânico ou em pirólises reativas.

5. O investimento previsto (1978) para uma usina capaz de produzir 45-50 mil bb1/d são da ordem de US\$1,5-2 bilhões e, portanto, muito alto. O preço do barril de óleo produzido, a US\$ 15-18, obtido do processo Petrosix da Petrobrás, conquanto maior em 40-50% do que o preço do barril de petróleo importado, indica viabilidade para o processo usado.

6. As reservas brasileiras de xistos oleígenos são muito grandes e portanto devem ser aproveitadas. Em nível de suficiência, talvez só o Irati, em toda a sua extensão, teria possança suficiente para sustentar um consumo para combustível a níveis significativos em relação ao consumo brasileiro atual. Os investimentos financeiros necessários são, no entanto, de tal monta, que os torna incompatíveis com as disponibilidades presentes do país.

7. Muito mais adequados são os xistos oleígenos para servirem como fonte de matéria prima orgânica e inorgânica (xistoquímica) com o fim de atenderem às necessidades da sociedade em bens de saúde e em materiais, do que para servirem como fonte de energia.

## O ÁLCOOL, RECURSO ENERGÉTICO RENOVÁVEL

Antônio Evaldo Inojosa de Andrade

- 1 - Problema mundial de Energia
    - 1.1 Visualização global
    - 1.2 Soluções prováveis
  - 2 - Problema Energético Brasileiro
    - 2.1 Considerações gerais
    - 2.2 Potencial alcooleiro
      - 2.2.1 Disponibilidade de terras
      - 2.2.2 Recursos da mão-de-obra
      - 2.2.3 Luminosidade
    - 2.3 Vantagens e desvantagens da produção de álcool
      - 2.3.1 Efeitos sobre o Balanço de Pagamentos
      - 2.3.2 Efeitos poluidores
      - 2.3.3 Custos comparativos
  - 3 - Importância Estratégica da Produção de Álcool
    - 3.1 Ampliação da fronteira agrícola
    - 3.2 Geração de empregos agrícolas estáveis
    - 3.3 Independência relativamente a fontes externas de combustíveis líquidos
  - 4 - A Questão Relativa à Matéria Prima para Produção do Álcool
    - 4.1 Balanço energético
    - 4.2 Estudos de BATTELLE
    - 4.3 Modelo ideal
- 
- 1 - Problema Mundial de Energia
    - 1.1 - Visualização Global

As fontes primárias de energia são, na ordem decrescente de importância: os combustíveis de petróleo, os combustíveis sólidos, o gás natural, a hidroeletricidade e as fontes de origem nuclear. A participação de cada uma dessas fontes é vista a seguir:



**Tabela nº 1**

Participação das Fontes Primárias de Energia  
no Total da Demanda, exclusive área  
Comunista - 1920 a 1970

Especificação	%			
	1920	1950	1960	1970
Combustíveis de petróleo	10	33	43	53
Combustíveis sólidos	87	54	38	25
Gás natural	2	11	16	19
Hidroeletricidade e nuclear	1	2	3	3
	100	100	100	100

Fonte: Diagnósticos APEC - 1977 - nº 1, página 331

Vale destacar que os combustíveis de petróleo, em 1970, respondiam por mais de 50% da demanda total de energia. As razões da elevada participação dos combustíveis de petróleo na demanda total de energia são as seguintes:

- a) a facilidade do manuseio, transporte e estocagem;
- b) a variedade e versatilidade dos seus subprodutos; e
- c) sua disponibilidade a preços competitivos.

A notável elevação dos preços do petróleo, ocorrida a partir de outubro de 1973, além dos efeitos generalizados sobre as relações econômicas e financeiras internacionais, determinou o reexame do problema energético mundial, a partir de então, sob a ótica dos problemas de dominação e segurança das nações, a médio e longo prazos.

A disponibilidade de energia, em quantidade e a custos adequados, passou a ser considerada condição indispensável ao desenvolvimento e segurança interna de 90% da totalidade dos países importadores que são de petróleo.

A elevação do preço do petróleo que, de US\$ 3,01 por barril, vigente em princípios de outubro de 1973, elevou-se para US\$ 12,70 na atualidade, aliada a uma tendência à escassez persistente, conduziu à necessidade de substituir o petróleo por outras formas de energia, constituindo-se esta questão, provavelmente, no maior desafio tecnológico que a humanidade terá de enfrentar no restante deste século.

## 1.2 - Soluções Prováveis

Em 1975, o consumo diário de petróleo era de 46 milhões de barris por dia, devendo situar-se, hoje, ao nível dos 50 milhões de barris diários.

Os geólogos acreditam que, até o presente, as descobertas de petróleo tenham alcançado cerca de 1 trilhão de barris, dos quais 400 bilhões de barris já tenham sido consumidos e acreditam que exista mais 1 trilhão de barris em reservas a serem descobertas.

Como é absolutamente impossível encontrar uma nova área no mundo com a potencialidade do Oriente Médio, a descoberta de novas reservas de petróleo deverá custar muito mais caro e o custo de produção deverá ser bem superior ao custo atual naquela região.

Esta a razão pela qual acredita-se que o petróleo, em 1985, deverá custar três vezes mais caro que atualmente. O consumo diário, ainda que persistentemente crescente, deverá evoluir de modo mais lento que no passado, quer em consequência de redução do desperdício, quer pela utilização de formas alternativas de energia.

A Comissão Econômica de Europa estima que a importância relativa das fontes de energia em 1985 será a seguinte:

	%
Combustíveis de petróleo . . . . .	45
Combustíveis sólidos . . . . .	26
Gás natural . . . . .	17
Hidroeletricidade e nuclear . . . . .	12
	100

O confronto dos dados anteriores com os que constam da Tabela nº 1, conduz à conclusão de que os técnicos da Comissão Econômica da Europa admitem como alternativa para as três primeiras fontes de energia, a maior utilização dos recursos hídricos e a energia nuclear.

Provavelmente baseiam-se no fato de que os combustíveis de petróleo, os combustíveis sólidos em sua quase totalidade e o gás natural, constituem formas de energia cujos estoques são finitos.

Ao contrário, os recursos hídricos possuem utilização permanente, ainda que o crescimento da sua utilização seja assintótica, tendendo, de modo inexorável, a um limite.

Mais difícil de considerar-se é a questão da energia nuclear, à luz da tecnologia então disponível.

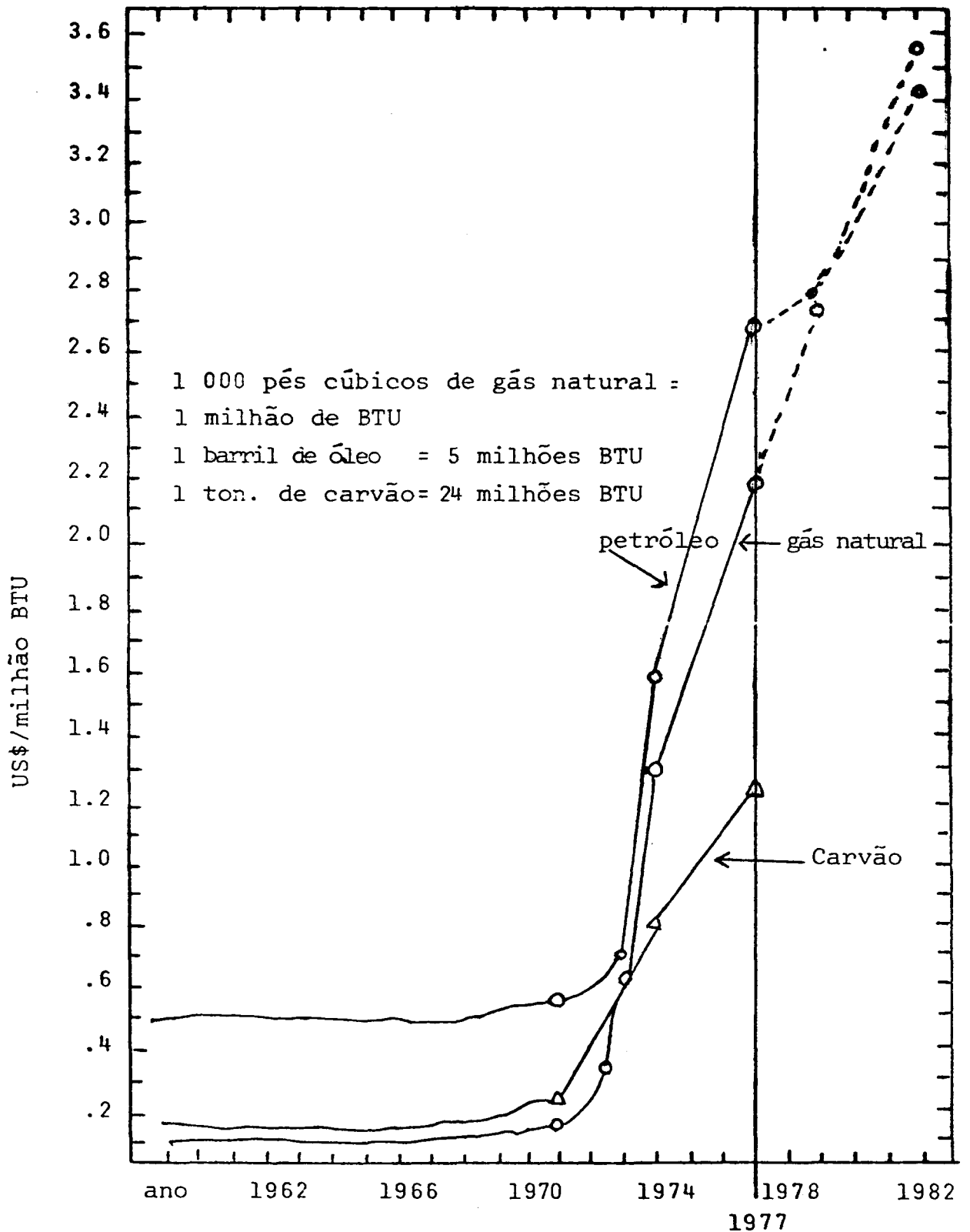
Os estoques de combustíveis nucleares disponíveis possuem finitude superior aos do carvão, isto é, devem estar esgotados antes que as reservas carboníferas. São, no entanto, possíveis novas descobertas, como também acredita-se que, daqui há 10 ou 15 anos, a utilização do hidrogênio na geração de energia nuclear, ao transmutar-se em hélio, possa, tecnologicamente, estar dominada.

De qualquer modo, em síntese, tudo leva a crer que, realmente, a participação dos recursos hídricos e da energia nuclear seja crescente no atendimento das necessidades futuras.

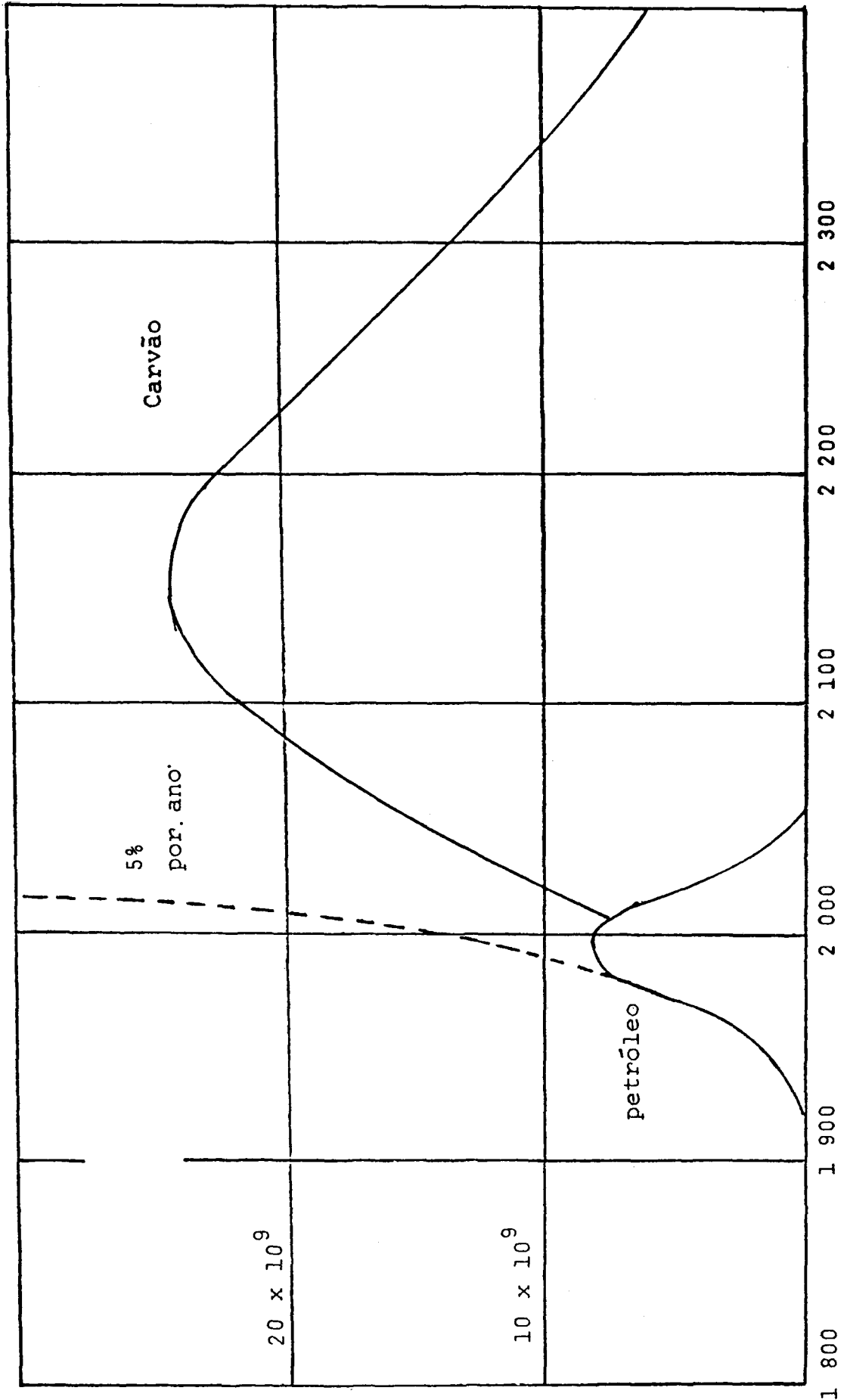
Vale considerar, no entanto, que há formas de utilização de energia, ao nível da tecnologia atual, impossíveis de serem substituídas pela energia hidroelétrica ou nuclear, como por exemplo, a utilizada nos veículos automotores. O modo mais simples de promover essa substituição, será mediante a adoção de uma fonte primária de energia das mesmas características que a do petróleo, tais como, facilidade de manuseio, transporte, estocagem, abundância, custo, etc. Neste instante estamos pensando no álcool, o qual apresenta a vantagem adicional de servir de matéria prima para a indústria química, em substituição ao petróleo, ou seus subprodutos.

Caso se considere as fontes primárias de energia em uso como convencionais, retirando-se desta categoria apenas a energia nuclear cuja tecnologia somente agora começa a ser dominada, há que considerar além desta, uma outra, praticamente infinita, a energia solar, assunto ao qual retornaremos mais adiante.

Preços médios do combustível fóssil nos  
E.U.A. no auge da produção



Carvão Equivalente  
tonelada/ano



## 2 - O Problema Energético Brasileiro

### 2.1 - Considerações Gerais

De acordo com o Balanço Energético Nacional – 1976, elaborado pelo Ministério das Minas e Energia, o consumo brasileiro de energia, em 1975, era equivalente a 92 bilhões de toneladas de petróleo, devendo crescer nos próximos 10 anos para o equivalente a 189 bilhões de toneladas de petróleo. A tabela nº 2 contém a participação das diversas fontes de energia no início e no final do período acima mencionado.

**Tabela nº 2**

Participação das fontes de energia no consumo total do País - 1975 a 1985

Fontes de Energia	Participação %		
	1975	1985	Diferença
Derivados de Petróleo	44,3	36,4	-7,9
Energia hidráulica	23,2	30,9	+7,7
Lenha, bagaço de cana e carvão vegetal	28,8	19,1	-9,7
Carvão mineral	3,3	8,6	+5,3
Outras fontes	0,4	5,0	+4,6
Total	100,0	100,0	—

Fonte: Balanço Energético Nacional - 1977 - Ministério das Minas e Energia, páginas 18 e 19.

Os dados constantes da tabela acima permitem observar que a estratégia brasileira relativamente ao suprimento de energia, será baseada na intensificação do uso das fontes hídricas, do carvão mineral, da energia nuclear e do álcool, estas duas últimas formas de energia incluídas na rubrica denominada "outras fontes".

Vale destacar que o Brasil é relativamente pobre no que tange a combustíveis fósseis como o petróleo, o xisto, o carvão e o gás natural, não havendo, em consequência, muitas alternativas a serem adotadas para o aumento do suprimento das necessidades energéticas brasileiras.

### 2.2 - Potencial Alcooleiro

O álcool apresenta a característica de poder ser utilizado como combustível, quer misturado com a gasolina, quer isoladamente.

Quando o motor foi inventado no início da segunda metade do século passado o álcool foi usado como combustível.

Ocorreu que o motor foi desenvolvido em países que dispunham de mais petróleo do que álcool, daí a razão pela qual o motor foi orientado para consumir derivados do petróleo e não o álcool.

O álcool apresenta outra característica, igualmente muito importante, que é o de

poder substituir derivados ou subprodutos do petróleo utilizados na indústria química.

Nestas condições, vale a pena considerar o álcool tecnicamente como um substitutivo do petróleo, ressaltando-se que uma produção de álcool em larga escala não será possível para todos os países.

Isto é verdadeiro porque o álcool deverá ser obtido a partir da transformação da energia solar em biomassa vegetal por via da fotossíntese, mediante um sistema agrícola que leve em conta não apenas a planta adequada, mas também o elenco de fatores naturais, econômicos e ecológicos adequados.

É ponto pacífico a existência de uma enorme variedade de vegetais capazes de produzir biomassa que, pela fermentação, produzirá álcool. No entanto, na ordem decrescente do índice de transformação por área, tem-se como certo que a cana ocupa o primeiro lugar, vindo a seguir a mandioca e o sorgo sacarino, para restringir o assunto às plantas adaptadas às condições brasileiras.

Dado que a produção de cana é minha especialidade, que ela constitui o núcleo do tema que me foi proposto e, ainda, que é a única planta com tecnologia dominada, em regime industrial, para a produção de álcool, somente a ela me referirei a partir de agora, a não ser com referência explícita em contrário.

### 2:2.1 - Disponibilidade de terras agricultáveis

A cana de açúcar não é muito exigente em termos de solos, principalmente se se considera as técnicas atuais de preparo e fertilização do solo. Tanto é assim que a cana de açúcar é produzida em todas as regiões do País, não obstante a diversidade de solos.

É bem verdade que solos mais férteis, na condição de tudo o mais constante, isto é, na condição de igualdade de todos os demais fatores que influem na produção por hectare, conduzem a rendimentos agrícolas maiores.

Porém, o que se deseja ressaltar é que, ainda que a rendimentos agrícolas menores, é possível produzir cana praticamente em qualquer tipo de solo.

Mais importante que o solo é a topografia, porque se aquele pode ser corrigido em termos de fertilidade, o homem não pode, pelo menos até agora, influir na topografia. Esta, para ser considerada adequada à produção de cana, deve ser plana ou levemente ondulada. Inclinações muito fortes dificultam os serviços de mecanização dos solos, o corte e o transporte da cana.

A temperatura é importante para a cana de açúcar, devendo situar-se, preferencialmente, entre os 15 e 40 graus centígrados. O nível de precipitação pluviométrica deve ser superior a 1.200mm anuais.

Não são muitas as regiões da terra que apresentam uma combinação adequada de solos, topografia, temperatura e chuvas, capazes de constituírem a base física para uma produção de cana em larga escala, de modo a possibilitar a produção de álcool em volume capaz de substituir o petróleo.

Dos países que possuem regiões adequadas, é o Brasil quem dispõe do maior potencial de recursos naturais próprios à agricultura da cana.

Sem nenhuma dúvida, a maior parte do território nacional apresenta as condições mínimas exigidas pela cana de açúcar, devendo eliminar-se do total do território nacional, o sertão semi-árido nordestino, o pantanal matogrossense e as regiões serranas, como inadequadas à atividade canavieira.

Vale destacar que das três áreas mencionadas no parágrafo anterior, somente a última está definitivamente condenada a não produzir cana.

Relativamente ao pantanal, a sua incorporação à fronteira agrícola canavieira está na dependência das obras de drenagem e proteção contra as enchentes, as quais somente a longo prazo poderão ser realizadas.

Quanto ao sertão semi-árido do Nordeste, somente as áreas impossíveis de serem irrigadas não se prestarão à produção de cana. As margens dos rios perenes da zona semi-árida, como, por exemplo, o Rio São Francisco e seus afluentes, oferecem o maior potencial canavieiro do País, desde que a agricultura adote a técnica da irrigação.

Nestas áreas, a elevada temperatura e luminosidade, aliadas a uma irrigação adequada, podem proporcionar uma produção de cana de açúcar, destinada à produção de álcool, de valor significativo para substituição do petróleo.

A atividade canaveira no Brasil ocupa, atualmente, uma área de cerca de 2,5 milhões de hectares, equivalentes a 25.000 km<sup>2</sup>.

Esta área proporciona uma produção de 100 milhões de toneladas de canas, as quais, se fossem totalmente transformadas em álcool, proporcionariam uma produção de 7 bilhões de litros anuais.

Somente para que se tenha uma idéia do significado destes números, vale ressaltar que o consumo anual de gasolina é da ordem de 15 bilhões de litros anuais.

