9-D-23
02

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

Curso SGN

Partido _____

Solução do S-III-4(Mo) MONOGRAFIA

Apresentada por

RONALD GONÇALVES DA SILVA

Capitão-de-Mar-e-Guerra

NOME E POSTO

RIO DE JANEIRO

1984

EGN - 06
7530-BR-240-3133

-FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA-

RONALD GONÇALVES DA SILVA
Capitão-de-Mar-e-Guerra

MINISTÉRIO DA MARINHA

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

1984

Biblioteca da Escola de Guerra Naval

Acervo: 81682
Exemplar: 86854
MM - EGN
BIBLIOTECA
21/01/1987
N: 711

[redacted]

ÍNDICE

FOLHA

Lista de Tabelas III

Lista de Figuras IV

Introdução V

CAPÍTULO 1 - O PROBLEMA DA ENERGIA 1
- SEÇÃO I - FONTES DE ENERGIA 1
- SEÇÃO II - O CICLO DO PETRÓLEO 1
- SEÇÃO III - O PETRÓLEO NO BRASIL 2
Perspectiva do setor petróleo 4
Planejamento das atividades 4
- SEÇÃO IV - O PERFIL ENERGÉTICO BRASILEIRO 5

CAPÍTULO 2 - FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA 7
- SEÇÃO I - ENERGIA DA BIOMASSA 7
O álcool 7
O Programa Nacional do Álcool 8
As principais matérias-primas para a produção do álcool 11
A cana-de-açucar 12
A mandioca 14
O sorgo-sacarino 15
A madeira 16
O babaçu 18
A batata-doce 19
O complexo agroindustrial 19
A madeira e o carvão vegetal 21
O bagaço da cana-de-açucar como combustível .. 23
O óleo vegetal 24
Biogás 26
- SEÇÃO II - ENERGIA ELÉTRICA 27
Energia hidráulica 29
Energia solar 31
Energia eólica 33
Energia oceânica 33

CAPÍTULO 3 - FONTES NÃO RENOVÁVEIS DE ENERGIA 36
- SEÇÃO I - CARVÃO MINERAL 36
- SEÇÃO II - XISTO 38
- SEÇÃO III - ENERGIA NUCLEAR 40
- SEÇÃO IV - OUTRAS FONTES 44
A turfa 44
O linhito 44

CAPÍTULO 4 - REFLEXOS NA ESTRATÉGIA NAVAL 45
- SEÇÃO I - AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO 45
- SEÇÃO II - O PODER NAVAL 46

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES 48

BIBLIOGRAFIA A-1

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº	TÍTULO	FOLHA
1	EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DE CONSUMO DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO	3-A
2	PROJEÇÃO DE DEMANDA NACIONAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	4-A
3	PREÇOS DO PETRÓLEO POSTO BRASIL	5-A
4	IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS COMPARADAS COM A IMPORTAÇÃO DE PETRÓLEO	6-A
5	EVOLUÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO	6-B
6	EVOLUÇÃO DO CONSUMO TOTAL DE FONTES PRIMÁRIAS	6-C
7	RENDIMENTO DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DO ÁLCOOL	12-A
8	SITUAÇÃO GERAL DOS PROJETOS ENQUADRADOS NO PROÁLCOOL	19-A
9	DISTRIBUIÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NO PAÍS POR TIPO DE DESTILARIAS ...	19-B
10	DISTÂNCIA PERCORRIDA COM CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EQUIVALENTE A 5% DAS CALORIAS TRANSPORTADAS	24-A
11	EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	27-B
12	EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA EM MW ...	28-A
13	POTENCIAL HIDRELÉTRICO DO BRASIL	29-A
14	APROVEITAMENTOS ENERGÉTICOS	29-B
15	RESERVAS GEOLÓGICAS DE URÂNIO EM TONELADAS MÉTRICAS DE U_3O_8	43-A

LISTA DE FIGURAS

TABELA Nº	TÍTULO	FOLHA
1	PRODUÇÃO DE ÁLCOOL A PARTIR DA MANDIOCA ..	15-A
2	SÍNTESE DO METANOL - DIAGRAMA SIMPLIFICADO	17-A
3	DESTILAÇÃO DA MADEIRA	17-B
4	OCORRÊNCIA DE BABAÇU NO BRASIL	18-A
5	APROVEITAMENTO INTEGRAL DO COCO DO BABAÇU.	18-B
6	CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA	23-A
7	CRAQUEAMENTO TÉRMICO - DIAGRAMA DE BLOCOS.	26-A
8	CRAQUEAMENTO CATALÍTICO - DIAGRAMA DE BLOCOS	26-B
9	APROVEITAMENTO DO LIXO URBANO	27-A
10	POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO	30-A
11	DESENVOLVIMENTO DAS INTERLIGAÇÕES REGIONAIS DE GRANDE PORTE	30-B
12	SISTEMAS ELÉTRICOS INTERLIGADOS	30-C
13	FLUXOS DE TRANSPORTE DE CARVÃO MINERAL ...	37-A
14	DISTRITOS CARBONÍFEROS	37-B
15	OBTENÇÃO DE GÁS A PARTIR DO CARVÃO	38-A
16	OCORRÊNCIA DE XISTO NO BRASIL	39-A
17	FAIXA DE OCORRÊNCIA DA FORMAÇÃO IRATI	39-B
18	PROCESSO PETROSIX - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO	39-C
19	USINA DE XISTO - DIAGRAMA SIMPLIFICADO ...	39-D
20	CENTRAL NUCLEAR TIPO PWR	40-A
21	LOCALIZAÇÃO DE DEPÓSITOS DE URÂNIO	43-B
22	MAPA DAS TURFEIRAS DO BRASIL	44-A

INTRODUÇÃO

Até o início da década passada o petróleo era um combustível barato e abundante, o que tornava qualquer tentativa para substituí-lo inviável, pois se obteria um produto muito mais caro.

O Brasil, embora bem dotado de fontes energéticas, não é bem provido de petróleo e por isso estava caminhando para uma situação crítica pois, o aumento anual do consumo de derivados de petróleo, aumentava perigosamente a nossa dependência externa de fontes energéticas.

Com a crise energética mundial que se desencadeou a partir de 1973 e que se agravou com a de 1979, o Brasil teve que reformular o seu modelo energético e procurar sucedâneos para o petróleo, já que os aumentos constantes deste estavam provocando um saldo negativo muito grande na nossa balança comercial.

Todos esses fatos passaram a preocupar o Governo Brasileiro que, através de projetos e programas como o PROÁLCOOL, entre outros, passou a estimular o desenvolvimento de novas fontes alternativas de energia além de procurar explorar melhor o nosso imenso potencial hídrico e as nossas reservas energéticas. Em paralelo, a PETROBRÁS recebeu diretrizes no sentido de investir na procura de novos poços, para aumentar nossas reservas e a nossa produção interna, para alcançar a meta dos quinhentos mil barris de petróleo por dia e no futuro tentar atingir a auto-suficiência.