Um programa destinado a alcançar uma produção de álcool igual a 2 vezes o consumo atual de gasolina, exigiria uma área de 100.000 km<sup>2</sup> de canaviais ou muito menos, porque, sendo produção adicional, poderia ser implantada com índices de produtividade tais que essa área necessária poderia ser reduzida para 60.000 km<sup>2</sup>.

Essa área é pequena comparada com o potencial brasileiro para a produção de cana.

Duas regiões, a do Vale do São Francisco e a Região dos cerrados, oferecem áreas agricultáveis, ainda não utilizadas em qualquer outra atividade agrícola, cujos potenciais para a produção de canas são inestimáveis.

Encareço a atenção dos presentes para o fato de que não levei em consideração, para mostrar a disponibilidade de terras agricultáveis, os 3,6 milhões de km<sup>2</sup> pertencentes à Região Amazônica.

### 2.2.2 - Recursos de mão-de-obra

Para a produção das 100 milhões de toneladas de canas, considerando uma produtividade média de 1,5 homem/dia por tonelada, o volume de mão-de-obra empregada é da ordem de 417 mil trabalhadores.

Um programa de expansão da lavoura de cana, pode ser realizada com um nível de produtividade bem mais elevada.

Nestas condições, caso se admita uma produtividade da ordem de 0,8 homem/dia por tonelada de cana, o volume adicional de mão-de-obra requerida é da ordem de 952 mil trabalhadores, conforme demonstração a seguir:

$$\text{volume de canas} = \frac{30.000.000 \text{ litros}}{70} = 428.571 \text{ mil toneladas}$$

$$\text{número de trabalhadores} = \frac{0,8 \text{ homem/dia} \times \text{volume de canas}}{360} = 952 \text{ mil}$$

Este contingente de mão-de-obra a ser empregado na zona rural do País, não é incompatível com a população economicamente ativa ali existente.

Com efeito, conforme dados do censo de 1970, na zona rural brasileira existia aproximadamente 26 milhões de habitantes, colocados na faixa etária dos 15 aos 60 anos,

de ambos os sexos.

O único problema de um programa de formação de lavoura de cana em grande escala, são os fluxos migratórios sensíveis para as áreas a serem agricultadas, no caso, o Vale do São Francisco e as zonas dos cerrados, hoje possuidoras de baixa densidade demográfica, quando confrontadas com outras zonas rurais.

### 2.2.3 - Luminosidade

A utilização da cana de açúcar, como aliás de qualquer outra planta, para a produção de álcool destinado à substituição do petróleo, equivale, em última instância, à utilização da energia solar como fonte primária de energia.

A fim de melhor fixar esta idéia, vale considerar a classificação de ANANICHEV, exposta em seu trabalho "O problema da energia e as fontes de energia". O autor acima citado, classificou as fontes de energia em sete sistemas a saber:

- 1º Sistema - constituído da energia gerada por forças gravitacionais, tais como, rotação da terra, movimento molecular, ondas e marés, o vento e a energia geotérmica.
- 2º Sistema - baseado na vida orgânica, como por exemplo a fotossíntese e a energia de microorganismos. A luz solar, radiações solares e possíveis raios cósmicos são as fontes de energia que operam sobre a matéria viva.
- 3º Sistema - calor ou energia produzida mediante reações eletroquímicas ou concentração óptica da luz do sol.
- 4º Sistema - fontes não renováveis de energia, tais como o carvão, petróleo, gás natural e xisto.
- 5º Sistema - produção de energia mediante processos nucleares; neste sistema, a energia térmica e a energia elétrica podem ser produzidas a partir da fissão ou da fusão nuclear.
- 6º Sistema - transformação da energia biogeoquímica; obtem-se a energia térmica através de reações químicas envolvendo nitratos, fosfatos e outras substâncias correlatas.
- 7º Sistema - a fonte de energia deste sistema é o hidrogênio, já utilizado como combustível de aviação.

Com base na classificação acima, a utilização da cana, corresponde ao emprego da energia solar, na forma primária de luz a qual, por via da fotossíntese, é transformada em biomassa vegetal.

Nestas circunstâncias, dois elementos devem ser considerados. De um lado, o vegetal que apresenta a maior eficiência na absorção dessa energia e, em segundo lugar, a fração da energia, na forma de luz, que chega à superfície terrestre.

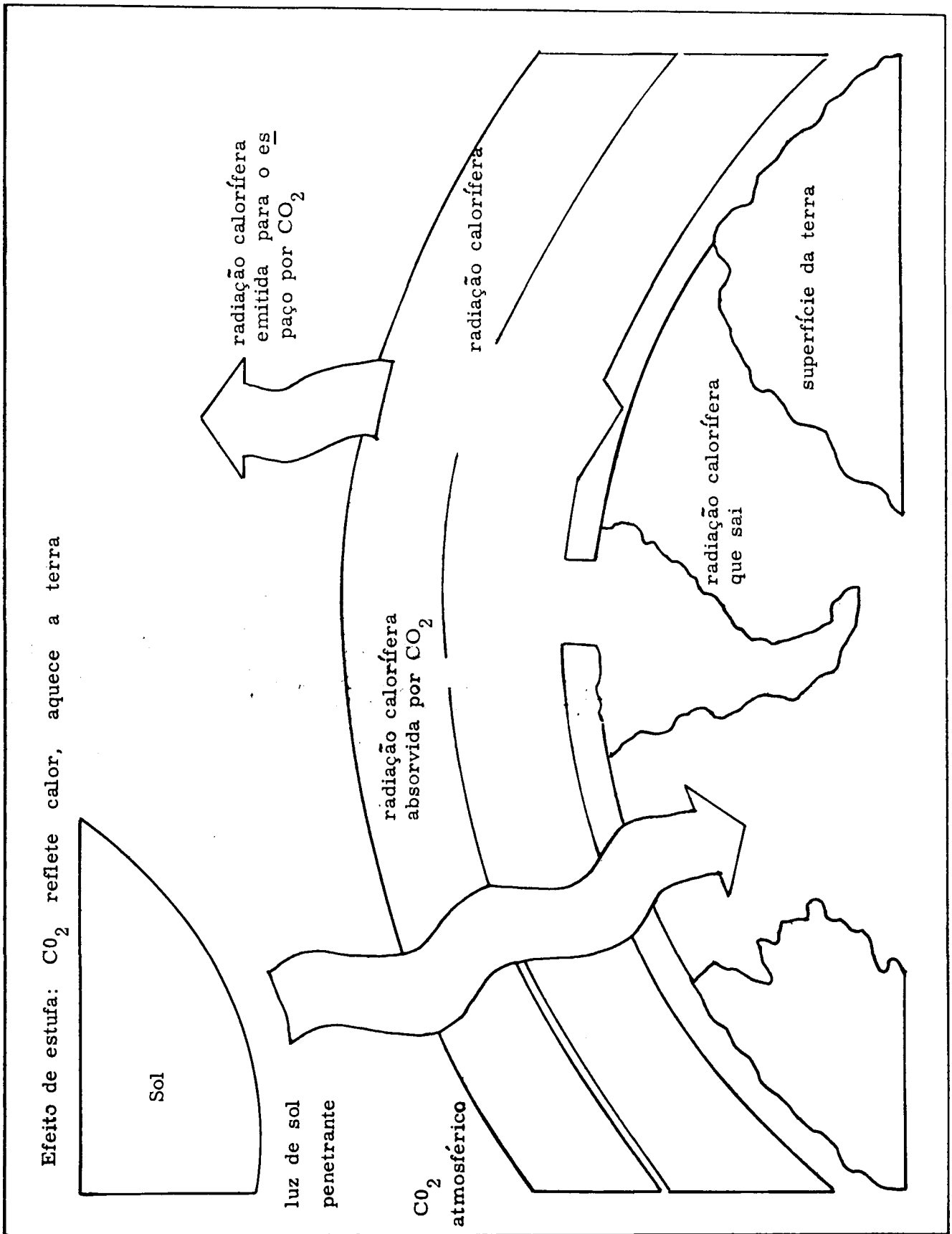
É fácil entender que a zona tropical apresenta o maior índice de luminosidade terrestre e, dentro desta faixa, predominam as zonas onde o índice de nebulosidade é mínimo, ou seja, é máxima a insolação observada.

Não tenho dados exatos para a região dos cerrados, porém, posso afirmar que o Vale do São Francisco possui o mais elevado índice de luminosidade do País. A região dos cerrados deve situar-se em nível de luminosidade relativamente próximo ao do Vale do São Francisco, se não imediatamente abaixo.

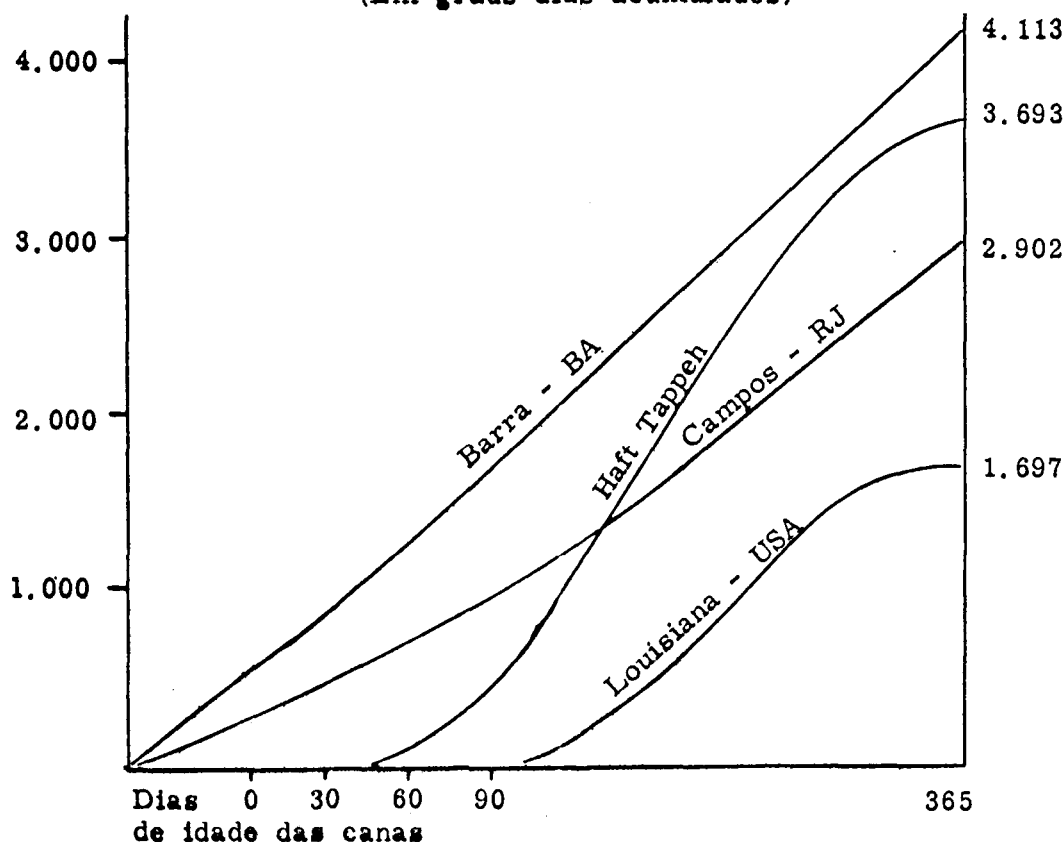
O gráfico a seguir indica o potencial térmico da região do Vale do São Francisco, aí denominada como Barra — Ba, comparado com o de outras regiões canavieiras do mundo. Uma vez que o potencial térmico mede a temperatura do solo, temperatura esta que é



diretamente relacionada com a luminosidade ambiente, pode-se constatar a superioridade da região com relação às demais.



Potencial Térmico em Algumas Regiões Canavieiras  
(Em graus-dias acumulados)



Obs.: grau-dias acumulados foram calculados mediante:

365

$(\bar{T}_i - 15^\circ \text{C})$

$i=1$

onde  $\bar{T}_i$  é a temperatura média do dia  $i$

## 2.3 - Vantagens e Desvantagens da Produção de Alcool

### 2.3.1 - Efeitos sobre o Balanço de Pagamento

A aquisição do petróleo constitui pesado encargo para a economia nacional, principalmente a partir da notável elevação dos preços ocorridos que teve início em outubro de 1973. No ano de 1977 o dispêndio com a importação do petróleo alcançou os US\$ 3,7 bilhões, representando 30,1% da receita gerada pelas exportações do País.

Um programa de substituição do petróleo apresenta a vantagem de reduzir o ônus que a importação daquele combustível representa para o balanço de pagamento do País.

De acordo com os dados constantes do Balanço Energético Nacional, 1 litro de álcool equivale em energia, a 99% de um litro de petróleo. Nestas condições, 30 bilhões de litros de álcool equivalem a um volume de petróleo da ordem de 186 milhões de barris, a preços de hoje, equivalentes a US\$ 2,3 bilhões.

Caso se confirmem as previsões, segundo as quais o petróleo, em 1985, estará custando 3 vezes mais caro, aquele contingente de álcool, de 30 bilhões de litros, equivalerá a uma economia de divisas da ordem de US\$ 6,9 bilhões.

### 2.3.2. - Efeitos Poluidores

No que tange ao resultado da sua combustão, o álcool apresenta menores efeitos poluentes que a gasolina. Os estudos realizados pelo Centro Técnico Aeroespacial, demonstram que a adição do álcool à gasolina, na proporção de 10%, resulta uma mistura carburante cujos efeitos sobre a poluição são basicamente iguais à da combustão da gasolina.

Entretanto, o motor movido exclusivamente a álcool elimina, praticamente, a poluição do ar.

O problema relativamente à poluição reside na existência de um resíduo da produção de álcool, o vinhoto.

A questão do vinhoto deve ser encarada sob dois ângulos distintos a saber:

- a) o da poluição propriamente dita, dado que o vinhoto é um produto que possui elevada demanda biológica de oxigênio; e
- b) o da recuperação de sais e substâncias orgânicas que estão sendo desperdiçadas.

De um seminário realizado na cidade do Rio de Janeiro resultaram quatro soluções para a questão do vinhoto, as quais são a seguir resumidas:

- 1) a curto prazo, a melhor utilização para o vinhoto é a de servir como fertilizante, dissolvido na água de irrigação. Esta utilização "in natura" deve ser controlada, devendo variar entre 800 a 1100 m<sup>3</sup> ha/ano, substituindo a adubação normal.

Em certos casos, recompondo a relação NPK, essa distribuição pode ser feita até em caminhões, de modo econômico, em um raio de 10 km.

- 2) a segunda solução apresentada é a obtenção de um produto, mediante a evaporação, que pode ser utilizado como adubo ou para rações animais, como ocorre na Holanda e na União Soviética. O produto é misturado na proporção de 20% na ração animal.

- 3) a terceira solução é a utilização do vinhoto para substratos de fungos, para a produção de proteínas com baixo teor de acidez. Estão sendo realizadas experiências com "aspergilhus orisae" que reduz, de modo bastante acentuada, a demanda biológica de oxigênio do efluente.

- 4) a quarta solução é a produção de metano, mediante bactérias termofílicas.

Em Campos, Estado do Rio de Janeiro, estão sendo realizadas experiências, em algumas usinas, com lagoas de oxidação e de estabilização.

Todas estas soluções são caras e exigem investimentos que devem ser incorporados aos das destilarias.

O conteúdo orgânico e mineral do vinhoto coloca-o entre os resíduos industriais de maior potencial poluidor de corpos d'água. Cada litro de vinhoto lançado no ambiente corresponde, em média, a uma poluição equivalente a do esgoto sanitário produzido por 1/2 habitante por dia.

Uma destilaria com capacidade de 360.000 litros de álcool por dia, produz cerca de 3,6 milhões de vinhoto no mesmo período, correspondendo à poluição gerada por um grupo de 1.800.000 pessoas.

### 2.3.3 - Custo Comparativo

Dentre os itens ora em exame, escolhidos para apreciação das vantagens e desvantagens da produção de álcool, este é, talvez, o que apresenta a condição de mais gerar controvérsias.

A questão que poderia simplesmente ser resumida à comparação de dois indicadores de custo, apresenta, de saída, as seguintes características.

- a) o álcool para ser produzido consome, exclusivamente, fatores de produção internos, isto é, implica em dispêndio em moeda do país; mais ainda, utiliza fatores, tais como terras e mão-de-obra de baixo custo de oportunidade.
- b) o petróleo, em sua quase totalidade, isto é, em aproximadamente 80% do volume consumido no país, é importado do exterior, devendo, em consequência, ser pago em moeda forte; some-se à questão o peso relativo do dispêndio de divisas com a importação do petróleo, cerca de 30,1% do valor gerado pelas exportações e, mais ainda, o dispêndio em cruzeiros, pago por toda a sociedade brasileira, na promoção dessas exportações. Caso se queira complicar mais o quadro, some-se o valor dos serviços sobre a dívida externa que poderia ser economizado, não houvesse o dispêndio com a importação de petróleo.
- c) o custo da produção de álcool pode ser considerado constante no decorrer de tempo; o petróleo porém, hoje mais barato do que o álcool, com certeza terá preço crescente, somente havendo dúvidas sobre o ritmo dessa elevação de preço.
- d) dada a elevada dependência da economia brasileira em função do petróleo, persistentemente escasso e caro, a relação entre o custo do álcool e do petróleo deve ser analisada em um período de tempo e não em um determinado instante.
- e) a favor do petróleo conta o fato de já existir uma estrutura econômica adaptada ao refino, distribuição, estocagem e consumo, etc., enquanto que, para o álcool, muitas adaptações, serão requeridas.

Há uma corrente de pensamento segundo a qual é mais vantajosa para a economia nacional, a importação de petróleo porque ele custa o equivalente a Cr\$ 1,30 por litro na condição CIF, enquanto o álcool vale, na condição FOB, antes da agregação dos encargos tributários, Cr\$ 4,46 por litro.

Este fato é verdadeiro e os que são contrários ao programa de substituição do petróleo pelo álcool, juntam um outro argumento, qual seja, de que o petróleo serve de base à geração de recursos, na forma de encargos que incidem sobre seus derivados, os quais proporcionam uma massa considerável de dinheiro que financia as atividades de prospecção do petróleo no Brasil.

Conquanto bastante ponderáveis os argumentos em favor do petróleo, vale no entanto considerar que:

- 1 - hoje o petróleo é mais barato do que o álcool. Em um futuro próximo, o álcool, com certeza, será mais barato que o petróleo;
- 2 - o petróleo será tão mais caro quanto mais escasso, e a sua escassez tende a crescer mais rapidamente na medida em que não forem utilizadas fontes alternativas de energia primária;
- 3 - a economia brasileira somente com muito sacrifício poderá resistir à evasão de divisas da ordem de 30% das suas exportações, representada pela conta do petróleo. O dispêndio com o petróleo tende a aumentar mais rapidamente do que o valor das

exportações brasileiras, em virtude dos objetivos da organização que representa os interesses dos países exportadores de petróleo, de um lado e, do outro, dos problemas que envolvem os mercados internacionais dos produtos que compõem a pauta brasileira de exportações.

4 - finalmente, ainda que o álcool permaneça, no decorrer do tempo, mais caro que o petróleo, ele é pago em cruzeiros, consome apenas fatores disponíveis e libertará o país de uma parcela insuportável de dispêndio em moeda estrangeira.

### 3 - Importância Estratégica da Produção de Alcool

Este item pretende resumir os principais indicadores das vantagens de um programa de substituição do petróleo, em sua quase totalidade, pelo álcool, principalmente produzido a partir da cana de açúcar.

#### 3.1 - Ampliação da fronteira agrícola

Próximo aos centros urbanos, grandes consumidores de combustível automotor, é impossível pensar-se em um programa de produção de canas em larga escala, em virtude da escassez ou do elevado valor da terra.

Nestas condições, restringindo-se estas considerações à região do São Francisco, cujas terras ainda estão na dependência de utilização econômica, o programa de desenvolvimento do Vale receberia notável impulso.

A produção de cana, destinada ao abastecimento de destilarias autônomas, concentradas do Vale do São Francisco, possui as seguintes vantagens:

- a) possibilitar o aparecimento, naquela região, de um pólo alcooquímico;
- b) oferecer a alternativa de construção de alcoolduto, ou do desenvolvimento do transporte do álcool utilizando o rio como hidrovia;
- c) proporcionar o aparecimento de resíduos industriais, o vinhoto e o bagaço, em larga escala e geograficamente concentrados, de modo a induzir a sua industrialização;

#### 3.2 - Geração de empregos agrícolas estáveis

Uma das consequências mais imediatas da ocupação de regiões como a anteriormente citada, será a geração de empregos agrícolas estáveis.

Com efeito, a aplicação de tecnologias adequadas ao cultivo da cana de açúcar, fará com que a produção da lavoura e, conseqüentemente da unidade industrial, se prolongue quase que pelo ano inteiro. Criar-se-iam assim condições favoráveis à manutenção de núcleos populacionais permanentes, graças à existência de ocupação contínua da mão-de-obra.

Além disso, há que se considerar que um programa de assistência social aos trabalhadores rurais, com o apoio governamental, encorajará novas migrações para o interior do país, fortalecendo, ainda mais, a ocupação territorial dessas áreas.

#### 3.3 - Independência relativamente a fontes externas de combustíveis líquidos.

Um problema bastante delicado será agora abordado. Trata-se de providenciar, a médio prazo, que a nação se liberte da excessiva dependência em que ora se encontra, com relação à importação de combustíveis líquidos, primordialmente o petróleo.

A análise desta dependência deve ser dividida em duas partes: a econômica e a política.

A dependência econômica advém do fato de que as importações de petróleo são pagas em dólares os quais, de tempos para cá, vêm se tornando cada vez mais escassos,

provocando assim acentuada pressão sobre a balança comercial. Isto sem se falar nos aumentos que, intempestivamente, podem ser decretados a qualquer instante pela OPEP, onerando ainda mais os gastos em importações.

Por outro lado, os investimentos na implantação de destilarias autônomas seriam feitos em cruzeiros de repercussão inflacionária bem reduzida, uma vez que, mesmo que provenientes de recursos governamentais, teriam sempre a sua contrapartida em bens ou em serviços.

A dependência política talvez ainda seja mais grave. O país ficará sempre sujeito, em negociações comerciais ou mesmo diplomáticas, a ameaças de restrição de remessa de petróleo, caso não faça concessões à outra parte interessada. Além deste risco direto, sempre haverá a possibilidade da erupção de conflitos localizados em áreas tradicionalmente fornecedoras do Brasil, com a conseqüência imediata da irregularidade do abastecimento petrolífero.

A produção maciça de álcool amenizara, pelo menos em parte, os prejuízos decorrentes de qualquer uma das situações anteriormente mencionadas e, conforme o balanço final entre necessidades e produção, o país ainda poderá se transformar em exportador de substitutivos de petróleo para nações igualmente atingidas pelo problema e que não dispõem de fontes próprias de sucedâneos petrolíferos.

#### 4 - A questão Relativa à Matéria Prima Para Produção do Álcool

Antes de abordar este item, é conveniente resumir os principais pontos já mencionados, dado que constituem premissas fundamentais sobre as quais assentarão o restante da minha exposição.

Esses pontos são os seguintes:

- 1 - é elevada a dependência da economia brasileira aos combustíveis líquidos, ao petróleo vale dizer, o qual tende a escassear e a encarecer;
- 2 - o Brasil possui condições ótimas para produzir álcool, destinado a substituir o petróleo ainda que parcialmente, utilizando a luz solar como fonte primária de energia, mediante a fotossíntese, para geração de biomassa vegetal;
- 3 - a cana de açúcar é o vegetal mais eficiente na transformação da energia solar, mediante a fotossíntese, na produção da biomassa vegetal adaptada à produção de álcool com a vantagem adicional de proporcionar o combustível necessário ao processo de produção industrial;
- 4 - a região do São Francisco é a área mais adequada, à produção de cana em larga escala, destinada a servir de matéria prima para a produção do álcool, vista sob o ângulo da fração de energia solar que recebe, disponibilidade de terras agricultáveis e água de superfície, necessária à irrigação;
- 5 - a utilização do álcool como substitutivo do petróleo, corresponde à utilização de um recurso energético renovável, obtido às custas de fatores nacionais, dois dos quais, a terra e a mão-de-obra, de custo de oportunidade muito baixo. Ao contrário, a importação de petróleo corresponde a um dispêndio em moeda externa difícil de ser suportado pela economia brasileira a longo prazo.

Finalmente, como informação adicional para atender aos que acham que o álcool é solução exótica para o problema de energia, foi instituído, nos Estados Unidos da América do Norte, o dia do "gasohol".

Tanto é assim que, em 9 de maio último, os membros do Congresso Americano dirigiram seus automóveis até um caminhão tanque estacionado frente ao Capitol Hill para encher seus tanques com uma mistura de gasolina e álcool.

Ainda de acordo com as informações veiculadas, a substituição de 10% da gasolina por álcool diminuirá em 20% a dependência dos Estados Unidos ao petróleo estrangeiro.

Considerando que o álcool já foi usado no Brasil durante a Segunda Grande Guerra como substitutivo da gasolina e que a mistura carburante é comumente utilizada desde o início da década dos trinta, observa-se que o álcool é elemento energético antigo, ainda que sua utilização em países ricos constitua idéia nova.

O Congresso Americano aprovou em 1977 a Lei de Alimentos e de Agricultura na qual autorizou um programa de pesquisas no valor de US\$ 24 milhões e de 5 anos de duração. Autorizou, também, ao Departamento de Agricultura dar garantias de até US\$ 15 milhões para cada uma das 4 usinas piloto destinadas à produção de álcool e hidrocarbonetos industriais, tais como asfalto, adesivos e solventes, acreditando-se que entrem em funcionamento nos próximos 36 meses.

Há que se notar, contudo, que diversas providências no que tange à adoção de combustível de álcool nos Estados Unidos vem sendo proteladas e sofrendo objeções dos mais diversos tipos, o que faz crer que os americanos se defrontam com os mesmos obstáculos ora encontrados no Brasil.

Um exemplo disto é o descontentamento do Senador americano Bayh com o que ele considera ser falta de ação do Departamento de Energia no que concerne a utilização de combustíveis de álcool. A existência de um trabalho mostrando a posição do Departamento sobre o assunto reflete, segundo Bayh, uma falta de esforço, comprometimento e previsão com respeito a essa fonte de energia, o que ele acha inoportuno.

A única ressalva a ser feita é a de que o Programa Nacional do Álcool brasileiro foi criado há 4 anos aproximadamente, enquanto que os americanos se dedicam ao problema há pouco mais de 1(hum) ano.

#### 4.1 - Balanço Energético

No suposto de que estejamos todos de acordo a propósito de produzir álcool, resta discutir o assunto relacionado com os problemas de localização.

A esse respeito há duas correntes de opinião, a saber:

- a) a que defende a produção de álcool junto aos centros de consumo, isto é, próximo aos centros urbanos, onde se localizam os consumidores de combustíveis para veículos automotores e as indústrias que utilizam o álcool como matéria prima;
- b) a que defende a produção localizada em qualquer ponto do país, desde que o balanço entre a energia produzida e a energia consumida na atividade produtiva apresente saldo positivo.

Do ponto de vista da análise do empreendimento, o balanço energético é o melhor indicador macro-econômico para a atribuição de prioridade para a sua implantação.

Este aspecto fica obscurecido pelo fato de o álcool ser recebido pelo Conselho Nacional de Petróleo na unidade de produção, correndo as despesas com o transporte por conta do CNP.

Nestas circunstâncias, é fácil entender porque as autoridades governamentais preferem os projetos próximos ao centros de consumo. A proceder deste modo, as autoridades responsáveis pelas análises dos projetos que visam a implantação de destilarias autônomas, acabam por distorcer a racionalidade econômica.

A fim de possibilitar a prevalência do critério econômico na análise dos projetos de destilaria, o álcool deve ter o seu preço fixado na condição CIF e não FOB. Caberia en-

tão, ao empresário, buscar a combinação dos fatores de produção que maximizasse os rendimentos líquidos do seu projeto.

A propósito da melhor combinação tecnológica de produção, vale mencionar o fato de que na indústria, isto é, na parte industrial da empresa alcooleira, na prática não há grandes chances de melhorar o processo de produção, de vez que a tecnologia disponível pode-se considerar única.

Na agricultura da cana, no entanto, há inúmeras possibilidades de obtenção de combinações tecnológicas, as quais apresentam, por sua vez, resultados agrícolas diferentes.

A Assessoria Econômica da COPERFLU há algum tempo vem desenvolvendo um modelo determinístico, capaz de produzir estimativas de produção, para diferentes combinações tecnológicas.

Esta função tem a forma

$$Y = x + k [D1 \alpha A + D2 \beta I + M \gamma + D3 \varphi (1-J)]$$

onde

$$D1 = 1 \text{ se } A > 0,1; \quad 0 \text{ se } A \leq 0,1$$

$$D2 = 1 \text{ se } I > 0,2; \quad 0 \text{ se } I \leq 0,2$$

$$D3 = 1 \text{ se } J \leq 0,3; \quad 0 \text{ se } J > 0,3$$

Para a Região Norte-Fluminense, os níveis de significância são os seguintes:

$\alpha$  = nível de significância da mecanização, 1

$\beta$  = nível de significância da irrigação, 3

$\gamma$  = nível de significância da adubação, 2

$\varphi$  = nível de significância da inexistência de tratamento fitossanitário, - 0,1

e  $k = 25$

A tabela a seguir contém diversos valores, obtidos mediante algumas combinações de insumo, vale dizer, mediante o uso de equações de produção diferentes.

**Tabela nº 3**

Produções por hectare que se podem obter mediante combinações tecnológicas diversas

Propriedade	Combinações tecnológicas				Rendimento agrícola (t/ha)
	Adubação (A)	Irrigação (I)	Mecanização (M)	Tratamento fito-sanitário (J)	
A	0	0	0	0	22,50
B	0	0	0,3	0,1	37,75
C	0,2	0	0,4	0,2	48,00
D	0,4	0	0,6	0,5	65,00
E	0,6	0	0,9	0,7	85,00
F	0,9	0	0,9	0,9	92,50
G	0,9	0,5	0,9	0,9	130,00
H	0,9	0,9	0,9	0,9	160,00



Merece destaque o salto observado no rendimento agrícola da propriedade F para aE quando, ao nível de todos os demais componentes, foi introduzida a irrigação. O rendimento elevou-se de 92,5 t/ha para 130 t/ha. O mesmo ocorreu da propriedade G para a H.

O fato faz notar que a irrigação é o próximo estágio tecnológico a ser adotado pela agricultura de cana no Brasil visando ao aumento do rendimento agrícola, no suposto que as demais técnicas agrícolas estejam sendo utilizadas corretamente.

Há regiões no Brasil onde a agricultura de cana não pode prescindir da irrigação, como é o caso das terras pertencentes ao Vale do São Francisco, e, as da Baixada Campista no Rio de Janeiro.

A discussão do balanço energético será feita a partir deste instante, mediante a comparação de dois projetos, um em uma Região tradicional próximo do outro de consumo e outro na Região do Vale do São Francisco, sabidamente distante dos centros consumidores.

Sejam dois projetos com a mesma capacidade industrial instalada, com as diferenças abaixo:

- 1 - as unidades industriais operarão em tempos diferentes. Enquanto a 1ª. produz 60 milhões de litros de álcool em 6 meses de operação, o projeto do São Francisco produzirá 100 milhões de litros de álcool, funcionando em 10 meses.
- 2 - o primeiro empreendimento, a partir de agora denominado projeto A, utilizará a tecnologia agrícola média usada no Brasil e o empreendimento do São Francisco, denominado projeto B, utilizará elevada tecnologia agrícola, com base na irrigação.

A seguir, encontram-se os cálculos relativos ao balanço energético dos dois projetos.

**Tabela nº 4**

Balanço Energético dos Projetos A e B  
(características diferenciadoras)

Especificação	Projetos	
	A	B
Produção de álcool (milhões de litros)	60	100
Rendimentos álcool/t de cana	67	75
Área cultivada necessária (1.000 ha)	17,90	8,89
Raio de área necessária, suposto um índice de utilização de 60% (km)	19,5	13,7
Rendimento agrícola (t/ha)	50	150
Volume total das canas produzidas (1.000 t)	895	1 333,3
Consumo de combustível (l/km)	0,5	0,5

**Tabela nº 5**

**Balanco Energético dos Projetos A e B  
(Indicadores de Eficiência)**

Indicadores de Eficiência	Valor
$K = \frac{\text{Tonelada-km A}}{\text{Tonelada-km B}} \text{ (relativo à matéria prima) . . . . .}$	0,95
<p>Cálculo:</p> $\frac{895 \text{ mil t x } 19,5}{1 \text{ 333,3 mil t x } 13,7} = 0,95$	
<p>Consumo interno de energia em mil litros de álcool:</p>	
<p>Projeto A . . . . .</p>	930
<p>Projeto B . . . . .</p>	976
<p>Projeto B - Projeto A . . . . .</p>	46
<p><math>V_1 =</math> Volume de Produção do Projeto A (<math>10^6</math> litros) . . . . .</p>	60
<p><math>V_2 =</math> Volume de Produção do Projeto BxK (<math>10^6</math> litros) . . . . .</p>	95
<p><math>V_2 - V_1 =</math> Geração líquida de energia adicional, pelo projeto (milhões de litros) . . . . .</p>	35

Em resumo, os cálculos anteriores demonstram que o projeto B, ao gerar 100 milhões de litros de álcool, contra 60 milhões de litros do projeto A, consome 5% daquele volume em suas atividades internas.

Em conseqüência, o projeto B apresenta um ganho líquido em termos de álcool, relativamente ao projeto A, da ordem de 35 milhões de litros.

Conforme a hipótese inicial, o projeto A estando próximo ao centro de consumo e o projeto B, colocado à distância, resta calcular o consumo de energia para transportar a produção obtida até o centro de consumo.

Se o projeto 3 estiver a 1.000 km de distância, um veículo que transporte 15.000 litros, deverá percorrer 2.000 km em cada viagem. Ao voltar vazio, o consumo de energia reduz-se à metade. Segundo essa hipótese, o consumo litro por km que é de 0,5 quando cheio, na volta reduz-se a 0,25 quando vazio.

Logo, o consumo para uma viagem de ida e volta a 1.000 km é de 0,75 l/km, ou seja, 750 litros.

Então, para cada 15.000 litros transportados, o saldo é de  $15.000 - 750 = 14.250$ , ou seja, consumo de energia, para o transporte do álcool a 1.000 km, é da ordem de 5%.

Nestas circunstâncias, os 95 milhões de litros de álcool, para serem transportados a 1.000 km, consumiriam 4,75 milhões de litros.

Resumindo:

- a) o projeto B, colocado no Vale do Rio São Francisco apresenta, relativamente a um projeto A colocado próximo aos centros consumidores, uma diferença bruta de energia de 40 milhões de litros, dos quais 5 milhões representam o consumo interno necessário ao transporte do maior volume de matéria prima;
- b) Para transportar os 95 milhões de litros a uma distância de 1.000 km, que separa o projeto do centro consumidor, consome-se 5% do álcool, ou seja 4,75 milhões;
- c) o saldo líquido, é
  - 100 milhões de litros
  - 5 milhões de litros
  - 4,75 milhões de litros
  - = 90,25 milhões de litros
- d) confrontado o valor acima com os 60 milhões de litros produzidos pelo projeto A, observa-se uma produção líquida adicional obtida pelo projeto A, da ordem de 30,25 milhões de litros, equivalente a um índice de eficiência energética de 1,5 do projeto B, em relação ao projeto A.
- e) esse índice decorre, fundamentalmente, das melhores condições naturais oferecidas pelo Vale do São Francisco para a absorção, pela cana de açúcar, da energia solar e sua transformação em biomassa vegetal, matéria prima para a produção de álcool.

#### 4.2 - Estudos de Battelle

Sob o patrocínio do ERDA – The Energy Research and Development Administration, foi realizado, em outubro de 1976, no Battelle Columbus Laboratories, um seminário sobre Fuels from Sugar Crops, ou seja, um seminário sobre combustíveis derivados de vegetais produtores de açúcar.

Deste seminário, a conclusão mais importante tirada foi a seguinte: no momento, o objetivo do produtor é maximizar a quantidade de açúcar obtido por unidade monetária investida. A Battelle recomenda porém, que se procure a otimização de açúcar e fibra, para a obtenção de energia e de matéria prima para a indústria química. A Battelle estima que, se o produtor sofre uma perda de 1 (hum) kg de açúcar, deve ter uma compensação de, pelo menos, 5 kg adicionais de biomassa. Para a consecução deste objetivo devem ser tomadas as seguintes providências:

- a) seleção das variedades de cana, procurando-se aquelas que produzam o máximo de biomassa;
- b) estudo do efeito do espaçamento das fileiras dos canaviais, para maior obtenção de biomassa;
- c) exploração do potencial da irrigação por gotejamento, otimizando-se assim a utilização da água;
- d) determinação do intervalo de tempo ideal para aplicação de nutrientes e pesticidas (informações provenientes do Havai indicam um aumento na utilização do nitrogênio de 50% até 85%), e
- e) estudo de melhor técnica de colheita da cana.

#### 4.3 - Modelo Ideal

A seguir procurarei expor as características principais de que se reveste um modelo de utilização dos fatores de produção agrícola, de modo a obter-se o máximo de utiliza-

ção da biomassa vegetal. Este modelo está envolvida a mandioca sobre a qual até o momento não me referi.

Como se pode verificar do gráfico, a destilaria localiza-se no centro da área a ser utilizada.

Pretende-se, neste modelo, utilizar o excesso de energia que o bagaço de cana proporciona para destilar álcool de mandioca, cujo vegetal não proporciona a energia suficiente para a sua industrialização.

Como da industrialização da cana e da mandioca existem resíduos que podem ser transformados em alimentos de animais, com tecnologia já utilizada na África do Sul e Holanda, esses resíduos complementaríamos a ração necessária para manutenção de um bloco destinado à pecuária.

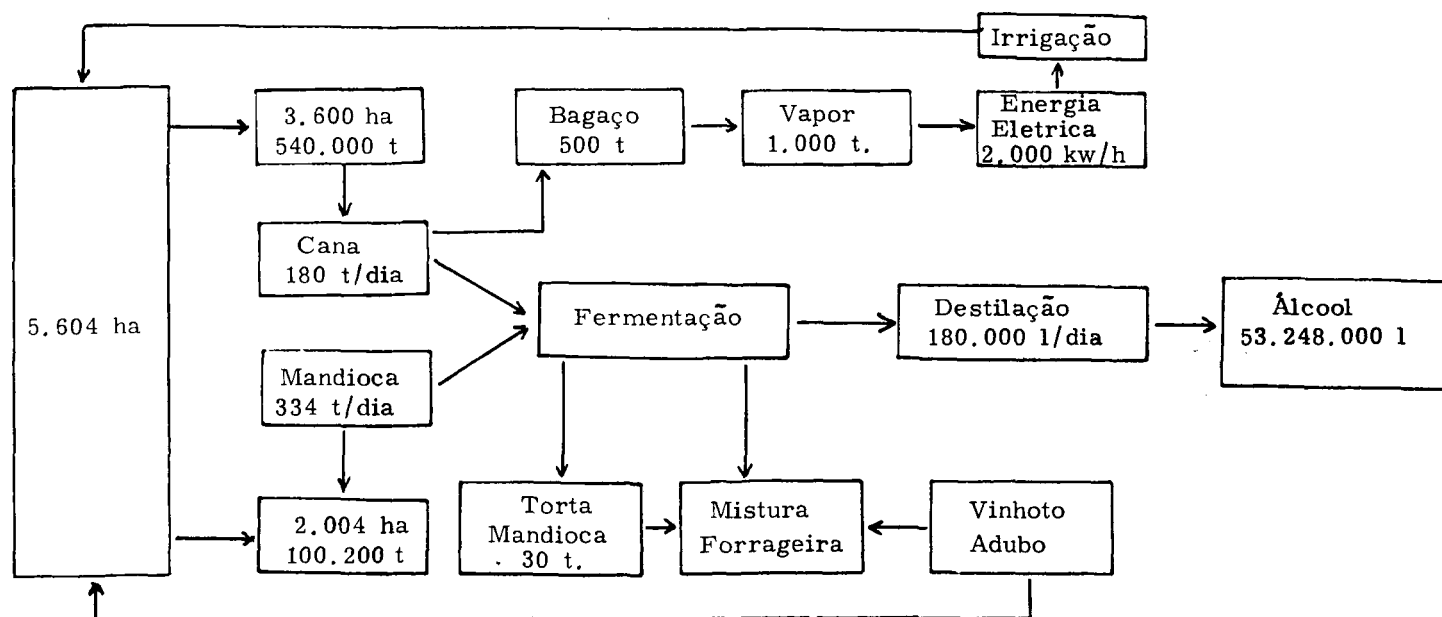
Ao mesmo tempo, parcelas substantivas de vinhoto seriam utilizadas na adubação das áreas em torno da destilaria, permitindo desta forma, o total aproveitamento das sobras de energia fornecida pela cana e pela mandioca, ora como ração para animais, ora como adubos, para as lavouras de cana, de mandioca e pastagens.

Os resíduos proporcionados pela cana e a mandioca, folhas e talos, complementaríamos a alimentação animal. Esta complementação, adicionada ao concentrado proveniente do vinhoto, possibilitaria a existência de um sistema de engorda.

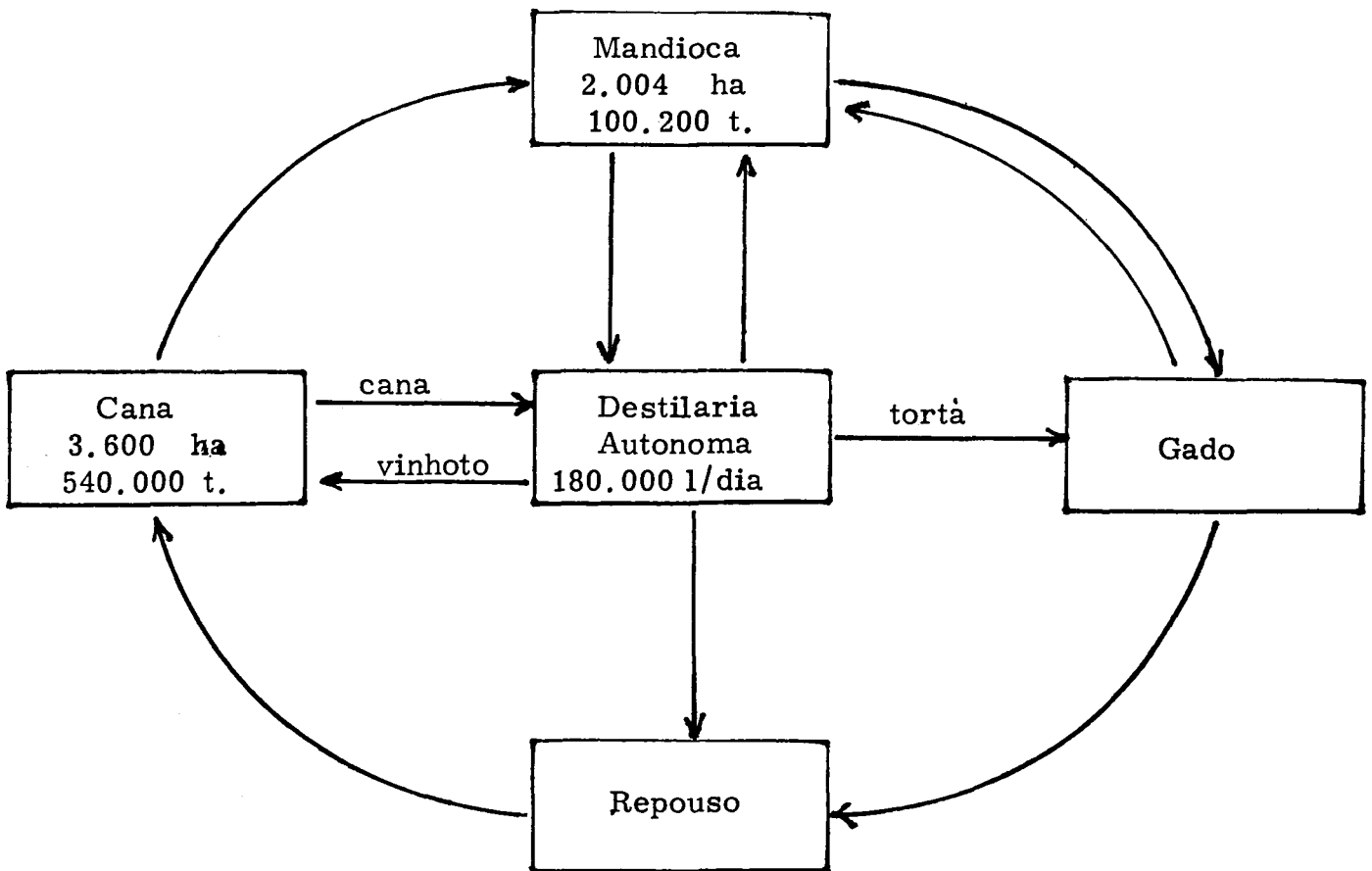
A adoção deste modelo seria possível em zonas possuidoras de largas faixas de terras onde se pudesse instalar o complexo tal como exposto anteriormente.