A presente monografia tem o propósito de compilar informações básicas relacionadas com as fontes alternativas de energia mais importantes. Ela tem caráter informativo e permitirá ao leitor ter uma visão ampla e não muito detalhada do tema.

Após algumas considerações sobre o petróleo e seus derivados e o perfil energético brasileiro, são apresentados os principais programas energéticos em andamento e viáveis no futuro, além das matérias-primas usadas. Será visto também alguma coisa sobre

a estratégia naval brasileira a luz da auto-suficiência do petróleo e, finalmente, algumas conclusões.

Como existe a possibilidade de que os dados apontados sejam alterados em curto espaço de tempo, no presente trabalho foi considerado como data limite para a coleta de dados o dia 16 de julho de 1984.

CAPÍTULO 1

O PROBLEMA DA ENERGIA

SEÇÃO I - FONTES DE ENERGIA

Como se sabe, a energia utilizada no mundo é originária, principalmente, das energias solar, gravitacional e nuclear.

Da energia solar, que na verdade é a grande geradora de energia do mundo, derivam-se as energias não renováveis (petróleo, carvão mineral, gás natural e xisto) e as renováveis (recursos hídricos, energia da biomassa, energia eólica e energia das ondas).

Da energia gravitacional pode-se destacar a energia renovável proveniente das marés.

Quanto à energia nuclear pode-se ressaltar os minerais atômicos que representam a sua forma primária.

SEÇÃO II - O CICLO DO PETRÓLEO

No fim do século passado e durante os primeiros vinte anos deste século, o carvão foi a principal fonte de energia para o mundo. Antes a energia usada provinha da força humana, da força animal e da energia fornecida pela combustão da lenha.

O petróleo foi descoberto em 1859 e só passou a assumir a liderança como fonte de energia, em substituição ao carvão, após a Primeira Guerra Mundial. Essa liderança, como principal fonte de energia, foi alcançada por que o petróleo além de exigir pouca mão-de-obra, possui um número extraordinário de aplicações, tinha preço baixo e era encontrado em grande quantidade.

A demanda foi crescendo e a oferta acompanhava as necessidades existentes. Assim, o consumo passou de 8 bilhões de barris em 1960 para cerca de 18 bilhões de barris em 1975, quando chegou a participar com 67% do consumo mundial de energia.

A crescente demanda do consumo, a visualização do esgotamen

to das reservas e a situação política no Oriente Médio geraram, no final de 1973, a crise do petróleo. Por estranho que possa parecer esta crise pode ser considerada como benéfica, pois evidenciou que o mundo não poderia permanecer na dependência de um combustível fóssil não renovável, que tenderia a se esgotar. Assim, a única solução exeqüível para o problema, além da economia do petróleo, seria o uso de combustíveis renováveis. Apesar de toda a crise provocada pelos choques do petróleo de 1973 e de 1979, até o ano 2000 os hidrocarburetos ainda deverão atender a mais de 50% das necessidades energéticas do mundo.

SEÇÃO III - O PETRÓLEO NO BRASIL

A partir de 1945, a análise retrospectiva do mercado do petróleo evidencia a sua estreita ligação com a evolução da economia brasileira.

A expansão do setor industrial e as conseqüentes transformações que foram se operando na economia brasileira, entre elas a intensificação do processo de urbanização, certamente explicam, em grande parte, o elevado crescimento da demanda dos derivados de petróleo. O setor de transporte que inicialmente se caracterizava pela predominância das modalidades hidroviária e ferroviária, teve a sua estrutura modificada, passando a se dar maior ênfase ao transporte rodoviário.

A disponibilidade e preços baixos dos combustíveis automotivos, a expansão da indústria automobilística e a criação de razoável infra-estrutura rodoviária influiram, decisivamente, para esta modificação. Esta expansão refletiu-se fortemente na demanda de petróleo. A participação deste, no consumo total de energia primária, passou de 35% em 1965 para 42,8% em 1973.

A elevação do preço do petróleo no mercado internacional em 1973, e o conseqüente aumento dos dispêndios na sua aquisição, a-

gravou a situação da balança comercial do País.

A participação do petróleo no total da energia consumida reduziu-se em função da política de preços adotada pelo Governo e de outras medidas complementares, no sentido de estimular a conservação da energia e a substituição dos derivados de petróleo por fontes alternativas de energia. Como decorrência de se imputar ao preço da gasolina a maior parte do aumento do custo do petróleo importado, o seu consumo teve um crescimento de só 2% ao ano, enquanto o óleo diesel cresceu 10,4% ao ano e o óleo combustível aumentou 7% ao ano.

Com a eclosão do "2º choque do petróleo" em 1979, e o conseqüente agravamento da crise econômica mundial, a economia brasileira iniciou um processo recessivo sem precedentes depois da Segunda Grande Guerra. As medidas adotadas pela política energética visando a redução das importações de petróleo ganharam intensidade e repercutiram na sua demanda que a partir de 1980 passou a decrescer e, apesar da economia ter apresentado um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) de 7,9% em relação ao ano anterior, a demanda global de petróleo teve um decréscimo de 3,7%, apesar de ter representado um aumento de mais de três bilhões de dólares em nossa balança comercial. Esta queda deveu-se, em grande parte, à redução do consumo de gasolina e de óleo combustível (Tab. nº 1).

A modificação na estrutura da demanda de derivados de petróleo a partir de 1979, com o aumento da participação dos derivados médios (óleo diesel) em detrimento dos produtos leves (gasolina) e pesados (óleo combustível) passou a exigir modificações no esquema de processamento das refinarias nacionais, de modo a adequar a oferta às novas necessidades do mercado interno.

Em 1973, a produção era de 174 mil barris por dia (b/d) e o volume provado de reservas era de aproximadamente 800 milhões de barris. Em 1983, a produção média foi de 340 mil b/d e, não obs-

TABELA Nº 1

Evolução da Estrutura de Consumo dos Derivados de Petróleo

Anos	Gases		Leves		Médios		Pesados		Outros		Total	
	1000m³	%	1000m³	%	1000m³	%	1000m³	%	1000m³	%	1000m³	%
1950	30	0,6	2.320	43,8	997	18,8	1.825	34,5	123	2,3	5.295	100,0
1955	153	1,5	3.805	36,4	2.368	22,6	3.902	37,2	236	2,3	10.464	100,0
1960	643	4,2	4.982	32,5	3.854	25,2	5.556	36,2	295	1,9	15.330	100,0
1970	2.225	7,4	9.799	32,8	8.003	26,8	8.976	30,0	905	3,0	29.908	100,0
1973	2.944	6,4	15.588	34,1	11.761	25,8	13.582	29,7	2.354	5,0	45.673	100,0
1979	4.612	6,8	17.397	25,7	21.186	31,3	20.659	30,5	5.058	7,3	67.628	100,0
1980	4.924	7,6	15.630	24,0	22.161	34,0	19.742	30,3	4.217	6,7	65.124	100,0
1981	5.234	8,5	15.533	25,2	22.003	35,7	16.031	26,0	4.529	7,4	61.640	100,0
1982	5.812	9,5	15.621	25,5	22.343	36,5	14.245	23,2	4.968	7,9	61.291	100,0
1983	6.099	10,5	15.139	26,0	21.825	37,4	12.187	20,9	5.243	9,0	58.303	100,0

Fonte: PETROBRÁS

tante esse crescimento de 95%, as reservas provadas subiram para 1,9 bilhões de barris, com um acréscimo de 145%. Recentemente, atingiu-se a marca de 500 mil b/d alcançando-se a meta de produção prevista para 1985 (45).

As reservas de gás natural evoluíram de 25,8 bilhões para 81,6 bilhões de metros cúbicos no período 1973/83 (36).

A nossa produção de petróleo é hoje responsável por 52,6% do suprimento da demanda interna. Por sua vez, o petróleo representou na estrutura do Balanço Energético Nacional (BEN) de 1983 cerca de 34%, devendo permanecer ainda nos próximos anos como a principal fonte de energia.

Perspectiva do setor petróleo - Tendo em vista o caráter estratégico do setor energético, particularmente do seguimento petróleo, o seu processo de planejamento deve permitir que se tome decisões corretas, no momento oportuno, com vistas a adequá-las às exigências da economia. Adotando-se para o período 1985/93 um crescimento médio do PIB da ordem de 3,5% ao ano e uma retomada do crescimento da economia a partir de 1985, prevê-se uma expansão média da economia de 4,3%, baseada na tendência dos últimos vinte anos, e uma evolução do mercado correspondendo a um crescimento de 2,8% ao ano, chega-se, no final do período analisado, a um consumo de 1,2 milhões de b/d de petróleo (Tab. nº 2).

Planejamento das atividades - De acordo com as diretrizes do Governo estabelecidas para o setor energético, a ação da PETROBRÁS continuará caracterizada pela concentração de recursos nas áreas de exploração e produção, visando aumentar a produção através da descoberta de novas reservas de óleo e gás, a fim de se atingir a auto-suficiência em 1993 (45).

A estratégia de produção vem sendo orientada no sentido de colocar em regime operacional, dentro do menor prazo possível, os novos campos descobertos.

Quanto ao gás natural a produção esperada para o corrente

TABELA Nº 2

Projeção de Demanda Nacional de Derivados de Petróleo

Derivados	1985		1990		1993	
	10^3 b/d	%	10^3 b/d	%	10^3 b/d	%
1- Gases	120	12,6	152	13,9	175	14,6
2- Leves	248	26,1	237	21,8	215	17,9
3- Médios	386	40,6	483	44,3	570	47,5
4- Pesados	189	20,0	203	18,6	226	18,8
5- Outros	19	2,0	28	2,6	27	2,3
6- Efluentes	12	1,3	13	1,2	13	1,1
7- T o t a l (1+ ... + 5) - 6	950	100,0	1.090	100,0	1.200	100,0

Fonte: PETROBRÁS

ano é de 13 milhões de m^3/dia. Alguns projetos relativos ao aproveitamento de gás ainda estão em fase de estudos, cabendo destacar os das áreas de Juruá, Alagoas e Ceará.

As estimativas de consumo dos derivados de petróleo evidenciam a manutenção da tendência de diminuição progressiva da participação relativa dos derivados leves e pesados e o aumento dos médios, que refletirá em desajustes entre os perfis de oferta e demanda, acarretando a necessidade de serem consideradas adaptações do parque nacional de refino. Assim, na refinação dar-se-á continuidade às modificações necessárias à adequação da estrutura de produção ao mercado previsto, minimizando as compras de petróleo e/ou derivados.

SEÇÃO IV - O PERFIL ENERGÉTICO BRASILEIRO

Com exceção do petróleo, o Brasil pode ser considerado um país razoavelmente bem provido de fontes energéticas. O seu potencial hídrico é avaliado em 213 mil megawatts. As reserva conhecidas de carvão e xisto apresentam porte significativo no contexto mundial. Os depósitos de urânio já avaliados são suficientes para alimentar as usinas nucleares previstas. As nossas reservas florestais também são bastante significativas.

Com a elevação constante dos preços do petróleo (Tab. nº 3) e em conseqüência da depressão nos preços do açúcar no mercado internacional, o Governo Brasileiro criou o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), efetivado pelo Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975, com objetivo de incrementar a produção nacional do álcool para fins carburante e industrial, com vistas à substituição dos derivados do petróleo.

As atuais perspectivas brasileiras referentes as importações de petróleo estão melhorando, pois além de estar diminuindo anualmente a quantidade importada, está também contando com uma estabilidade nos preços. Apesar desses dois fatores positivos,

TABELA Nº 3

Fonte: PETROBRÁS

o valor das importações de petróleo ainda corresponde a cerca de 42% do total das nossas importações (Tab. nº 4).

Pelo Decreto nº 87.079, de 2 de abril de 1982, o Governo aprovou as diretrizes do Programa de Mobilização Energética com a finalidade de racionalizar o uso de energia para que, deste modo, possa diminuir o consumo dos insumos energéticos e substituir, progressivamente, os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais. Para alcançar as diretrizes propostas foi dada ênfase aos seguintes aspectos:

- adequação do refino do petróleo ao perfil de consumo(Tab. nº 5);
- produção, transporte e uso do álcool, carvão mineral e gás natural;
- investimento em reflorestamento para fins energéticos;
- aproveitamento do xisto; e
- pesquisa e desenvolvimento da produção e uso de óleos vegetais.

Para avaliação das medidas tomadas pode-se observar as variações ocorridas no consumo das diversas fontes de energia(Tab. nº 6). De acordo com a tabela, verifica-se que houve um aumento na participação de energia hidráulica, uma diminuição no consumo de petróleo e uma estabilidade na participação do carvão.