Mais uma vez lembro que o Vale do São Francisco reúne as condições adequadas em virtude da elevada luminosidade, e da necessidade de irrigação, onde a água seria o veículo para a utilização do vinhoto como fertilizante. Naquela região, igualmente, há disponibilidade de terras e vocação secular para o desenvolvimento da pecuária.

### MODELO DE COMPLEXO AGRO-INDUSTRIAL IDEAL



# MODELO DE COMPLEXO AGRO-INDUSTRIAL IDEAL



## ITAIPÚ E O ABASTECIMENTO DA REGIÃO CENTRO SUL

ENG<sup>o</sup> JOSÉ DA COSTA CAVALCANTI  
(Presidente da Itaipú-Binacional)

A Universidade de Brasília, sob a esclarecida direção de seu digno reitor, e meu particular amigo, Dr. José Carlos, houve por bem encerrar este seminário conduzido sob o *tema geral* as "Alternativas Energéticas para o Brasil", com uma palestra versando sobre "a Itaipú e o abastecimento da região centro Sul".

De início, permitam-nos um comentário.

A nosso ver a eleição do mencionado *tema geral*, revela a sensibilidade e a acuidade da elite universitária brasileira, no concernente ao desafio a ser enfrentado pelos nossos governantes, nas próximas décadas, no sentido de garantir fontes de energia economicamente aceitáveis, para sustentar o nosso desenvolvimento, em bases razoáveis.

Temos conhecimento de que, nestes últimos três dias, os senhores tiveram a oportunidade de examinar e debater temas, cujo equacionamento e solução estão a exigir o empenho de todos que, direta ou indiretamente, têm uma parcela de responsabilidade na condução do processo do desenvolvimento do Brasil.

Parece não haver dúvida quanto ao imperativo de serem antecipadas soluções e decisões cujos efeitos venham manifestar-se na oportunidade necessária, num setor que, nos últimos tempos, teve a sua *essencialidade incrementada* devido a circunstâncias de ordem internacional.

Esta antecipação, na área em tela assume caráter imperativo, quando se leva em conta a distância, *no tempo* entre o *momento* da decisão e a conseqüente ordenação de meios de toda a ordem para implementá-la, e a *época* da efetiva geração dos efeitos desejados, principalmente quando requer a participação de outra ou de outras nações.

Neste aspecto, temos um exemplo expressivo na experiência de Itaipú.

De fato, foi em 1966, que os governos brasileiro e paraguaio resolveram buscar um entendimento, em nível político-diplomático, no sentido de promover o aproveitamento das águas do rio Paraná, pertencentes em condomínio aos dois países, entre salto de Sete Quedas e Foz do Iguaçu.

Tal deliberação governamental, naquela oportunidade, portanto há doze anos atrás, foi motivada, entre outros aspectos, pelos resultados dos estudos prospectivos, então em curso, no Brasil e no Paraguai, que indicavam para a década de 80, um incremento de demanda, na ordem de 10 milhões/kw, na região centro sul do país. Da mesma forma o Paraguai iria necessitar de parte da energia na década de 80.

Era considerado, então, que grande parte do potencial hidrelétrico do trecho da bacia do Paraná integralmente situado em território brasileiro, já estaria, naquela década, quase que inteiramente aproveitado. Neste quadro, os planejadores do setor energético recomendaram o aproveitamento do desnível do rio Paraná, a jusante de Sete Quedas e, portanto, envolvendo águas pertencentes a dois países vizinhos.

Os fatos de hoje, meus senhores, demonstram, sem dúvida, o acerto da mencionada deliberação naquela oportunidade — 1966 — implementada, em 1973 pelo tratado de Itaipú, firmado já sob o aspecto das conseqüências negativas, para o nosso país, da crise energética mundial, que então eclodia.

Certamente, foi este o pano de fundo que levou o governo do Brasil a atribuir prioridade para a concretização imediata do tratado de Itaipú, tornando a central hidrelétrica do mesmo nome, uma realidade irreversível, afastando assim, a eclosão de uma possível crise de suprimento de energia à região centro-sul do país na próxima década de 80.

Tomando por base as considerações que acabam de ser feitas, julgamos que no quadro dos estudos deste *encontro*, seria compensador, transmitir a este auditório a experiência até aqui levada a efeito, em nível governamental e no âmbito da entidade binacional que recebeu o encargo de construir e explorar a central hidrelétrica de Itaipú.

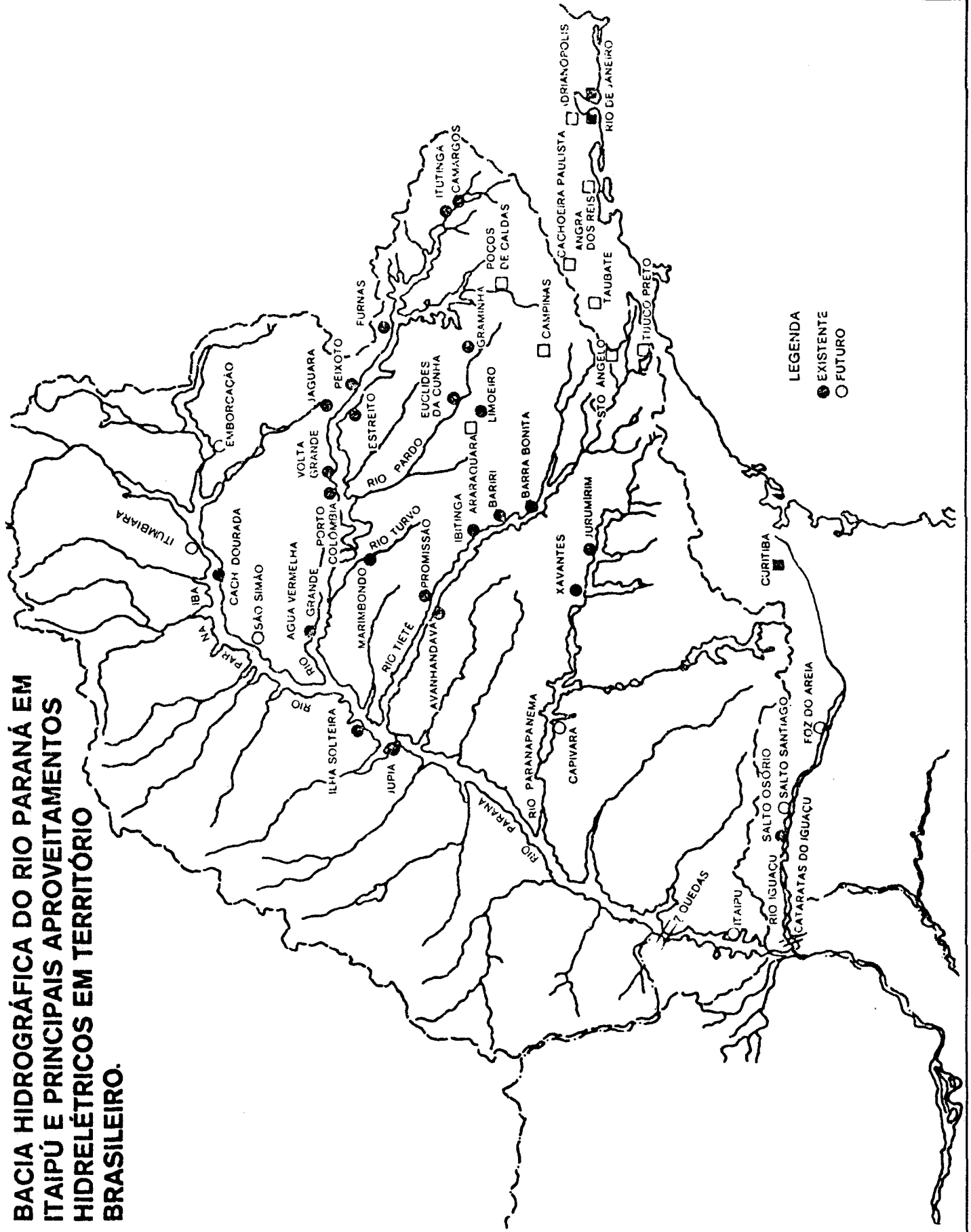
Partindo do pressuposto que esta colocação tenha sido bem recebida pelos que nos honram com sua atenção, damos início à nossa exposição.

(Têm início as projeções, a começar pelo sumário).





**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ EM  
 ITAIPÚ E PRINCIPAIS APROVEITAMENTOS  
 HIDRELÉTRICOS EM TERRITÓRIO  
 BRASILEIRO.**

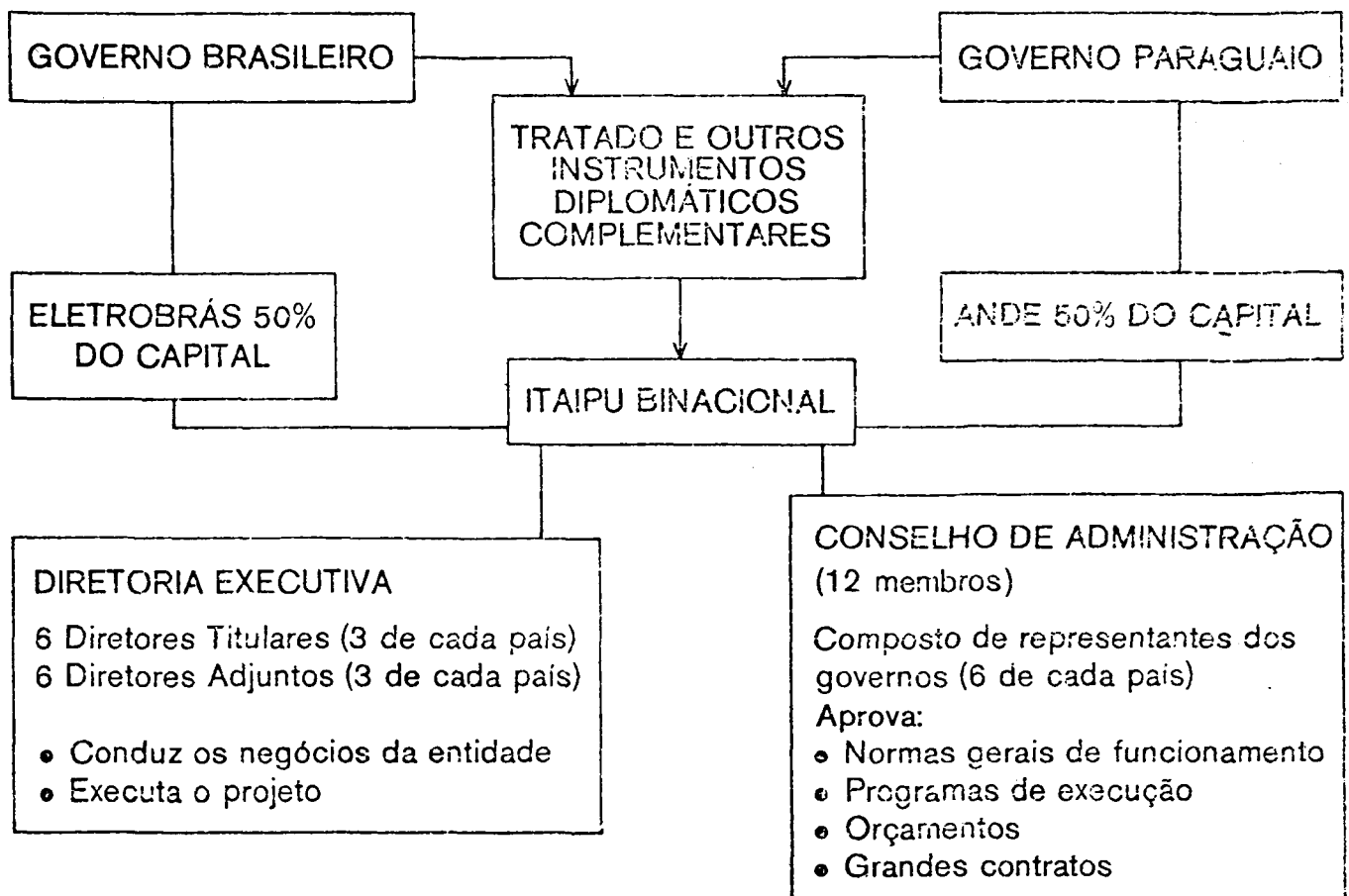


# A ENTIDADE BINACIONAL

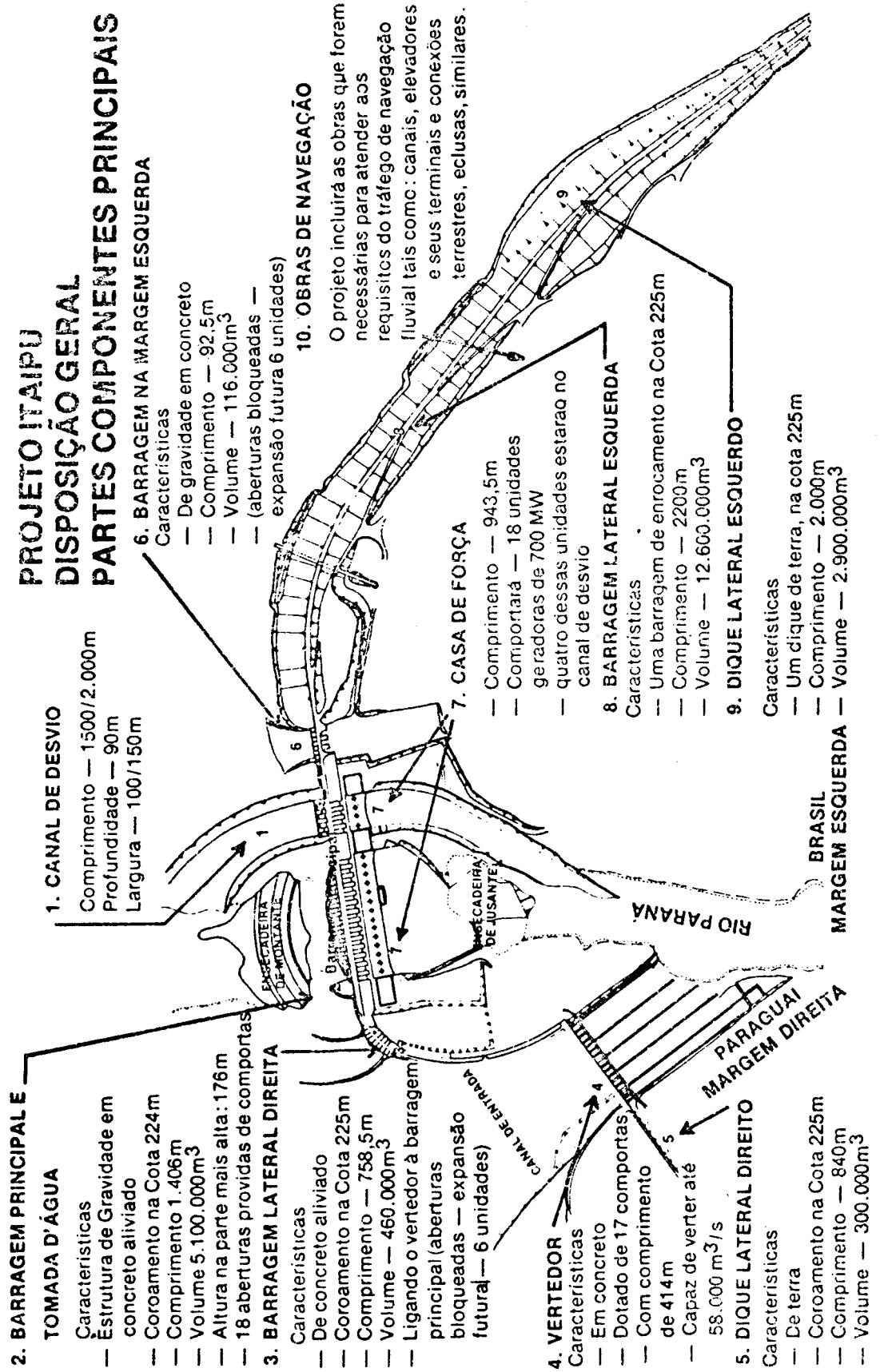
## POSICIONAMENTO, ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO

### – ALGUNS ASPECTOS –

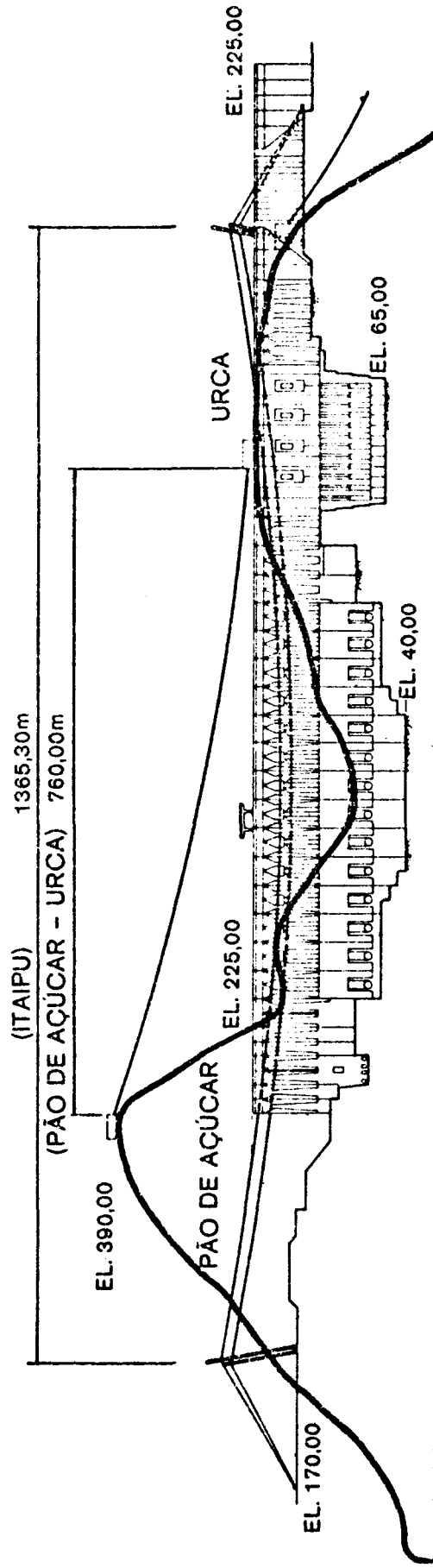
#### ÓRGÃOS DIRIGENTES DA ITAIPU BINACIONAL E RELACIONAMENTO DA ENTIDADE COM OS GOVERNOS DO BRASIL E DO PARAGUAI



# O PROJETO CARACTERÍSTICAS DA CENTRAL HIDRELÉTRICA E DO RESERVATÓRIO.



**APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE ITAIPU**  
**BARRAGEM DE CONCRETO - SUAS DIMENSÕES COMPARADAS**  
**COM O CONJUNTO PÃO DE AÇÚCAR-URCA**



# PROJETO ITAIPU RESERVATÓRIO

## DADOS SOBRE O RESERVATÓRIO

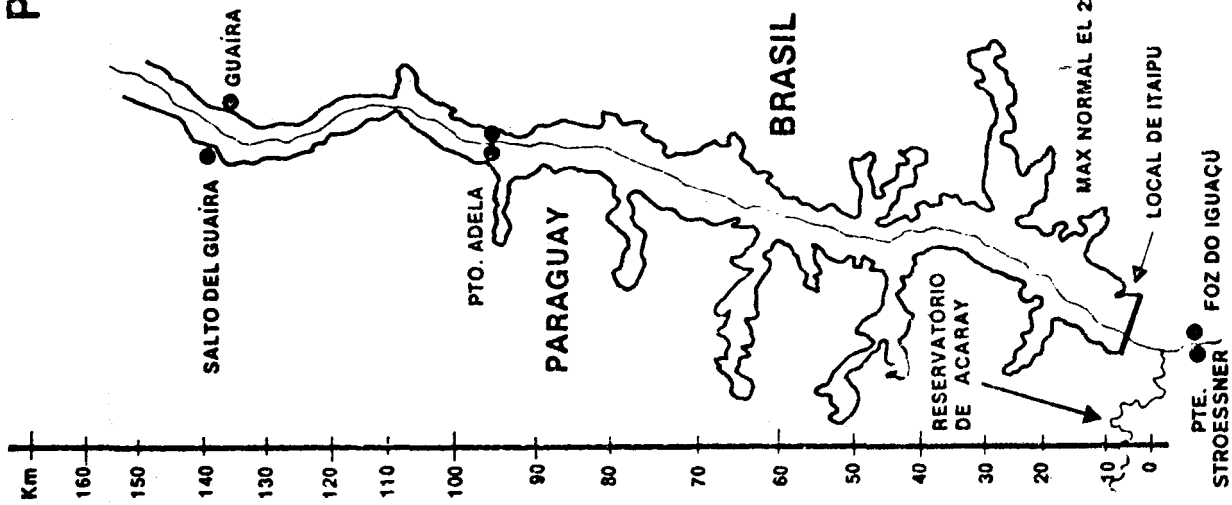
ESTENDER-SE-A, A MONTANTE, POR CERCA DE 200 KM, NUMA LARGURA MÉDIA DE 7 KM, ATÉ E INCLUSIVE O SALTO DE SETE QUEDAS.

INUNDRÁ UMA ÁREA DE CERCA DE 1400 KM<sup>2</sup>, SENDO 800 KM<sup>2</sup> NO BRASIL E 600 KM<sup>2</sup> NO PARAGUAI.

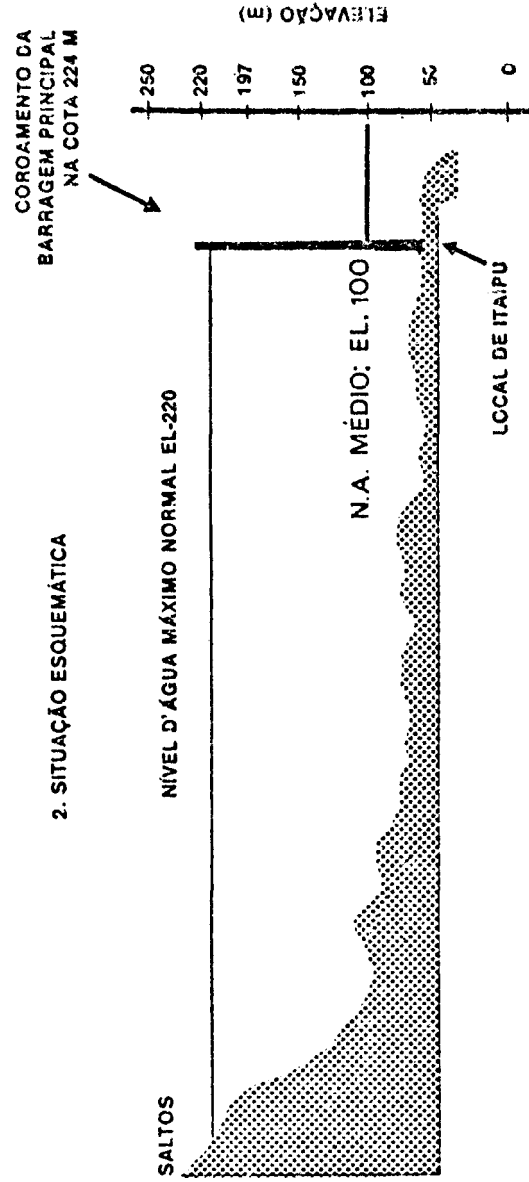
## CARÁTER DE MÚLTIPLA FINALIDADE DO PROJETO

NÃO OBSTANTE O OBJETIVO PRIMÁRIO DO PROJETO SEJA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, O MESMO ENVOLVE POTENCIALMENTE OUTROS ASPECTOS A SABER:

- NAVEGAÇÃO
- CONTROLE DE ENCHENTES
- IRRIGAÇÃO
- ABASTECIMENTO D'ÁGUA (URBANO E INDUSTRIAL)
- PISCICULTURA E AQUICULTURA



2. SITUAÇÃO ESQUEMÁTICA



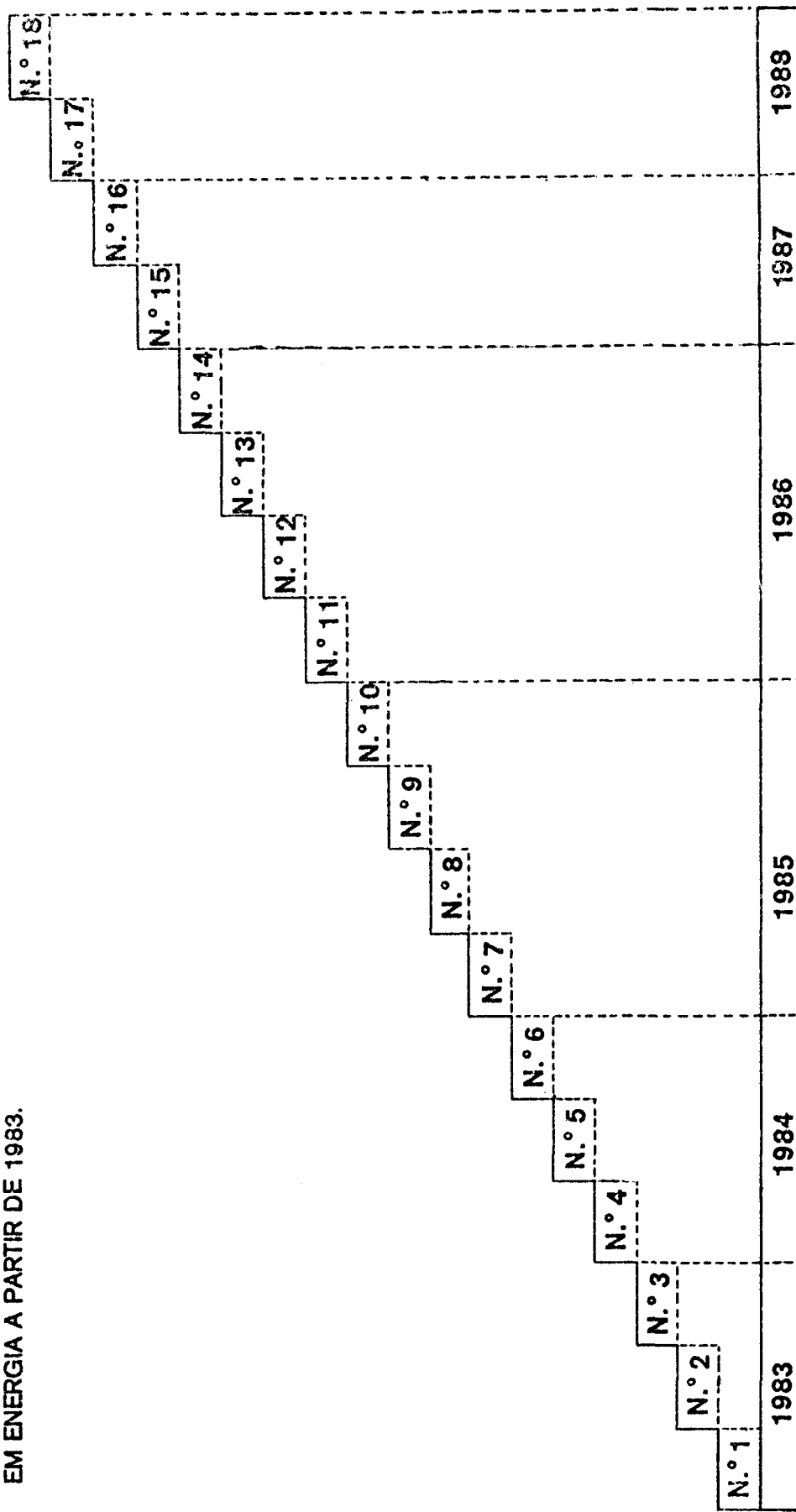
## ÁREA DO PROJETO

## ENTRADA EM OPERAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS

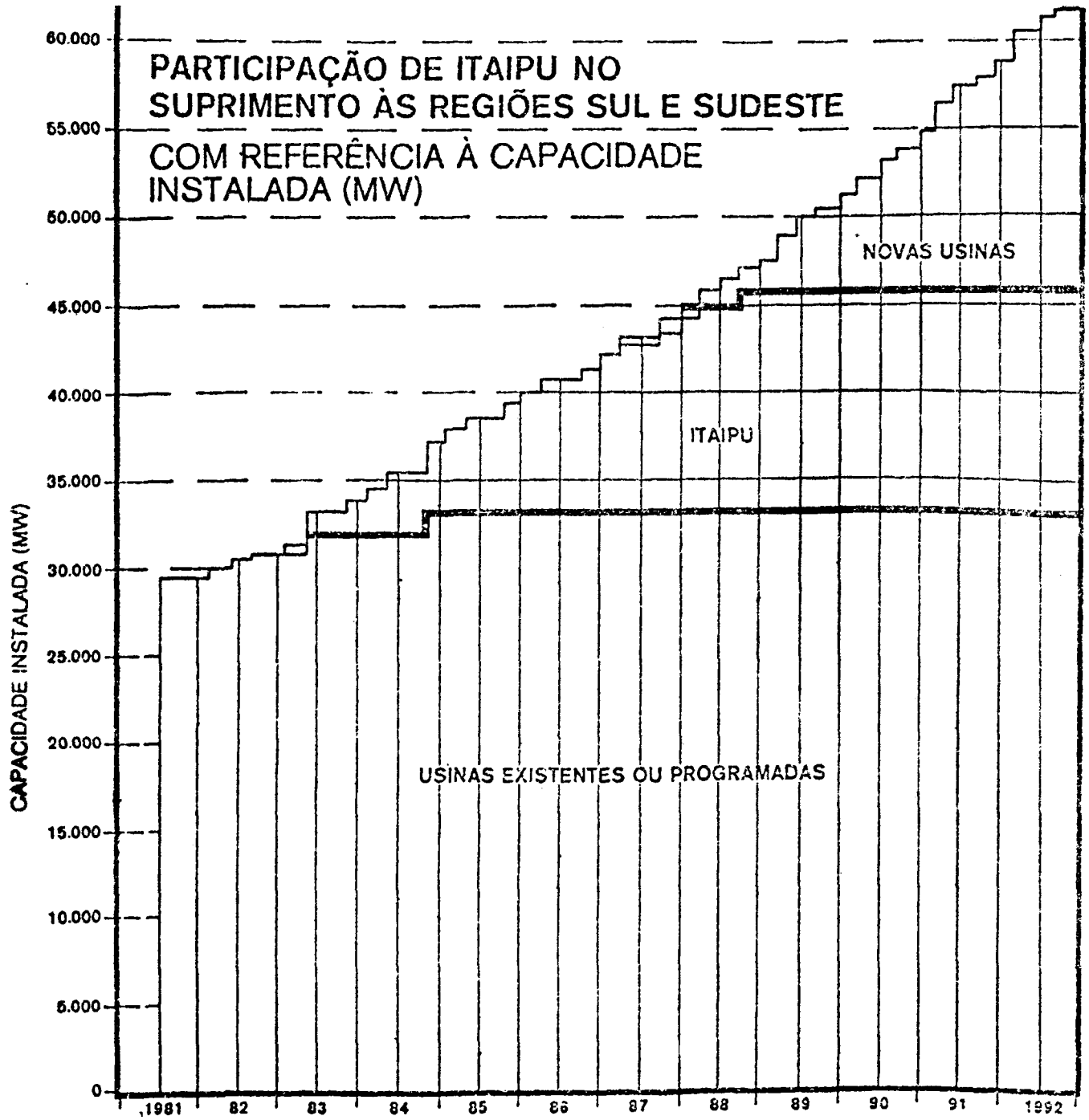
AS DATAS LIMITES CONSTITUEM FATOR CRÍTICO POR DUAS IMPLICAÇÕES FUNDAMENTAIS:

- DE ORDEM ECONÓMICO-FINANCEIRA DA EMPRESA (NECESSIDADE DE GERAR RECEITA).

- DE ORDEM ECONÓMICA PARA O PAÍS - ATENDIMENTO À ESTIMATIVA DA DEMANDA EM ENERGIA A PARTIR DE 1983.



**PARTICIPAÇÃO DE ITAIPU NO  
SUPRIMENTO ÀS REGIÕES SUL E SUDESTE  
COM REFERÊNCIA À CAPACIDADE  
INSTALADA (MW)**

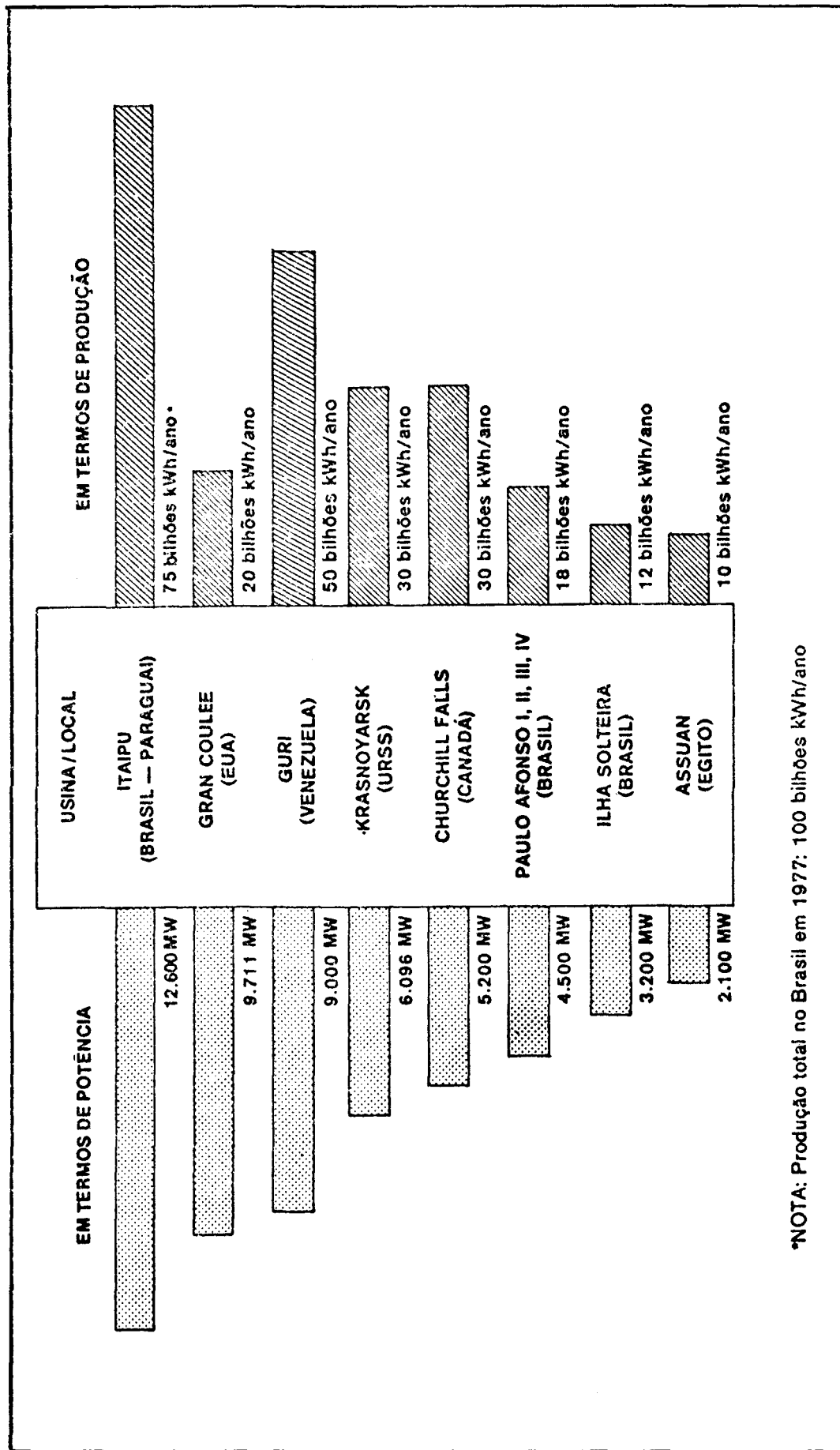


# UMA VISÃO DA POTENCIALIDADE DO PROJETO E DAS VANTAGENS ECONÔMICAS DO EMPREENDIMENTO.

## 1. NO QUE TANGE À POTÊNCIA A SER INSTALADA E EM TERMOS DE PRODUÇÃO

1.1 EQUIVALE A 55% DE TODA A CAPACIDADE INSTALADA EM OPERAÇÃO NO BRASIL 1977

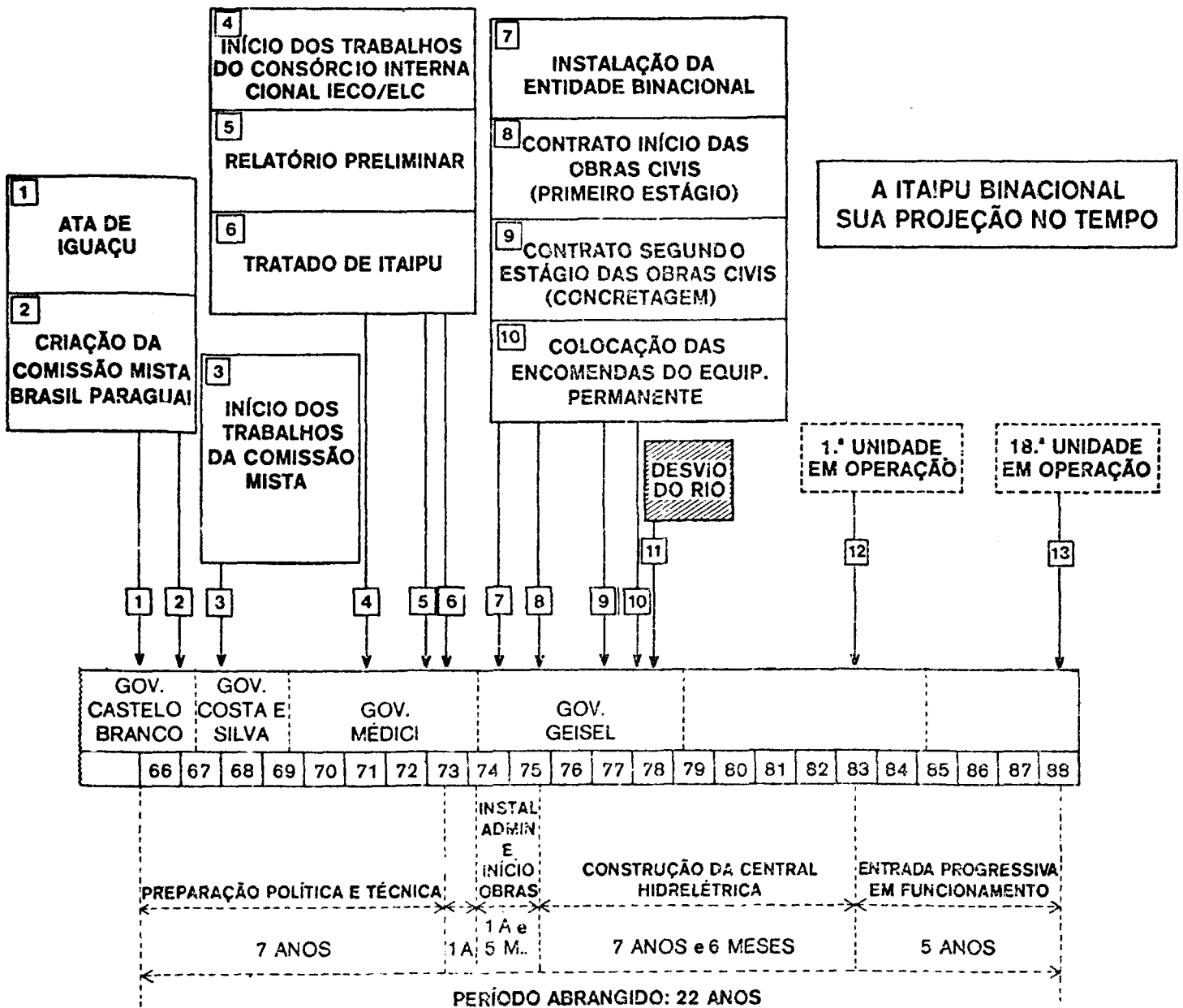
CAPACIDADE INSTALADA BRASIL/1977 - 22.797 MW  
 PROJETO ITAIPU - 12.600 MW



\*NOTA: Produção total no Brasil em 1977: 100 bilhões kWh/ano



# EXECUÇÃO DO EMPREENHIMENTO SITUAÇÃO ATUAL



# A CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU

## AS OBRAS CIVIS E SUA EXECUÇÃO

POLÍTICA DE CONTRATAÇÃO (DIRETRIZES)