TABELA Nº 4

Importações brasileira comparadas com a importação de petróleo

US$ milhões - FOB

ANO	TOTAL DAS IMPORTAÇÕES	IMPORTAÇÕES DE PETRÓLEO	%
1972	4.232	344	8,12
1973	6.192	606	9,78
1974	12.641	2.558	20,23
1975	12.210	2.704	22,14
1976	12.383	3.354	27,08
1977	12.023	3.602	29,96
1978	13.683	4.063	29,70
1979	18.084	6.263	34,64
1980	22.955	9.372	40,83
1981	22.091	10.604	48,00
1982	19.395	9.565	49,32
1983*	15.408	7.726	50,14
1984**	15.500	6.400	41,30

Fonte: Banco do Brasil - CACEX

* Dados preliminares

** Previsões

TABELA Nº 5

Evolução do Perfil de Consumo

Ano	Pesados (óleo combustível) (%)	Médios (diesel) (%)	Leves		
			(gasolina) (%)	(nafta) (%)	(GLP) (%)
1979	29,4	27,2	20,9	5,8	7,2
1980	28,3	29,7	17,5	6,6	8,0
1981	24,7	31,0	18,1	7,6	8,8
1982	22,2	31,6	17,7	8,4	9,6
1983	19,8	33,1	15,6	11,6	10,8
Perfil de refino possível	8–10	50-60	10	14	8–10

Fonte: PETROBRÁS

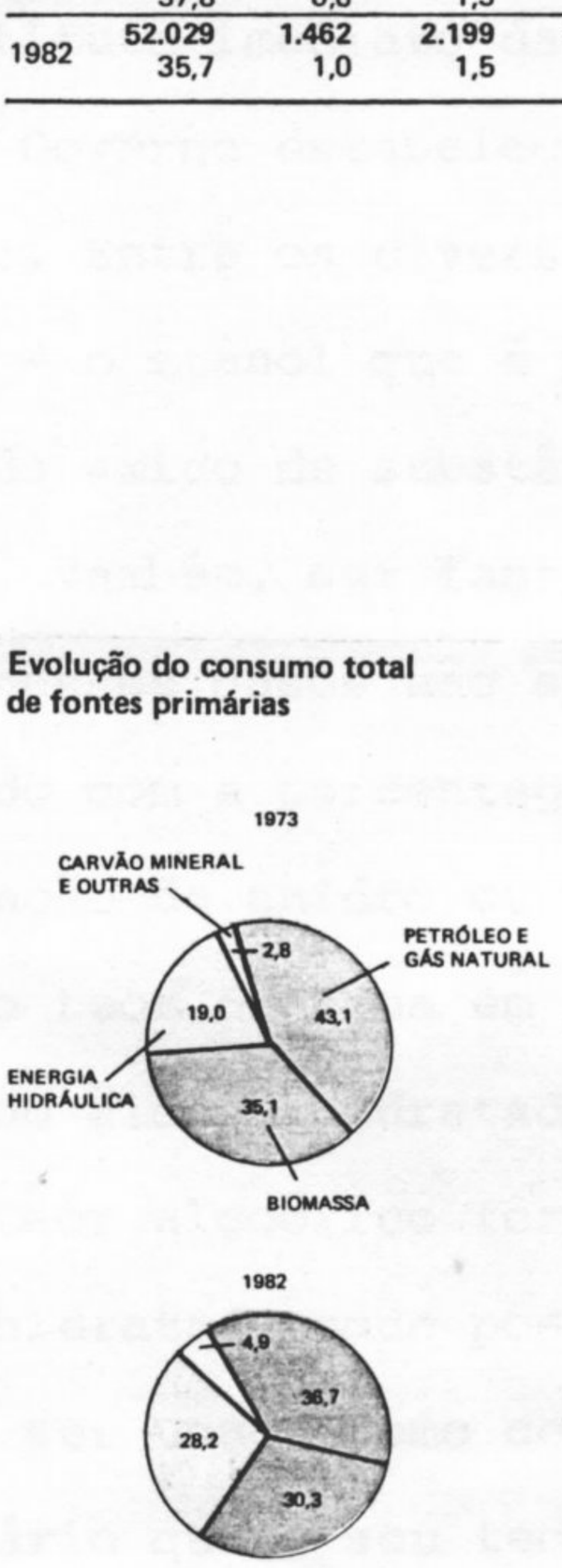
TABELA Nº 6

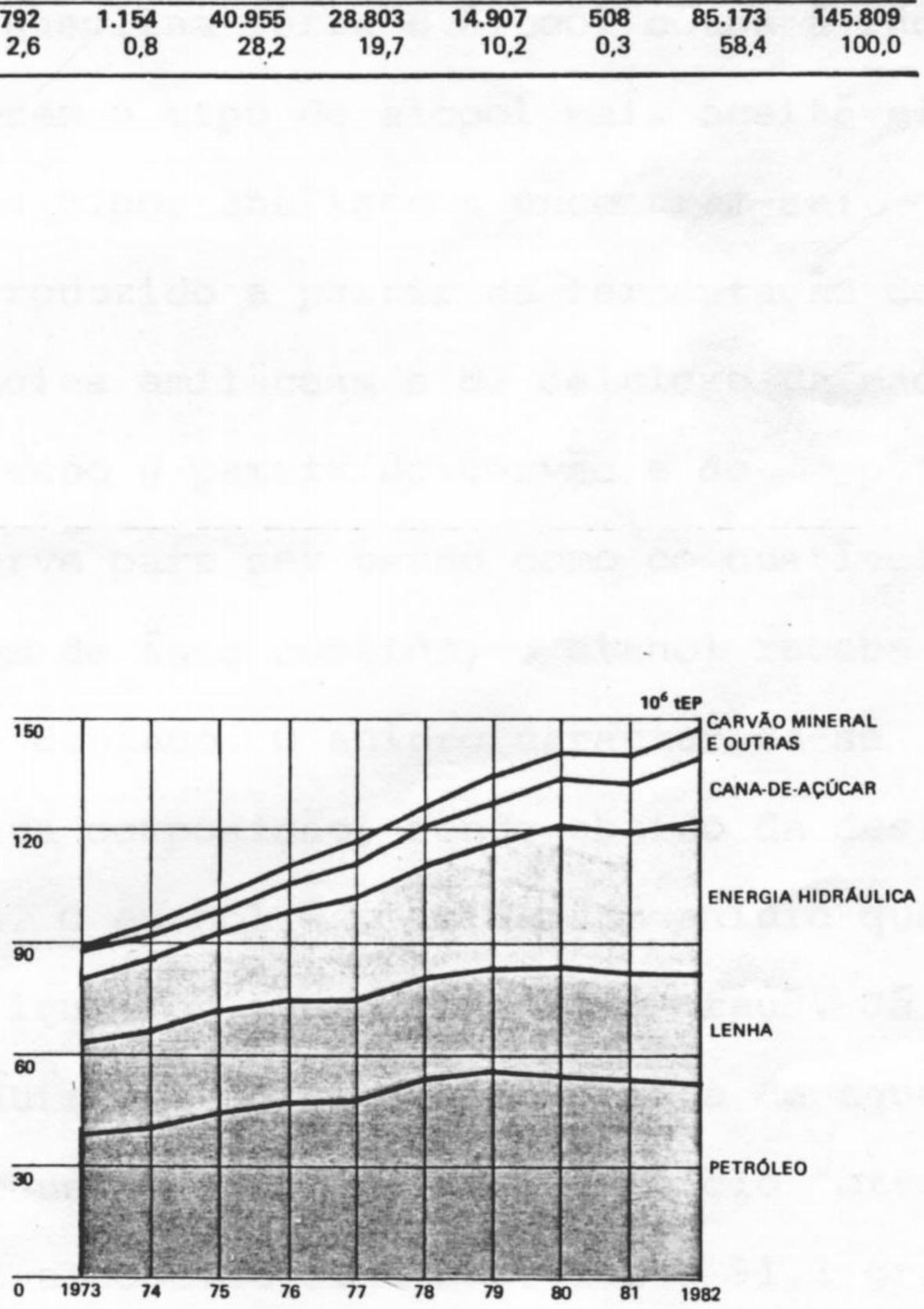
Evolução do consumo total de fontes primárias

10^3 tEP
%

ANO	PETRÓLEO	GÁS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO METALÚRGICO	URÂNIO $U_3 O_8$	ENERGIA HIDRÁULICA	LENHA	CANA-DE-AÇÚCAR	OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS*	SUB-TOTAL RENOVÁVEIS	TOTAL
1970	**25.062** 37,6	**169** 0,3	**600** 0,9	**1.738** 2,6	**–** –	**11.542** 17,3	**22.148** 33,2	**5.351** 8,0	**100** 0,1	**39.141** 58,6	**66.710** 100,0
1973	**37.865** 42,8	**260** 0,3	**613** 0,7	**1.818** 2,1	**–** –	**16.788** 19,0	**23.899** 27,0	**7.051** 8,0	**121** 0,1	**47.859** 54,1	**88.415** 100,0
1974	**39.796** 42,2	**519** 0,5	**628** 0,7	**1.785** 1,9	**–** –	**19.047** 20,2	**25.343** 26,9	**7.043** 7,5	**127** 0,1	**51.560** 54,7	**94.288** 100,0
1975	**43.994** 43,2	**571** 0,6	**650** 0,6	**2.196** 2,2	**–** –	**20.963** 20,6	**26.792** 26,4	**6.351** 6,3	**134** 0,1	**54.240** 53,4	**101.651** 100,0
1976	**46.794** 42,7	**625** 0,6	**588** 0,5	**2.813** 2,6	**–** –	**24.045** 22,0	**27.233** 24,9	**7.232** 6,6	**161** 0,1	**58.671** 53,6	**109.491** 100,0
1977	**47.901** 41,1	**1.081** 0,9	**726** 0,6	**3.338** 2,9	**–** –	**27.109** 23,3	**26.733** 23,0	**9.447** 8,1	**166** 0,1	**63.455** 54,5	**116.501** 100,0
1978	**53.405** 42,6	**922** 0,7	**1.147** 0,9	**3.369** 2,7	**–** –	**29.796** 23,7	**26.521** 21,1	**10.125** 8,1	**184** 0,2	**66.626** 53,1	**125.469** 100,0
1979	**55.576** 41,6	**980** 0,7	**1.103** 0,8	**3.859** 2,9	**–** –	**33.382** 25,0	**27.265** 20,4	**11.265** 8,4	**236** 0,2	**72.148** 54,0	**133.666** 100,0
1980	**54.318** 38,9	**1.131** 0,8	**1.202** 0,9	**4.043** 2,9	**–** –	**37.641** 26,9	**28.673** 20,5	**12.471** 8,9	**335** 0,2	**79.120** 56,5	**139.814** 100,0
1981	**52.593** 37,8	**1.068** 0,8	**1.794** 1,3	**3.617** 2,6	**–** –	**37.922** 27,3	**28.119** 20,2	**13.523** 9,7	**470** 0,3	**80.034** 57,5	**139.106** 100,0
1982	**52.029** 35,7	**1.462** 1,0	**2.199** 1,5	**3.792** 2,6	**1.154** 0,8	**40.955** 28,2	**28.803** 19,7	**14.907** 10,2	**508** 0,3	**85.173** 58,4	**145.809** 100,0

Evolução do consumo total de fontes primárias





Fonte: Ministério das Minas e Energia

CAPÍTULO 2

FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

SEÇÃO I - ENERGIA DA BIOMASSA

Dentre as alternativas para os derivados de petróleo que estão sendo utilizadas encontram-se as seguintes: álcool, madeira, carvão vegetal, resíduos vegetais e animais, biogás e óleos vegetais.

Através do uso das biomassas consegue-se ao mesmo tempo um aumento do campo de trabalho do operário brasileiro, abrindo novas fronteiras agrícolas, invertendo o sentido da corrente migratória e, principalmente, uma independência real no que se refere a fontes externas de energia.

O álcool - Após terminadas as análises que concluiram que o substituto imediato da gasolina seria o álcool coube à indústria e ao Governo estabelecerem o tipo de álcool mais aceitável a ser usado. Entre os diversos tipos analisados encontram-se:

- o etanol que é produzido a partir da fermentação da glicose, do amido de substâncias amiláceas e da celulose da madeira . Pode, também, ser fabricado a partir do carvão e do petróleo, mas nesses casos não serve para ser usado como combustível. De acordo com a porcentagem de água contida, o etanol recebe a designação de anidro ou hidratado. O anidro caracteriza-se pelo baixo teor de água em sua composição, sendo obtido da desidratação do álcool hidratado. O etanol é considerado anidro quando o seu teor alcoólico for igual ou superior a 99,6 graus. Já o etanol hidratado pode possuir uma porcentagem variada de água, mas para ser usado como combustível nos motores de ciclo "otto" é necessário que o seu teor alcoólico seja superior a 91,1 graus.

Não há dúvidas, tecnicamente falando, que o álcool anidro seria melhor do que o hidratado para a alimentação dos motores

convencionais de ciclo "otto", porém, este tipo de álcool, além de representar um custo de produção mais elevado, requer um maior investimento na implantação das destilarias, exigindo quatro colunas de destilação contra as duas requeridas para a produção do álcool hidratado. Quanto à octanagem, o etanol anidro possui 106, o hidratado 110 e a gasolina comum apenas 73 octanas. Em compensação, o álcool perde em caloria, já que a gasolina tem um poder calorífico de 10.500 kcal/kg, o etanol anidro possui 6.400kcal/kg e o hidratado 5.950 kcal/kg.

- o metanol possui todas as qualidades do etanol e apresenta um custo de produção inferior ao dos demais álcoois. Pode ser obtido da madeira, pelo processo de destilação seca, e do gás de petróleo. Sua utilização como combustível ainda não é viável, por serem altamente tóxicos os gases provenientes de sua combustão. Possui o mesmo número de octanas que o etanol e menor poder calorífico (4.600 kcal/kg) com a desvantagem de só poder ser misturado à gasolina em baixas porcentagens;

- o propanol do ponto de vista energético é superior ao etanol e metanol por possuir maior poder calorífico (7.200kcal/kg). No entanto, a sua alta volatilidade e a impossibilidade de produção em grande escala inviabilizam a sua utilização como combustível automotivo; e

- o butanol apresenta um poder calorífico maior que todos os demais álcoois (7.950 kcal/kg). Sua alta volatilidade e a impossibilidade de ser produzido em grande quantidade, o tornam inaproveitável para o uso energético.