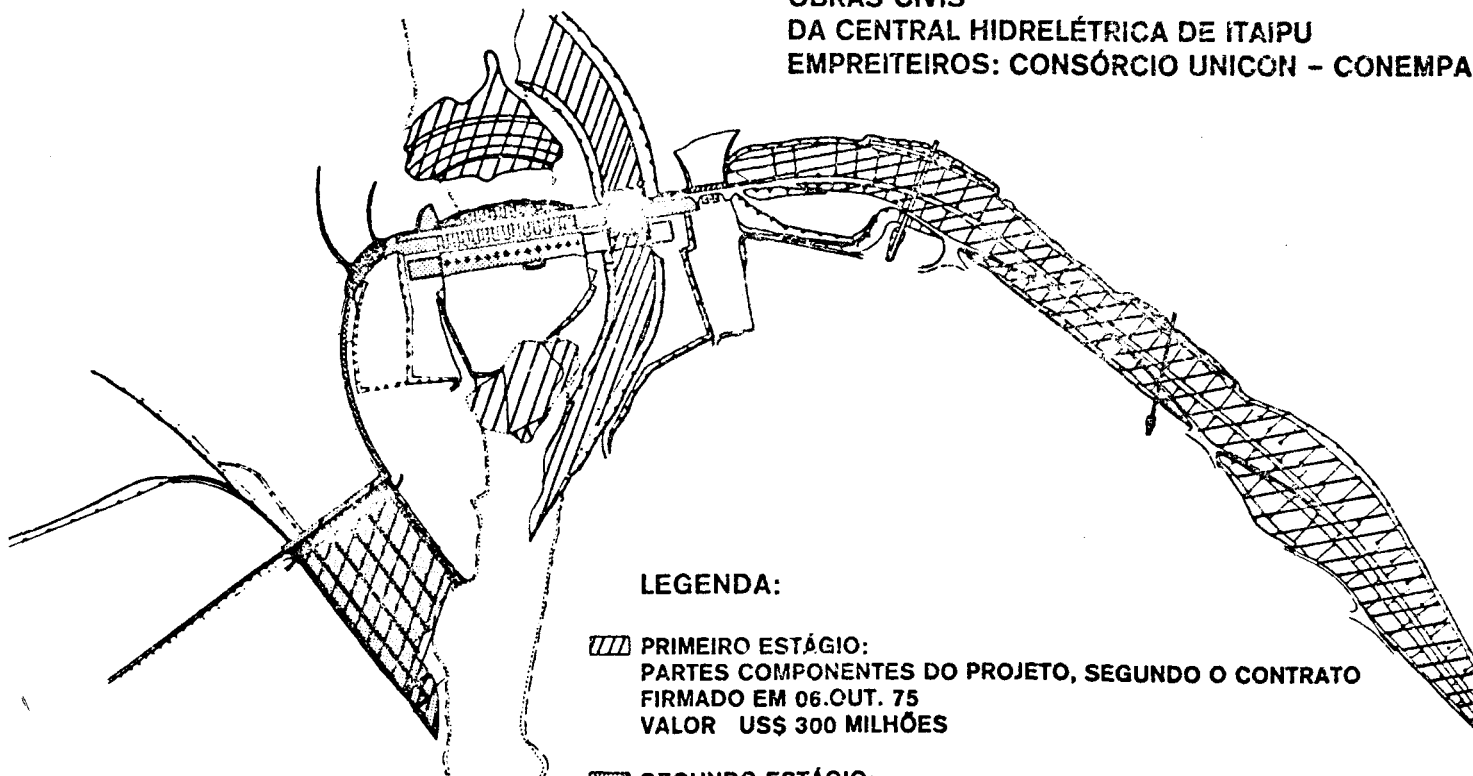
CRIAÇÃO DE CONSÓRCIO BRASILEIRO-PARAGUAIO

CONTRATAÇÃO EM DOIS ESTÁGIOS:

1.º ESTÁGIO – ESCAVAÇÃO DO CANAL DE DESVIO E VERTEDOURO  
CONSTRUÇÃO DE ENSECADOURAS  
BARRAGENS DE ENROCAMENTO E TERRA


2.º ESTÁGIO – OBRAS DE CONCRETO

OBRAS CIVIS  
DA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU  
EMPREITEIROS: CONSÓRCIO UNICON - CONEMPA



### LEGENDA:

 PRIMEIRO ESTÁGIO:  
PARTES COMPONENTES DO PROJETO, SEGUNDO O CONTRATO  
FIRMADO EM 06.OUT. 75  
VALOR US\$ 300 MILHÕES

 SEGUNDO ESTÁGIO:  
PARTES COMPONENTES DO PROJETO, SEGUNDO O CONTRATO  
FIRMADO EM 17.MAI.77  
VALOR US\$ 1.300 MILHÕES

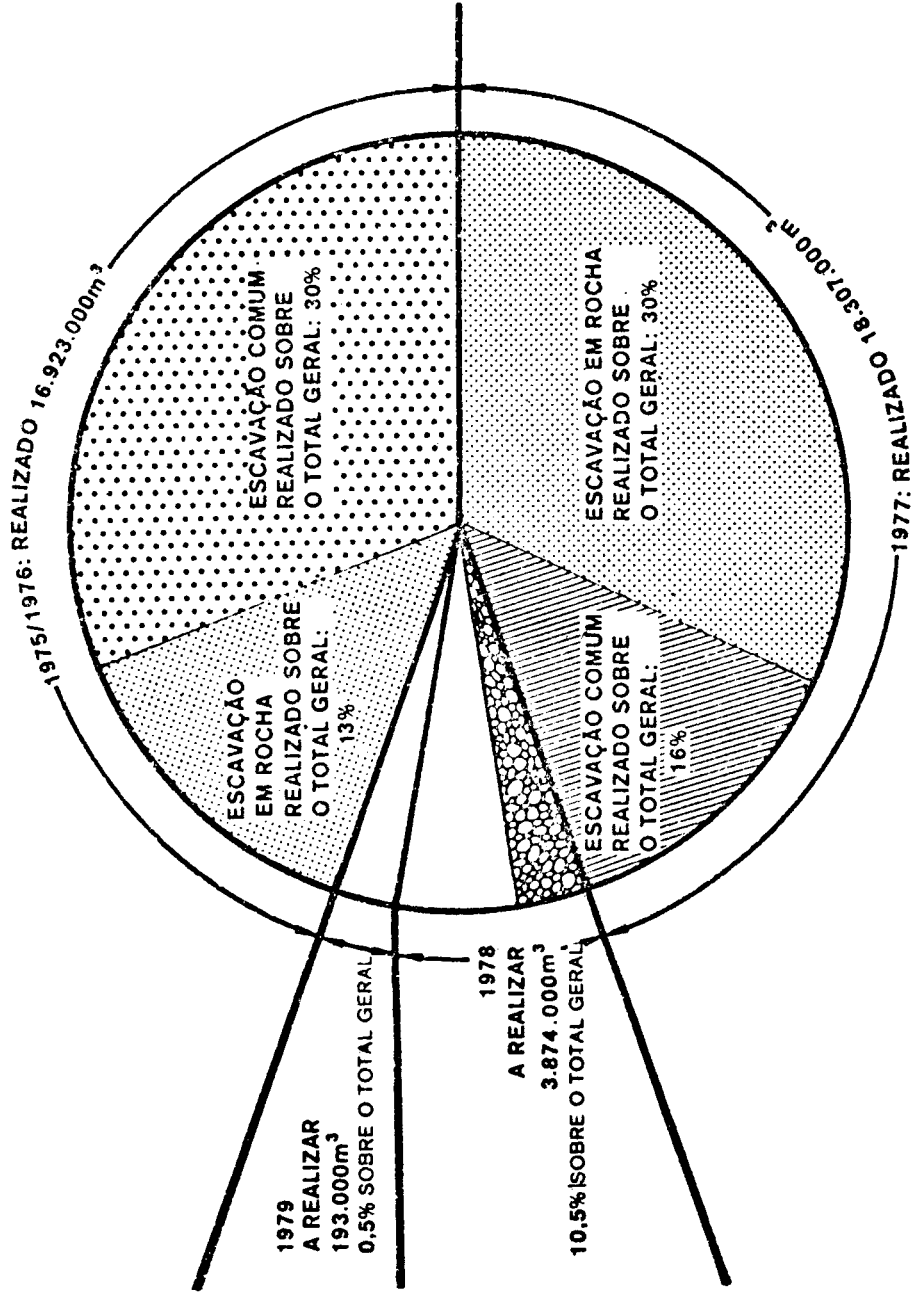
# OBRAS CIVIS - PRIMEIRO ESTÁGIO (1975/1979)

## ESCAVAÇÕES:

- CANAL DE DESVIO
- VERTEDOURO
- BARRAGENS LATERAL DIREITA E ESQUERDA
- BARRAGEM DE ENROCAMENTO
- PLATAFORMAS

## TOTAL GERAL PREVISTO:

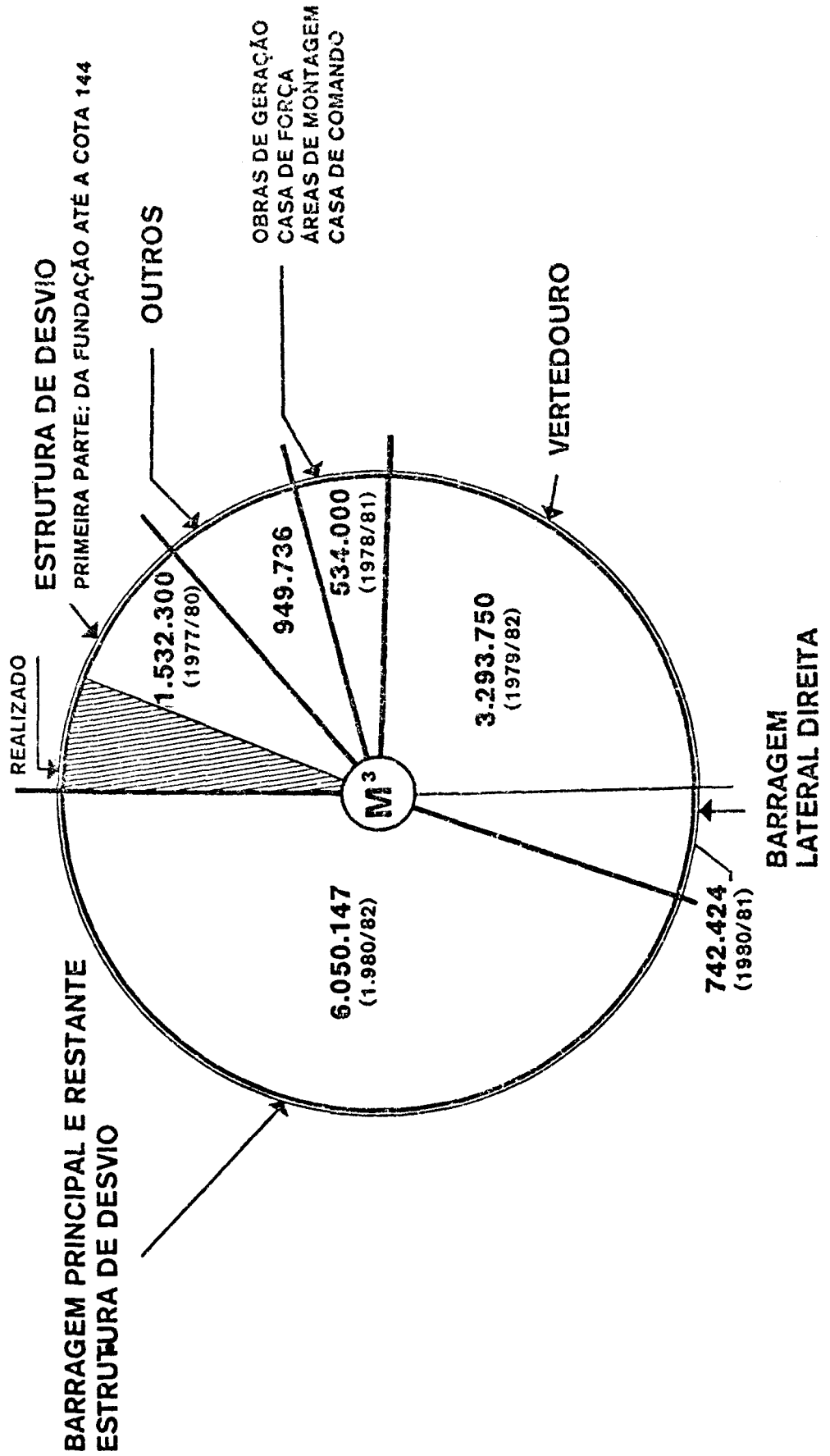
- 39.297.000m<sup>3</sup>
- SENDO
- 17.568.000m<sup>3</sup> COMUM
- e
- 21.729.000m<sup>3</sup> ROCHA



# OBRAS CIVIS - SEGUNDO ESTÁGIO (1977 - 1982)

- Volume total previsto: 13.102.357m<sup>3</sup>  
 - Início: Outubro 77  
 - Realizado: 340.000m<sup>3</sup> (até maio 78)

## CONCRETAGEM

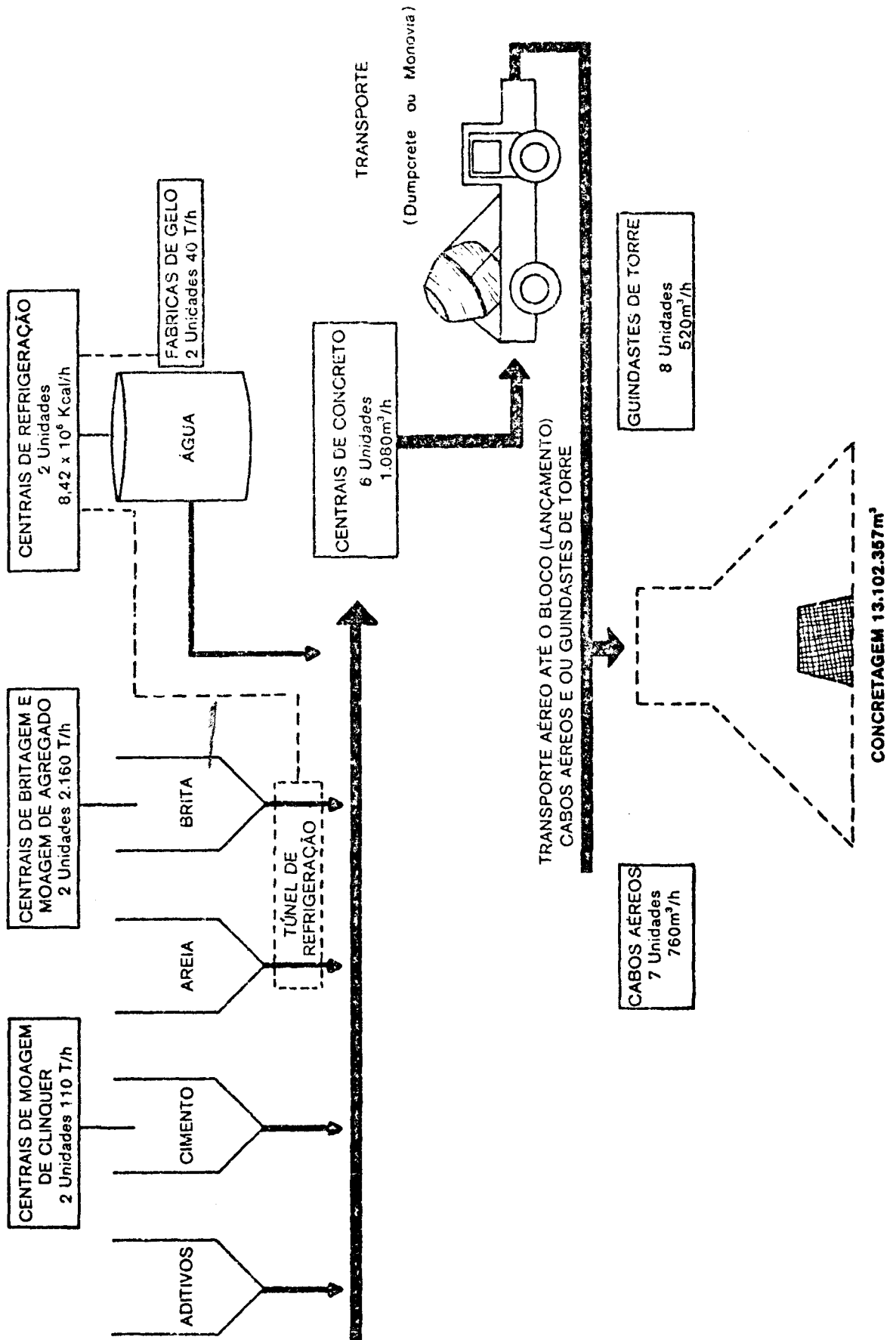


## OBRAS CIVIS - SEGUNDO ESTÁGIO (1977/1982)

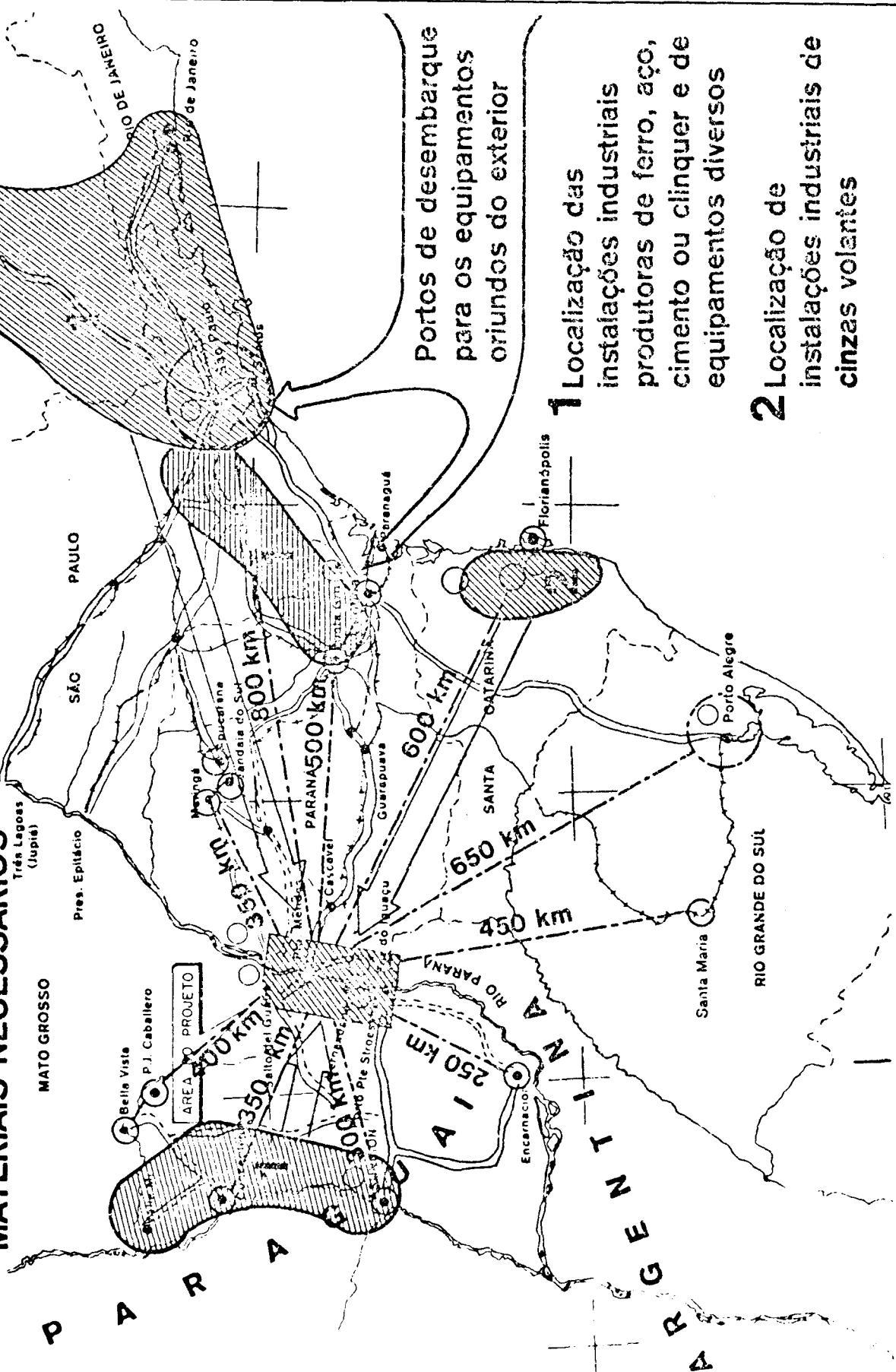
PARTE COMPONENTE	VOLUME DE CONCRETO (m³)		PERÍODO
	PREVISTO	REALIZADO (até 30.05.78)	
ESTRUTURA DE DESVIO (1.ª parte: da fundação até cota 144)	1.532.300	450.000	OUTUBRO 77/ MAIS CEDO: JANEIRO 79 MAIS TARDE: MAIO 80
ESTRUTURA DE DESVIO (2.ª parte: da cota 144 até cota 225)	6.050.147		JUNHO 80/MARÇO 82
BARRAGEM PRINCIPAL			JUNHO 79/MARÇO 82
BARRAGEM LATERAL DIREITA	742.424		MARÇO 80/JUNHO 81
VERTEDOURO	534.000		DEZEMBRO 78/SETEMBRO 81
OBRAS DE GERAÇÃO, COMANDO E CONTROLE CASA DE FORÇA ÁREAS DE MONTAGEM CASA DE COMANDO	2.609.950 648.900 34.900		JUNHO 79/JUNHO 82
OUTROS	949.736		
<b>TOTAL</b>	<b>13.102.357</b>	<b>450.000</b>	

# ESQUEMA DO FUNCIONAMENTO DO COMPLEXO DE PRODUÇÃO E LANÇAMENTO DE CONCRETO

(máximo 300.000 m<sup>3</sup> - concreto/mês)