Não há dúvida de que o etanol destaca-se como o mais indicado para ser o substituto da gasolina devido a certas qualidades como: não ser poluente, ser renovável, apresentar um menor custo de produção e permitir sua fabricação em larga escala.

O Programa Nacional do Álcool - o objetivo principal do PROÁLCOOL consiste na reformulação do Modelo Energético Brasileiro

(MEB), com a finalidade de possibilitar a produção de um sucedâneo para os derivados do petróleo, especialmente a gasolina. Em sua fase inicial, o PROÁLCOOL previa como meta a produção de três bilhões de litros de álcool em 1980, visando a substituição de parte da gasolina consumida através da adição do álcool anidro até o limite de 20%. O desenvolvimento do programa, nos seus primeiros anos, iniciou, basicamente, através da implantação e ampliação das destilarias anexas às usinas de açúcar.

Apesar de uma série de contratempos relacionados com a morosidade na tramitação dos projetos das destilarias e na liberação de recursos, a meta do programa foi atingida com a safra 79/80, com uma produção de 3,4 bilhões de litros.

Com o agravamento da crise energética e seus reflexos no MEB, o PROÁLCOOL foi reformulado pelo Decreto nº 83.700, de 5 de julho de 1979, definindo-o como um dos programas prioritários do Governo que traçou novos objetivos e metas mais ambiciosas para o programa. De acordo com o Decreto já mencionado, a condução do Plano Nacional do Álcool (PNA) passou a ser efetuada pelo Conselho Nacional do Álcool (CNAL), sendo sua execução confiada à Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL).

O CNAL tem como finalidade a formulação da política nacional do álcool combustível e a fixação das diretrizes do programa. A CENAL, órgão executivo do CNAL, é encarregada da execução e controle das atividades do programa, incluindo a análise dos projetos de modernização, ampliação e implantação de destilarias, enquadramento de novos projetos, promoção e coordenação de estudos e pesquisas de interesse do PROÁLCOOL e apoio técnico administrativo ao CNAL.

Hoje, o PROÁLCOOL se insere no contexto energético brasileiro como uma iniciativa pioneira para substituir fontes tradicionais de energia como o petróleo, por fontes alternativas renováveis. O seu objetivo principal é possibilitar a expansão rápida

da produção de álcool, viabilizando seu uso como combustível automotivo e como matéria-prima para a indústria química. Toda a sua execução foi delegada à iniciativa privada, só competindo ao Governo Federal as ações de coordenação, fomento e pesquisa.

Entre as principais vantagens do PROÁLCOOL pode-se relacionar as seguintes:

- economia de divisas através da substituição da importação de petróleo;

- redução das disparidades regionais de renda, pois todo o País dispõe das condições para o plantio das matérias-primas, podendo ser estimulado o cultivo em todas as regiões;

- crescimento da renda interna pelo aproveitamento de fatores de produção antes ociosos - terra e mão-de-obra;

- expansão da produção de bens de capital com alto índice de nacionalização destinados à ampliação, modernização e implantação de destilarias; e

- criação de novos empregos.

Tendo o PROÁLCOOL alcançado a meta da mistura de 20% de álcool anidro à gasolina, o próximo passo foi a produção do álcool hidratado como combustível exclusivo de veículos, além de usar uma parcela como matéria-prima para a indústria álcool-química . Como objetivo primordial para cobrir o crescimento do consumo de gasolina fixou-se em 10,7 bilhões de litros a produção anual de álcool etílico a ser atingida até 1985.

Para se obter uma resposta rápida às necessidades da produção de etanol, conforme as metas previamente estabelecidas, o PROÁLCOOL baseou sua programação inicial na cana-de-açúcar dadas as facilidades de conversão a partir da estrutura já montada em torno dessa matéria-prima para a fabricação de açúcar. Caso semelhante aconteceu com as atividades industriais que ficaram sob a responsabilidade das destilarias anexas às usinas de açúcar, produzindo o álcool por fermentação do melaço. Nestas destilarias o

rendimento é muito baixo, produzindo 12 litros de álcool e 90 quilos de açúcar por tonelada de cana. Verificou-se que a meta só seria alcançada com a implantação de uma rede de destilarias autônomas, onde o álcool fosse oriundo diretamente da fermentação do caldo de cana, passando-se a obter, para cada tonelada de cana-de-açúcar, 70 litros de álcool.

Não seria lógico lançar um programa de produção de etanol com a magnitude que se propunha, sem que medidas fossem tomadas para a garantia de seu consumo como combustível. Desse modo, mediante protocolo entre os Ministérios da Indústria e do Comércio (MIC) e das Minas e Energia (MME), a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores e a Associação de Retificadores de Motores de vários Estados estabeleceram o plano de fabricação de veículos novos movidos exclusivamente a álcool e as conversões de motores a gasolina para uso exclusivo de álcool hidratado. Hoje pode-se constatar que o programa é uma realidade. É perfeitamente possível atingir-se a meta prevista de 10,7 bilhões de litros de álcool em 1985. Até o final do ano de 1983 já se tinha mais de 1,2 milhões de automóveis movidos a álcool circulando no País e a indústria automobilística já está produzindo cerca de 90% de seus carros a álcool.

A terceira fase do PROÁLCOOL tem como meta atingir a produção de 14,3 bilhões de litros de álcool na safra 1989/90. Esses valores deverão ser conseguidos, não só com o aumento da área cultivada, mas também pela otimização da produção através da abreviação do início da safra e da utilização plena da capacidade instalada das destilarias.

As principais matérias-primas para a produção do álcool - A grande variedade de vegetais aproveitados na produção do álcool proporciona ao Brasil várias alternativas inigualáveis a qualquer país do mundo.

As matérias-primas mais apropriadas para a fabricação do etanol são a cana-de-açúcar, a mandioca, o sorgo-sacarino, a madeira, o babaçu e a batata-doce, todos abundantes no Brasil, sendo que a madeira e o babaçu são nativos e a cana-de-açúcar e a mandioca são culturas tradicionais e largamente disseminadas no País, onde há uma vasta estrutura de cultivo (Tab. nº 7).

A imensa área territorial disponível, a boa insolação, a variedade de relevo, de temperatura e de umidade e os bons índices pluviométricos propiciam condições ideais para as diversas culturas em todas as regiões do território brasileiro.

Entre os diversos vegetais produtores de álcool no Brasil, alguns podem ser aproveitados imediatamente como a cana-de-açúcar, a mandioca e o babaçu; outros como a madeira, o sorgo-sacarino e a batata-doce, só a médio prazo. Deve-se assinalar que no caso do babaçu e da madeira, o etanol produzido deve ser considerado um subproduto sendo o produto principal o coque metalúrgico e o carvão vegetal, respectivamente.

A cana-de-açúcar - Para se obter uma resposta rápida às necessidades de obtenção do etanol, o PROÁLCOOL baseou a sua programação inicial na cana-de-açúcar, dada as facilidades de conversão a partir da estrutura já montada em torno dessa matéria-prima para a produção de açúcar. Além disso, o Brasil desfruta de uma tradição de cultivo de mais de dois séculos, durante os quais formou-se uma tecnologia própria de produção e transformação, assim como uma estrutura de apoio visando sua melhor produtividade, que varia de acordo com as condições climáticas e a adoção apropriada da tecnologia. No Nordeste a produção média por hectare é de 51 toneladas e em São Paulo é de 85 toneladas. A cultura da cana-de-açúcar exige uma região de fertilidade média ou alta, com topografia não muito acidentada, boa insolação e bons índices pluviométricos.

TABELA Nº 7

Rendimento das principais matérias-primas
para a produção do álcool

MATÉRIA-PRIMA	RENDIMENTO		
	t/ha	litros/t	litros/ha
CANA-DE-AÇÚCAR	50,0	67	3.350
MANDIOCA	17,0	180	3.060
SORGO-SACARINO	35,0	85	3.000
MADEIRA	20,0	160	3.200
BABAÇU	3,0	80	240
BATATA-DOCE	15,0	125	1.875

Fonte: Ministério da Indústria e do Comércio

Apesar de pouca ou quase nenhuma experiência na produção em larga escala de álcool carburante, o Brasil tem condições de substituir toda a demanda de gasolina, bastando para isso que 0,4% de seu território seja destinado à plantação de cana-de-açúcar a fim de produzir a matéria-prima necessária para a obtenção do álcool combustível (39).

Entre os fatores limitativos do aproveitamento da cana-de-açúcar como matéria-prima encontram-se: a baixa produtividade agrícola, o reduzido período da colheita/moagem (150 a 180 dias) e o restrito espaço permitido entre o corte e a moagem (máximo de 48 horas).

Inicialmente, os problemas mais sérios no setor agrícola eram a seleção inadequada de variedades de cana-de-açúcar, o mau estado fitossanitário das mudas e viveiros e a aplicação de tratos culturais incorretos. Através do uso de novas variedades de cana-de-açúcar, já disponíveis, pode-se estender, de forma altamente vantajosa, o período da safra para até 240 dias, proporcionando menor ociosidade à terra e aos equipamentos industriais além de permitir o emprego de mão-de-obra durante todo o ano, aumentando em cerca de 50% o lucro das destilarias.

O plantio em grande escala dos vegetais produtores de álcool, para que este possa substituir um dia a gasolina, é visto por diversas pessoas como um perigo para a agricultura brasileira, porque poderia tomar o lugar de outras culturas. No nosso caso, devido a sua grande extensão de terras férteis, contornadas pelas boas condições climáticas, não há esse risco, e, como já se viu anteriormente, a área necessária para a produção de cana-de-açúcar para o PROÁLCOOL é muito pequena. A consorciação de culturas, além de representar uma receita adicional, significa contribuir para o atendimento da maior prioridade da sociedade: produzir alimentos. Com essa solução resolve-se a concorrência predatória entre as culturas energética e alimentar.

O vinhoto, utilizado "in natura" para a irrigação, item financiado pelo PROÁLCOOL nos projetos desde 1980, permite melhor produtividade agrícola evitando-se as crescentes despesas com o uso de fertilizantes importados. Os atuais processos industriais permitem a redução do volume de vinhoto em até 90% de forma econômica, e com isso diminui, em muito, a possibilidade de poluição dos rios pelo vinhoto.

O manuseio dos grandes volumes de bagaço de cana, que constituia o grande problema de seu emprego, já está resolvido. Ele pode ser empregado na substituição de óleo combustível na indústria, como insumo para a geração de energia elétrica ou como matéria-prima na fabricação de papel ou celulose.

A mandioca - A mandioca é um vegetal considerado uma ótima matéria-prima para a obtenção do álcool e pode ter uma aplicação imediata no Brasil, por ser uma planta nativa largamente cultivada e consumida em todo o território nacional. Um dos fatores positivos da sua produção é a excelente tolerância em relação aos mais variados tipos de clima e solos existentes no País.

O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca. Seu cultivo ainda continua sendo de subsistência e é apoiado por uma tecnologia primitiva e sem insumos adequados. Deve-se levar em conta que a produtividade é baixa porque ela pode ser cultivada em terrenos pobres, mas com os novos conhecimentos adquiridos e as novas tecnologias já se consegue obter de 50 a 60 t/ha.

Devido a importância que a mandioca e seus subprodutos têm na alimentação humana e animal, boa parte da colheita é consumida no local, sem ser incluída nos índices de produtividade.

Apesar de apresentar um bom rendimento de álcool por tonelada tem como desvantagens: baixa produtividade agrícola, bacteriose, necessidade de plantio em larga escala e dificuldades durante a colheita. Estão sendo feitas pesquisas para vencer estes obstáculos com o emprego de variedades tolerantes à bacteriose e

também para desenvolver equipamentos destinados ao plantio e a colheita desta cultura. No momento, o cultivo da mandioca, por ser tradicionalmente manual, apresenta a vantagem de proporcionar emprego aos sem qualificação profissional.

O MME está apoiando dois importantes projetos com o objetivo de aprimorar a tecnologia do emprego da mandioca: a Usina de Cacuia, no Ceará e a Usina de Curvelo, em Minas Gerais. A Usina de Curvelo foi instalada a partir de um projeto elaborado pelo Instituto Nacional de Tecnologia e foi projetado para produzir 60 mil litros/dia de álcool a partir de 370 toneladas de mandioca. A usina aperfeiçoou o processo e chegou a resultados muito bons (Fig. nº 1).

Juntamente com o álcool, a Usina de Curvelo produz diariamente 40 toneladas de gás carbônico. O vinhoto, transformado em concentrado, serve para alimentação do gado e de adubo para fertilizar as lavouras. A importância da Usina de Curvelo está na contribuição que ela dará para a solução das questões relativas à integração agroindustrial para a produção de álcool a partir da mandioca.

O sorgo-sacarino - Ao contrário da cana-de-açúcar e da mandioca, o sorgo-sacarino ou sorgo é pouco conhecido pelos brasileiros. Trata-se de uma espécie de gramínea originária da África que é também cultivada em várias partes do mundo como China, Índia, Itália, Estados Unidos da América (USA) e México.