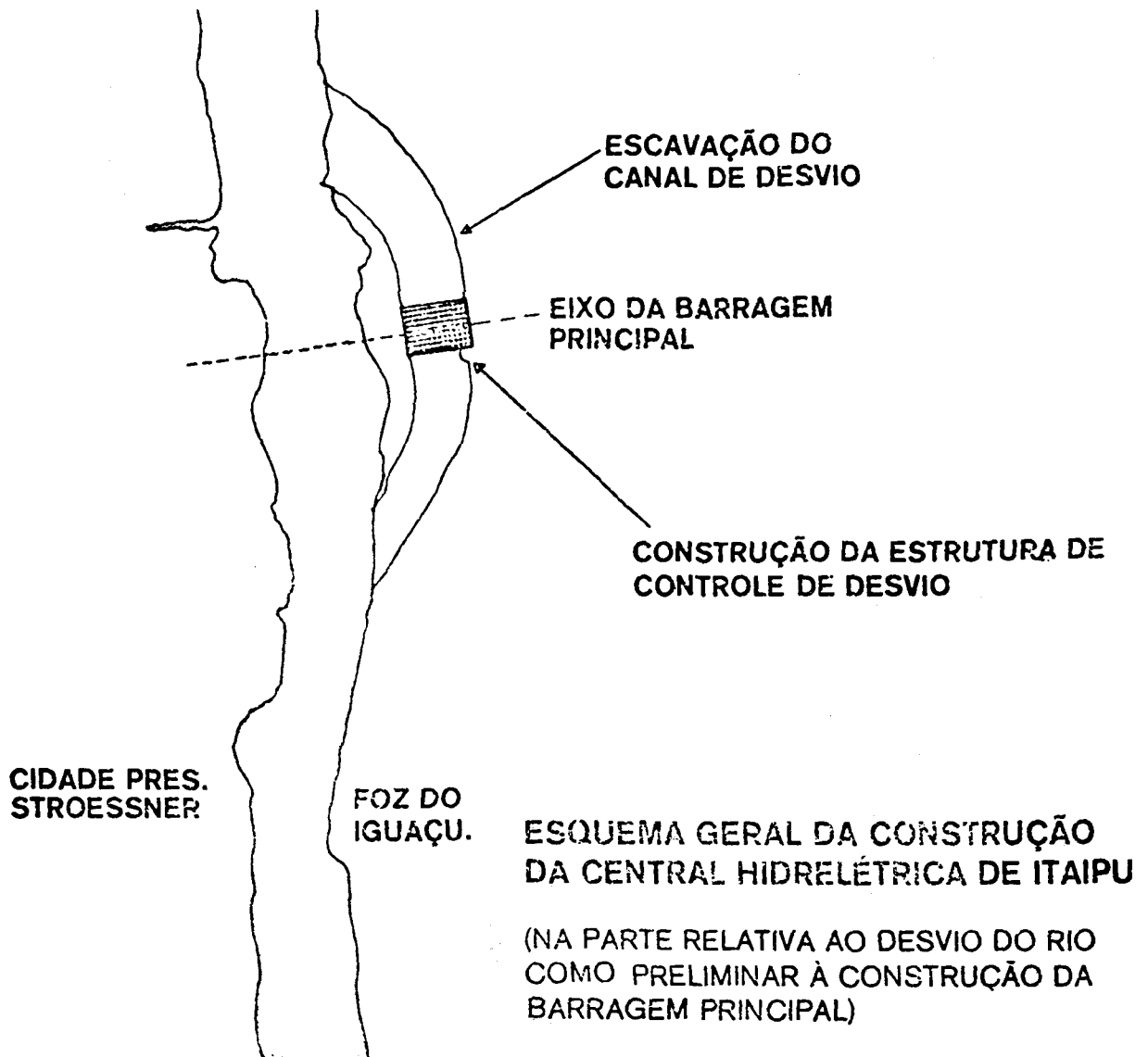
# PROJETO ITAIPU MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO E DAS ÁREAS DE ORIGEM DOS MATERIAIS NECESSÁRIOS



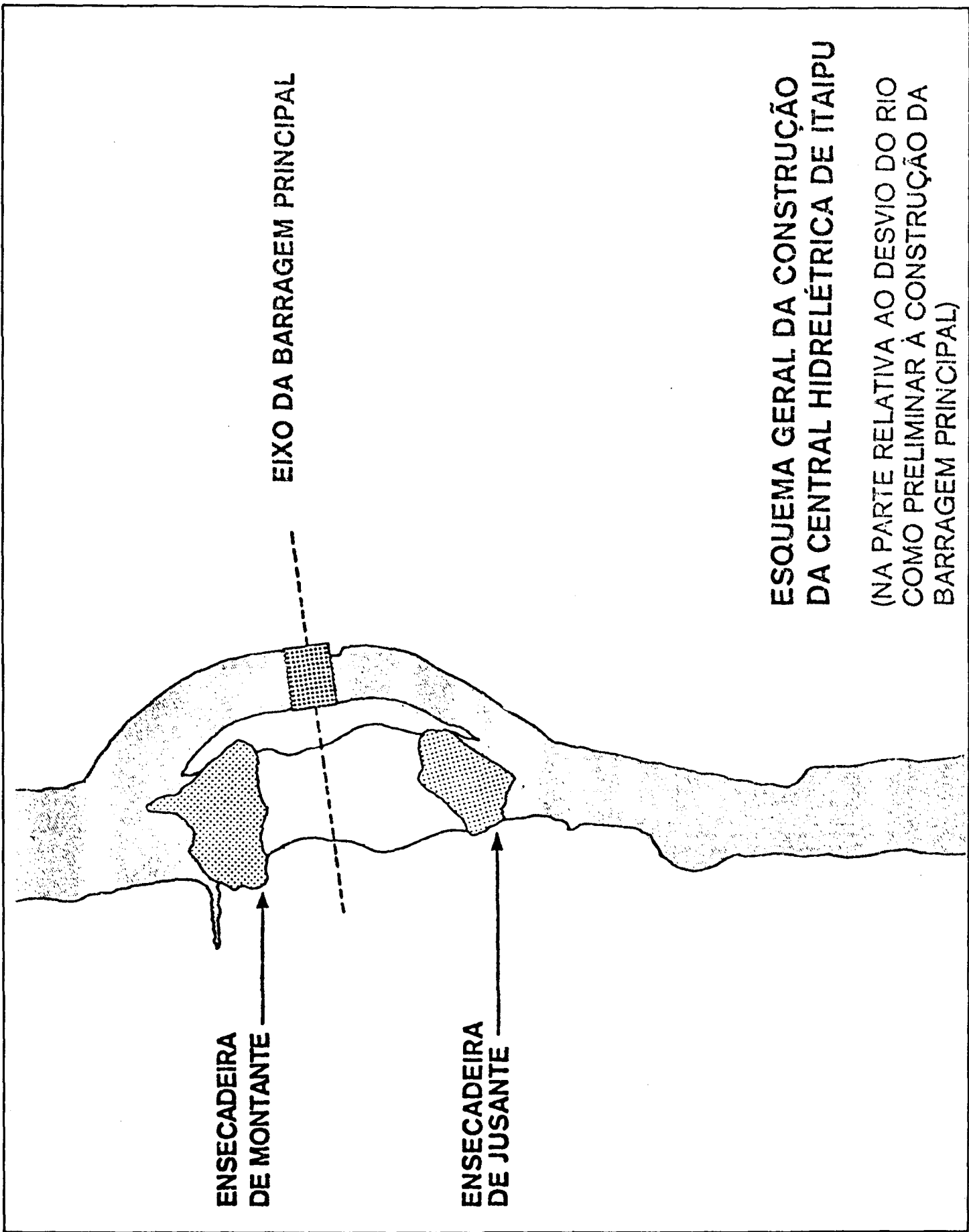
# ATIVIDADE RELEVANTE NO PRESENTE

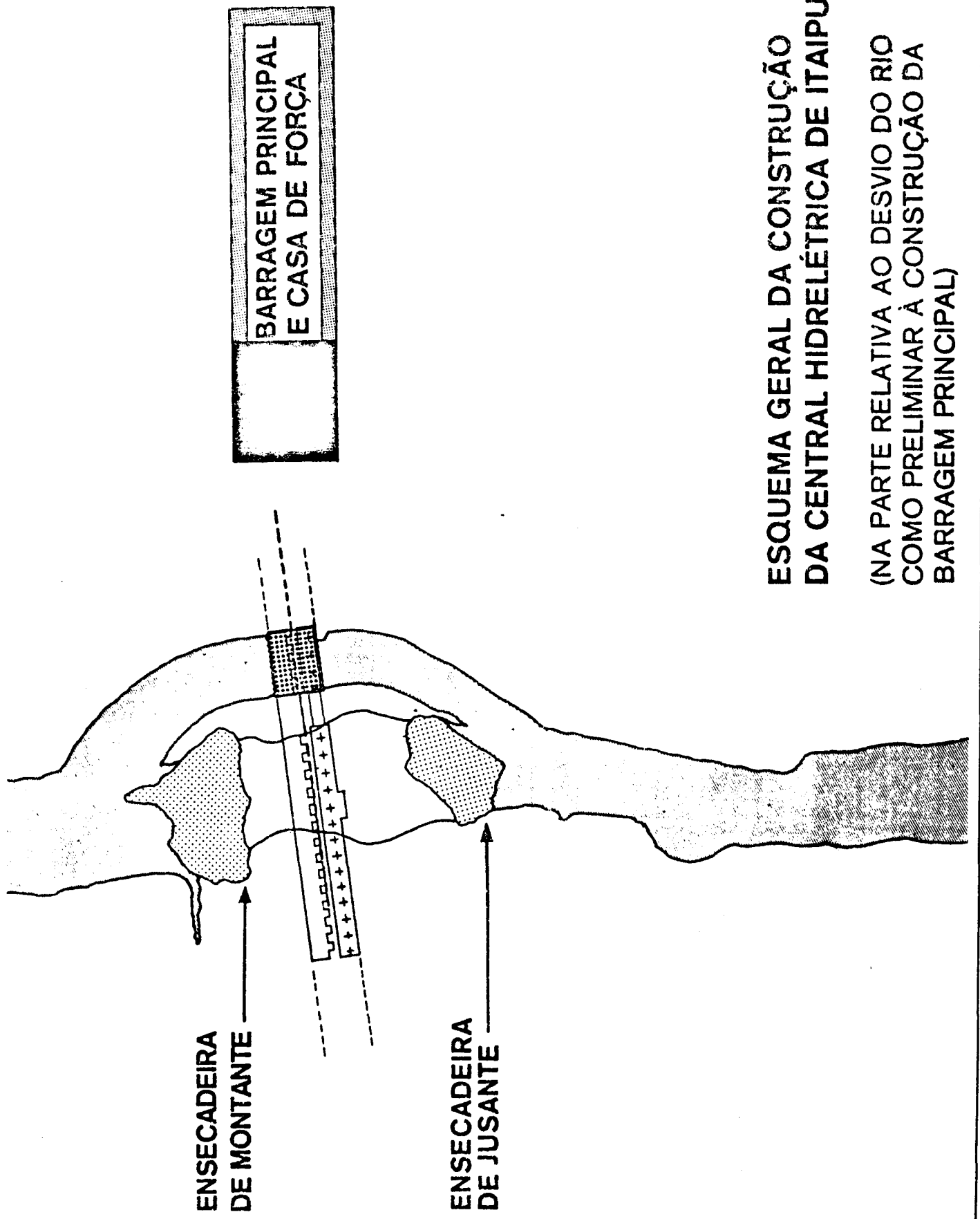
## PREPARAÇÃO DO DESVIO DO R. PARANÁ

- SISTEMÁTICA
- CONDICIONANTES PARA O DESVIO:
  - Escavação do Canal
  - Concretagem da Estrutura do Desvio
  - Ensecadeiras









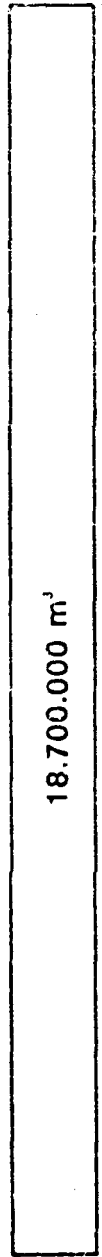
**ESQUEMA GERAL DA CONSTRUÇÃO DA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU**  
 (NA PARTE RELATIVA AO DESVIO DO RIO COMO PRELIMINAR À CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM PRINCIPAL)

# 1.º ESTÁGIO DAS OBRAS CIVIS

## CANAL DE DESVIO – SITUAÇÃO DA ESCAVAÇÃO

ESCAVAÇÃO EM ROCHA

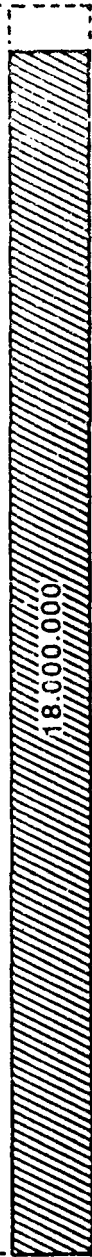
TOTAL PREVISTO  
FEVEREIRO 76/AGOSTO 78



FEV/76

AGOSTO 78

TOTAL EXECUTADO  
ATÉ MAIO 78



ATÉ MAIO 78

ESCAVAÇÃO COMUM – 2.654.000 m³ – CONCLUÍDA EM AGOSTO 1977

ESTRUTURA DE CONTROLE  
EM FASE DE CONCRETAGEM



ESCAVAÇÃO REALIZADA



ESCAVAÇÃO A REALIZAR

TRECHO MONTANTE

TRECHO CENTRAL

TRECHO JUSANTE

EL.170

SEPTO

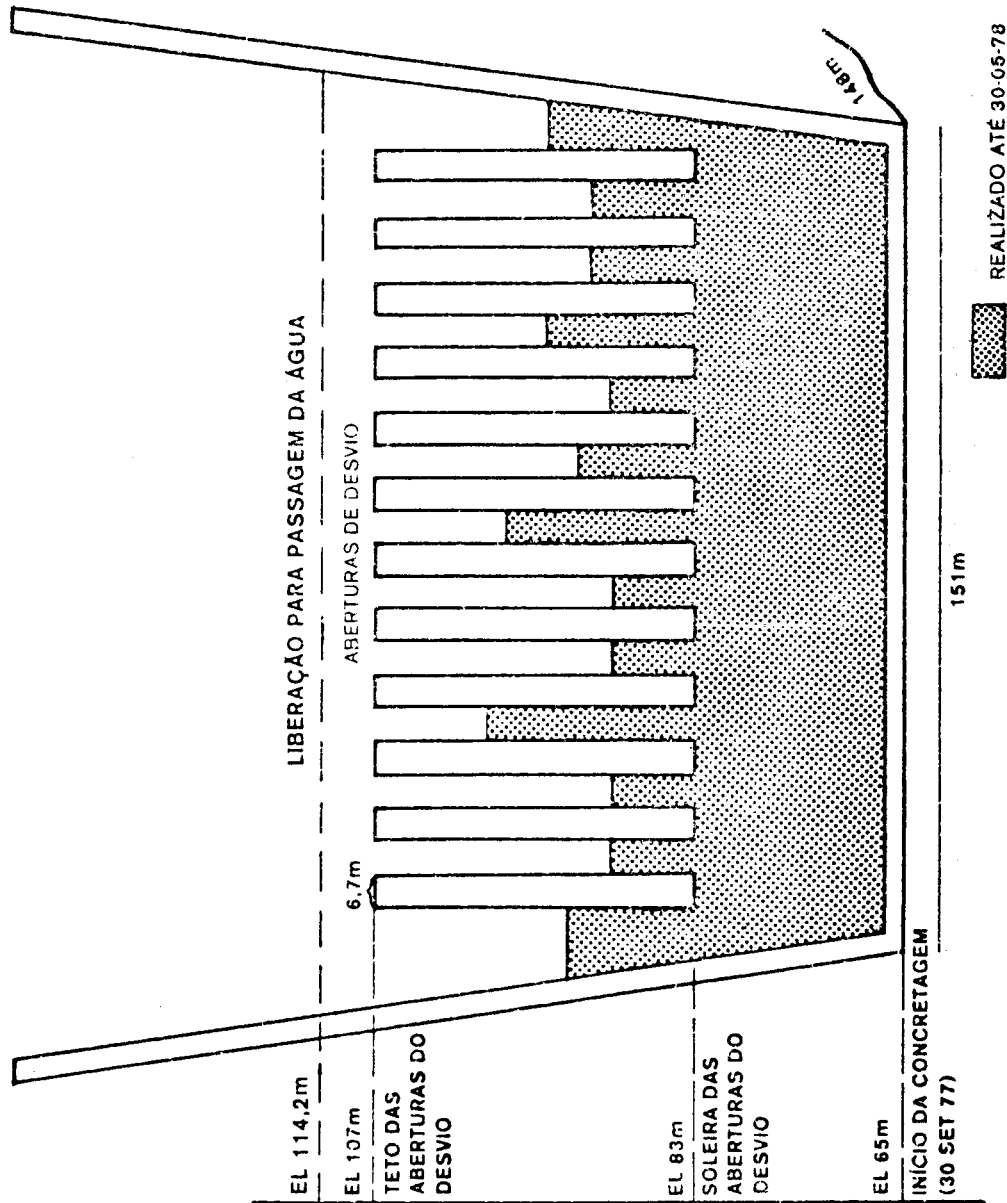
SEPTO EL.90

2.000 m

# SEGUNDO ESTÁGIO DAS OBRAS CIVIS SITUAÇÃO DA CONCRETAGEM DA ESTRUTURA DE DESVIO (EM 10<sup>3</sup> M<sup>3</sup>)

PROGRAMAÇÃO MÍNIMA DA CONCRETAGEM VISANDO A LIBERAÇÃO PARA PASSAGEM DA ÁGUA.

ANO	MÊS	PREVISTO	REALIZAÇÃO
1978	OUT	17	
	SET	54	
	AGO	91	
	JUL	90	
	JUN	98	
	MAI	107	110
1977	ABR	104	108
	MAR	106	106
	FEV	54	54
	JAN	30	30
	DEZ	21	21
	NOV	15	15
	OUT	6	6
	SOMA	793	450



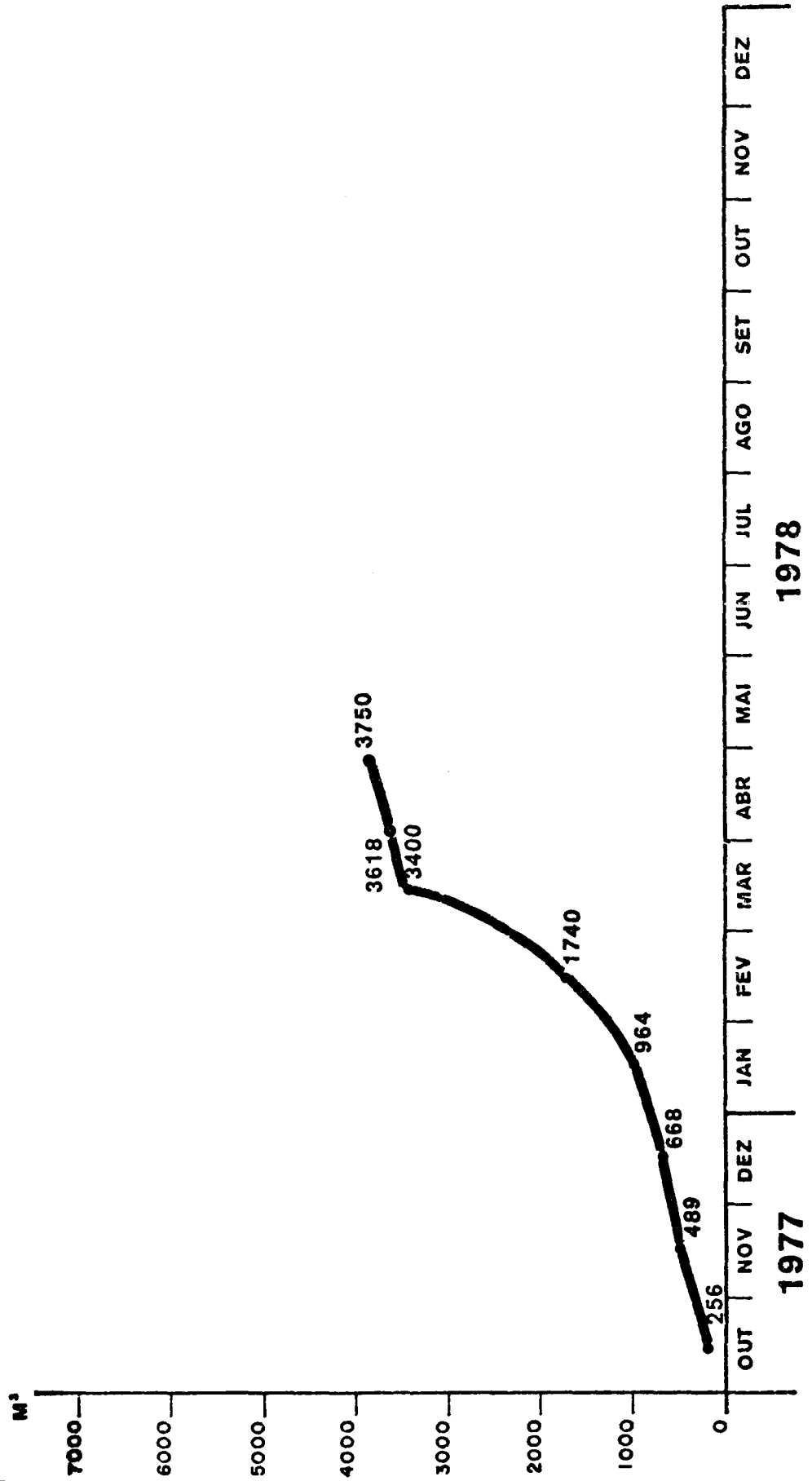
REALIZADO ATÉ 30-05-78

INÍCIO DO DESVIO DO RIO EM OUT-78

(VISTA DO MONOLITO A)

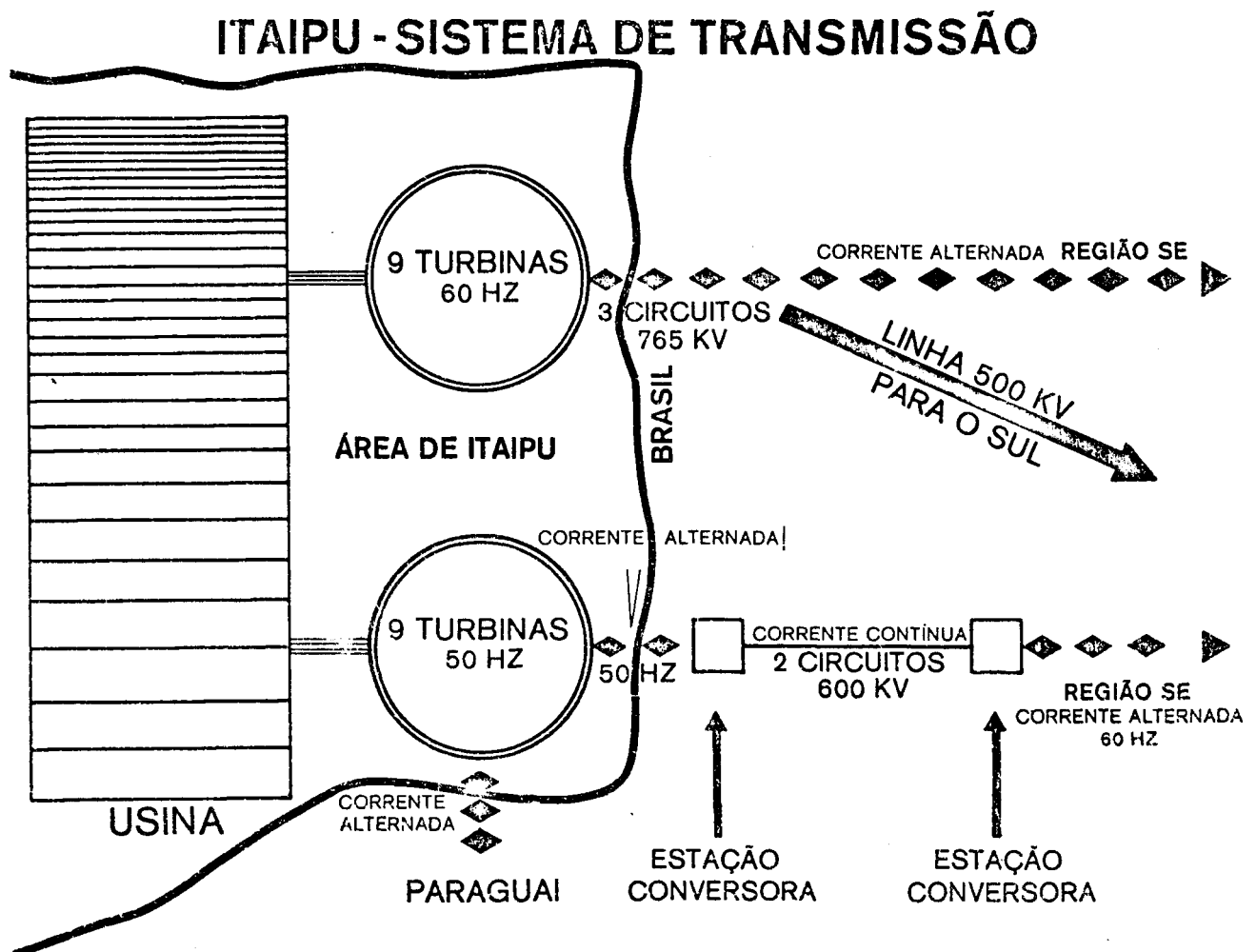
# EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCRETO

MÉDIAS DIÁRIAS EM CADA MÊS

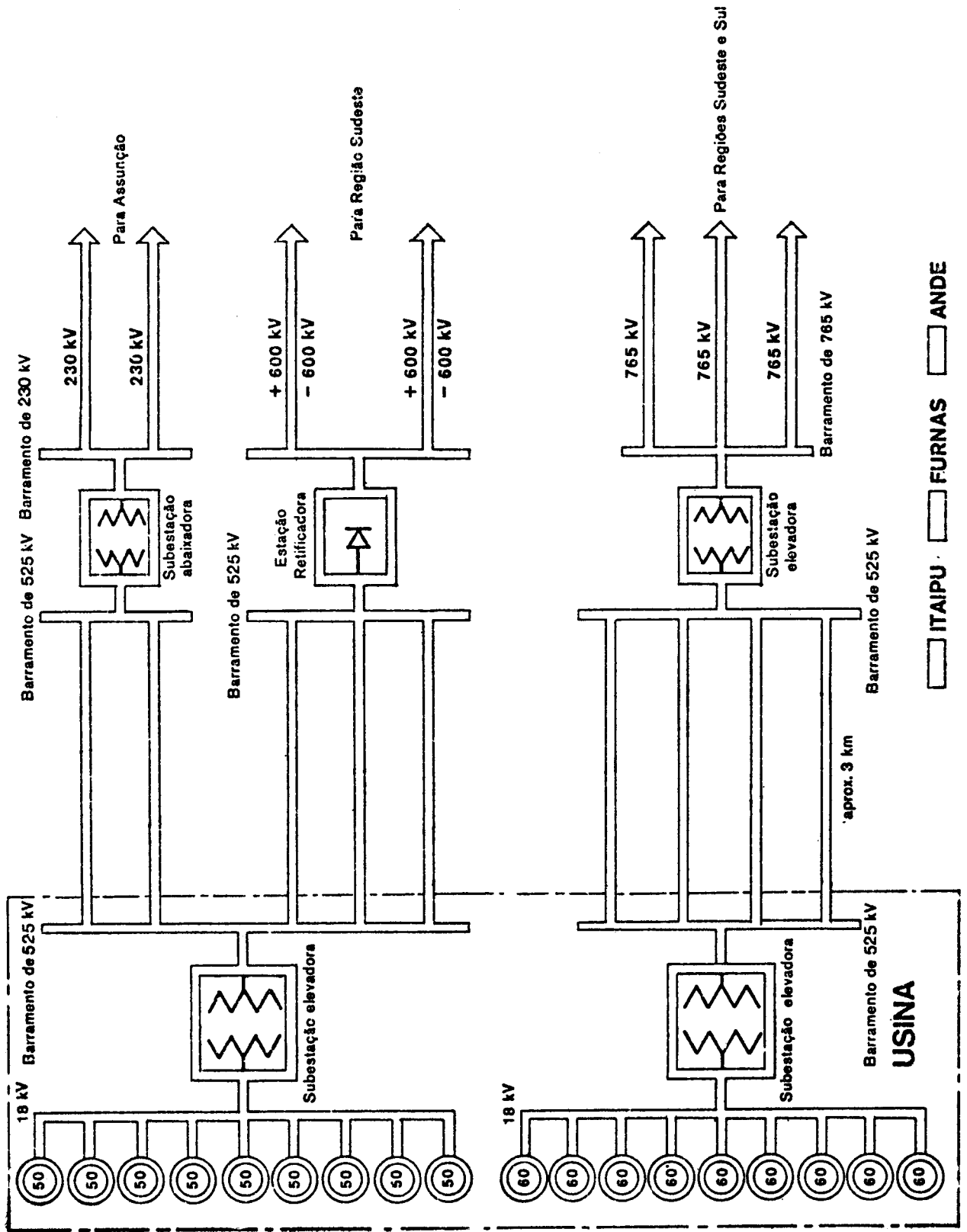


# ASPECTOS RELACIONADOS COM A AQUISIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PERMANENTES DA CENTRAL

- A POLÍTICA DE AQUISIÇÃO (DIRETRIZES)
- AS BASES PARA A ENCOMENDA
- AS PRIORIDADES PARA A COLOCAÇÃO DAS ENCOMENDAS
- A SITUAÇÃO ATUAL



# ITAIPU - SISTEMA DE TRANSMISSÃO



# A INFRA-ESTRUTURA FÍSICA E SOCIAL DE APOIO ÀS OBRAS. ALGUNS DADOS

## INFRA-ESTRUTURA FÍSICA CONJUNTOS HABITACIONAIS

	Casas Construídas			Casas a Construir a 1978/1979	Programação Total
	No período 1975/1976	No exercício de 1977	Até 31 Dez 77		
MARGEM ESQUERDA	971	1737	2708	2613	5321
MARGEM DIREITA	1101	1291	2392	1897	4289
TOTAL	2072	3028	5100	4510	9610



# PESSOAL EM SERVIÇO NA ITAIPU

Situação em maio de 1978

DISCRIMINAÇÃO		SOMA
EMPREGADOS DA ITAIPU  (BRASILIA, ASSUNÇÃO, FOZ DO IGUAÇU, P. STROESSNER, MARINGÁ, CURITIBA, S PAULO, RIO DE JANEIRO)	BRASILEIROS - 1013	1749
	PARAGUAIOS - 736	
EMPREGADOS DE FIRMAS EMPREITEIRAS	NO CANTEIRO DE OBRAS DA CENTRAL	MARGEM DIREITA 9362
		MARGEM ESQUERDA 16491
	TOTAL	25853
TOTAL		27602

---

**UMA APRECIACÃO QUANTO  
AO SIGNIFICADO ECONÔMICO  
DO CUSTO ESTIMADO DO PROJETO  
QUANDO SITUADO NO QUADRO  
ENERGÉTICO GLOBAL.**

---

**VALORES EM US\$ EQUIVALENTES.  
PELO TRATADO DE ITAIPU, O DOLAR  
NORTE-AMERICANO É A MOEDA DE  
REFERÊNCIA.**

**ORÇAMENTO ATUAL  
A PREÇOS DE JANEIRO DE 1977**

---

	<u>MILHÕES US\$</u>
CUSTO DIRETO INCLUSIVE ENGENHARIA, SUPERVISÃO DA OBRA E ADMINISTRAÇÃO GERAL	5.081
ENCARGOS FINANCEIROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	<u>2.529</u>
CUSTO TOTAL	7.610

---

# A CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU (\*)

<b>PREÇO DO kW</b>	<b>EM RELAÇÃO AO CUSTO DIRETO TOTAL</b>	<b>US\$ 403/kW</b>
	<b>EM RELAÇÃO AO CUSTO TOTAL INCLUIDOS OS ENCARGOS FINANCEIROS</b>	<b>US\$ 603/kW</b>
<b>PREÇO DO kW h PRODUZIDO</b>	<b>CONSIDERANDO A GRANDE MASSA DE ENERGIA QUE A ITAIPU PRODUZIRÁ E A ESTRUTURA DO CUSTO DO SERVIÇO DE ELETRICIDADE A SER PRODUZIDA PELA ENTIDADE</b>	<b>CERCA DE 17 MILÉSIMOS DE DÓLAR</b>

(\*) OBSERVAÇÃO: ESTES VALORES REFEREM-SE AO PREÇO NO BARRAMENTO DA USINA.

## RELAÇÃO ENTRE

- CUSTO ESTIMADO DO PROJETO
- SITUAÇÃO DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS DE FINANCIAMENTO - INVESTIMENTOS (EM MILHÕES DE DÓLARES)

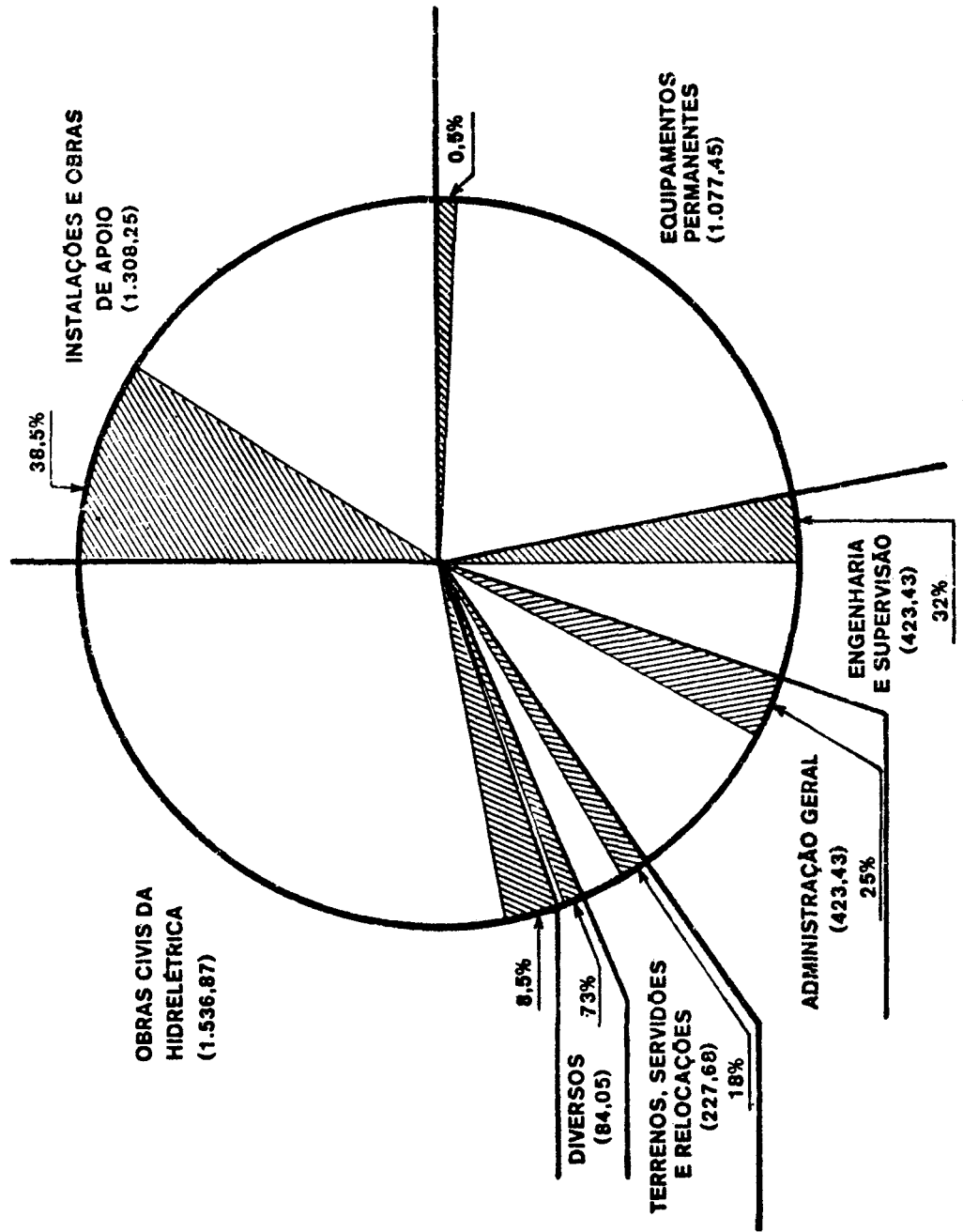
CUSTO DIRETO TOTAL (A PREÇOS DE JANEIRO/77)	5.081
--	-------

CAPTAÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS PARA CONSTRUÇÃO DE ITAIPU (ASSEGURADOS)	CAPITAL	100
	RECURSOS VINCULADOS AOS INVESTIMENTOS	3.413
	SOMA	3.513

# INVESTIMENTOS DIRETOS DO PROJETO ITAIPU

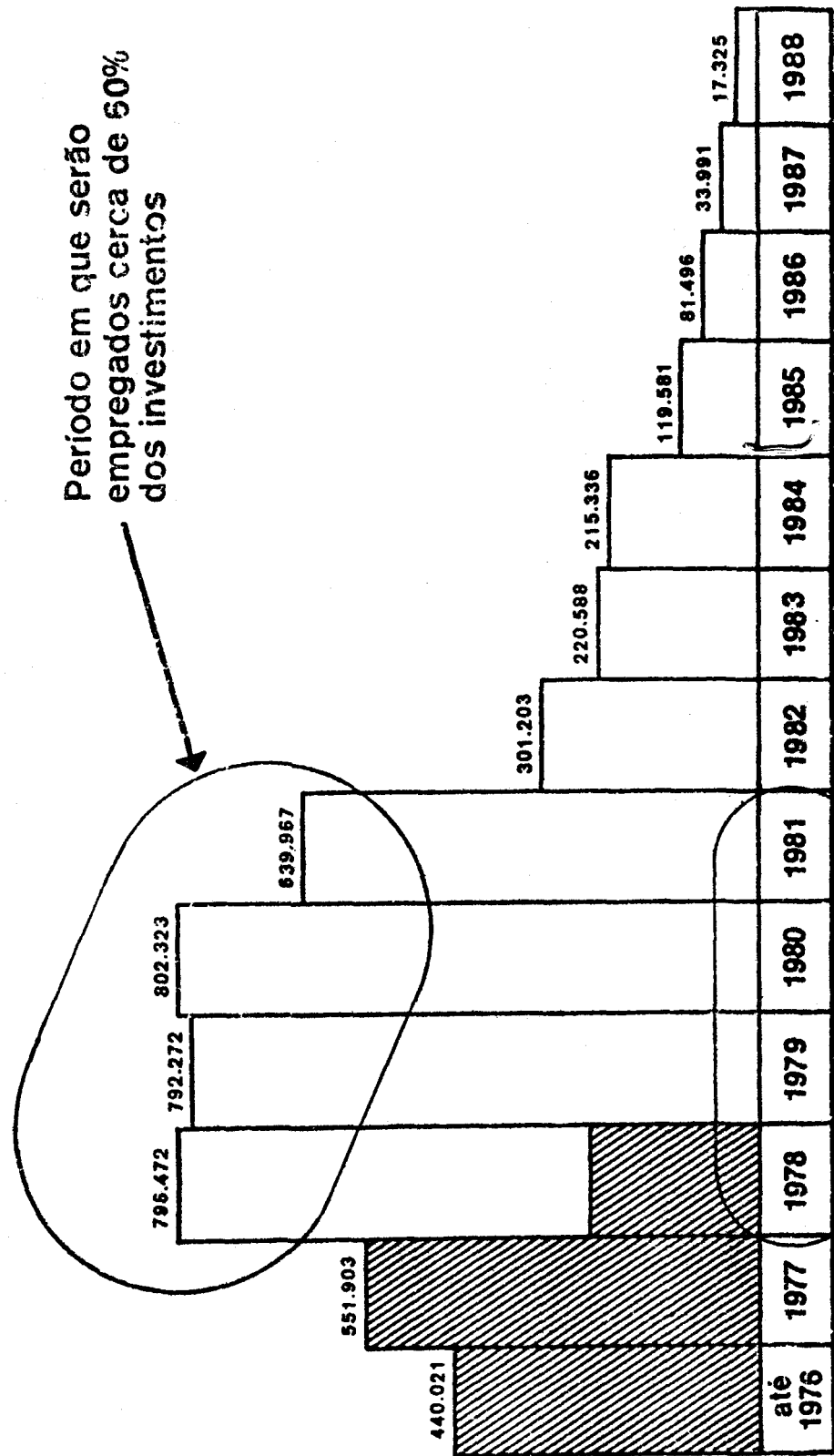
VALOR TOTAL: 10° US\$ EQ. 5.081,16

OS PORCENTUAIS INDICAM O VALOR DOS INVESTIMENTOS REALIZADOS ATÉ 31-12-1977



# CRONOGRAMA PLURIANUAL DE INVESTIMENTOS

(Base na estimativa de custos de jan. 77) Em US\$ 10<sup>3</sup>



**ESQUEMA FINANCEIRO**  
(INVESTIMENTOS) (\*)  
(OPERAÇÕES JÁ CONTRATADAS, EM NEGOCIAÇÃO OU EM ESTUDO)

	MONTANTE		ORIGEM - FONTE	ÁREA DE APLICAÇÃO
	MILHÕES US\$	PERCENTUAL		
	100	2,0%	ELETROBRÁS-ANDE (nos termos de Art. VIII/Tratado)	Integralização do Capital da Itaipu
	293 (75 + 218)	5,7%	BNH	Obras de infra-estrutura, residências e equipamento comunitário.
	317 (32 + 285)	6,3%	FINEP/OUTROS	Projetos executivos de engenharia
	910 (156 + 754)	18,0%	FINAME	Equipamento nacional
	2.580 (2.113 + 467)	51,0%	ELETROBRÁS	Obras Civas, estudos e administração
	25	0,5%	CEF/FAS	Infra-estrutura e projetos de engenharia
	19	0,4%	B.BRASIL - AG. PANAMA	Equipamento construção
	10	0,2%	J.P. MORGAN (EUA)	Equipamento construção
	49	1,0%	DEUTSCHE BANK AG. (Alemanha)	Equipamento construção
	62	1,1%	B.BRASIL - AG. Cayman	Equipamento construção e estudo de projetos
	30	0,6%	CITYBANK (EUA) Ag. Assunção	Diversos
	30	0,6%	CITYBANK (EUA) Ag. S. Paulo	Obras Civas
	336	6,3%	SUPPLIERS-CREDIT	Equipamentos não disponíveis no mercado interno
	320	6,3%	EMPRESTIMOS / MOEDA	Diversos
<b>TOTAL</b>	<b>5.081</b>	<b>100%</b>		

(\*) OS ENCARGOS FINANCEIROS DURANTE O PERÍODO DE CARÊNCIA SERÃO CAPITALIZADOS, CONSTITUINDO-SE CRÉDITOS CONCEDIDOS PELOS PRÓPRIOS AGENTES.

\* 152.650.000 UPC

# CONCLUSÃO

Impresso na  
**MINAS GRÁFICA EDITORA LTDA.**  
Rua Timbiras, 2.062 — PABX 226-4822  
Belo Horizonte — MG





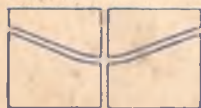
*Encontros já realizados*

“A Agricultura e o Desenvolvimento Brasileiro”  
Tema: “Terras Públicas no Brasil”

“Alternativas Energéticas para o Brasil”

“Urbanização no Brasil — Aspectos Jurídicos”

“Transportes no Brasil”



**Editora  
Universidade de Brasília**

Campus da UnB – Brasília-DF – CEP 70910