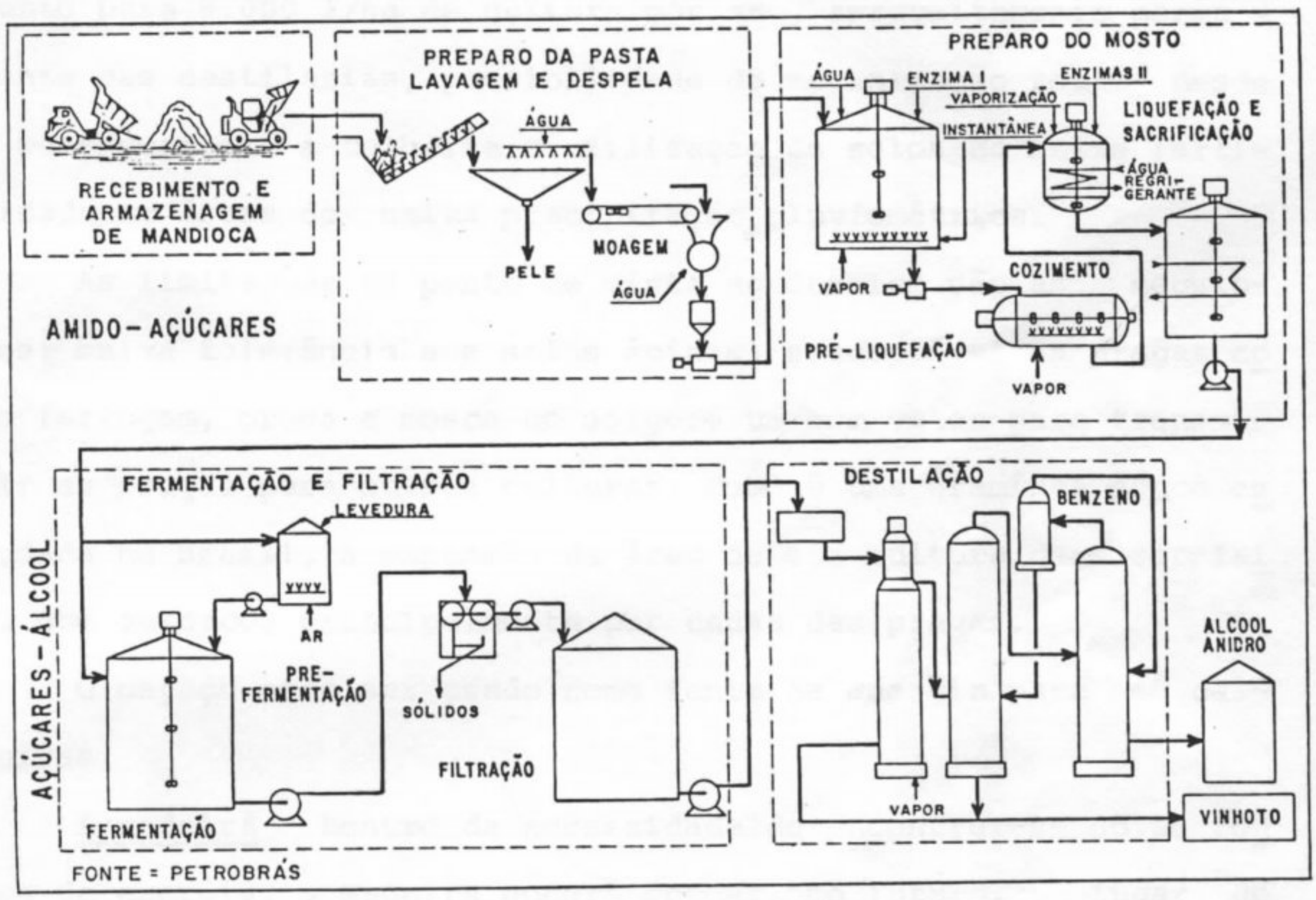
Após pesquisas realizadas com várias espécies de sorgo, verificou-se que é possível o seu uso para fins energéticos devido ao alto teor de açúcar além do amido presente nos grãos.

No aspecto agrícola, o sorgo apresenta boas características porque dá bem em solos de baixa fertilidade e pode ser cultivado em regiões de reduzida precipitação pluviométrica. Industrialmente pode usar os equipamentos e a tecnologia da cana-de-açúcar.

Uma grande vantagem do sorgo-sacarino está no reduzido ci-

FIGURA Nº 1

PRODUÇÃO DE ÁLCOOL A PARTIR DA MANDIOCA



clo vegetativo, que varia de cem a cento e trinta dias, o que permite uma produção de até três safras por ano. Esta característica permite complementar, durante a entressafra da cana-de-açúcar, o suprimento das destilarias, proporcionando uma produção mais regular durante todo o ano e um aumento da rentabilidade. O sorgo tem um rendimento agrícola de 35 t/ha por colheita, sendo que cada tonelada pode produzir 85 litros de álcool. As vantagens apresentadas por ele, em relação à cana-de-açúcar e à mandioca, são as seguintes: três safras anuais, aumentando o rendimento para 9.000 l/ha de cultura por ano, aproveitamento permanente das destilarias, possibilidade de mecanização total desde a semeadura até a colheita e utilização de solos de baixa fertilidade em áreas de baixa precipitação pluviométrica.

As limitações do ponto de vista agronômico são as seguintes: baixa tolerância aos solos ácidos, susceptível às pragas como ferrugem, broca e mosca do sorgo;é um bom vetor para transmitir as pragas para outras culturas. Como é uma gramínea pouco estudada no Brasil, a expansão da área de sua cultura deve ser feita com cuidado, principalmente por causa das pragas.

O bagaço pode ser usado como fonte de energia para as caldeiras.

A madeira - Dentro da necessidade de encontrar-se novas fontes de energia, a madeira poderá ocupar, no futuro, um lugar de destaque na produção de álcool. Graças ao programa de reflorestamento e a política de produção de celulose encontram-se plantações, em várias regiões do Brasil, de eucalípto, pinus e bambu. O eucalípto é o mais indicado para o aproveitamento industrial pelos seguintes motivos: pode ser plantado em qualquer tipo de solo, tem um crescimento rápido (em seis anos atinge o ponto ideal para o corte), apresenta um baixo custo de investimento e uma alta relação de produtividade t/ha.

Além da madeira oriunda dos plantios de reflorestamento e-

xiste um imenso volume de matéria-prima proveniente do cerrado e das florestas virgens, especialmente da Floresta Amazônica. A grande quantidade de espécies, a falta de infra-estrutura para a exploração e os problemas ecológicos tornam, por enquanto, anti-econômico o aproveitamento de nossas reservas naturais. Para utilizar a madeira como matéria-prima para a produção de álcool são necessários grandes extensões territoriais e alto índice de insolação. Uma grande vantagem da madeira é a facilidade de gerar, dependendo do processo empregado, álcool etílico ou álcool metílico ou metanol.

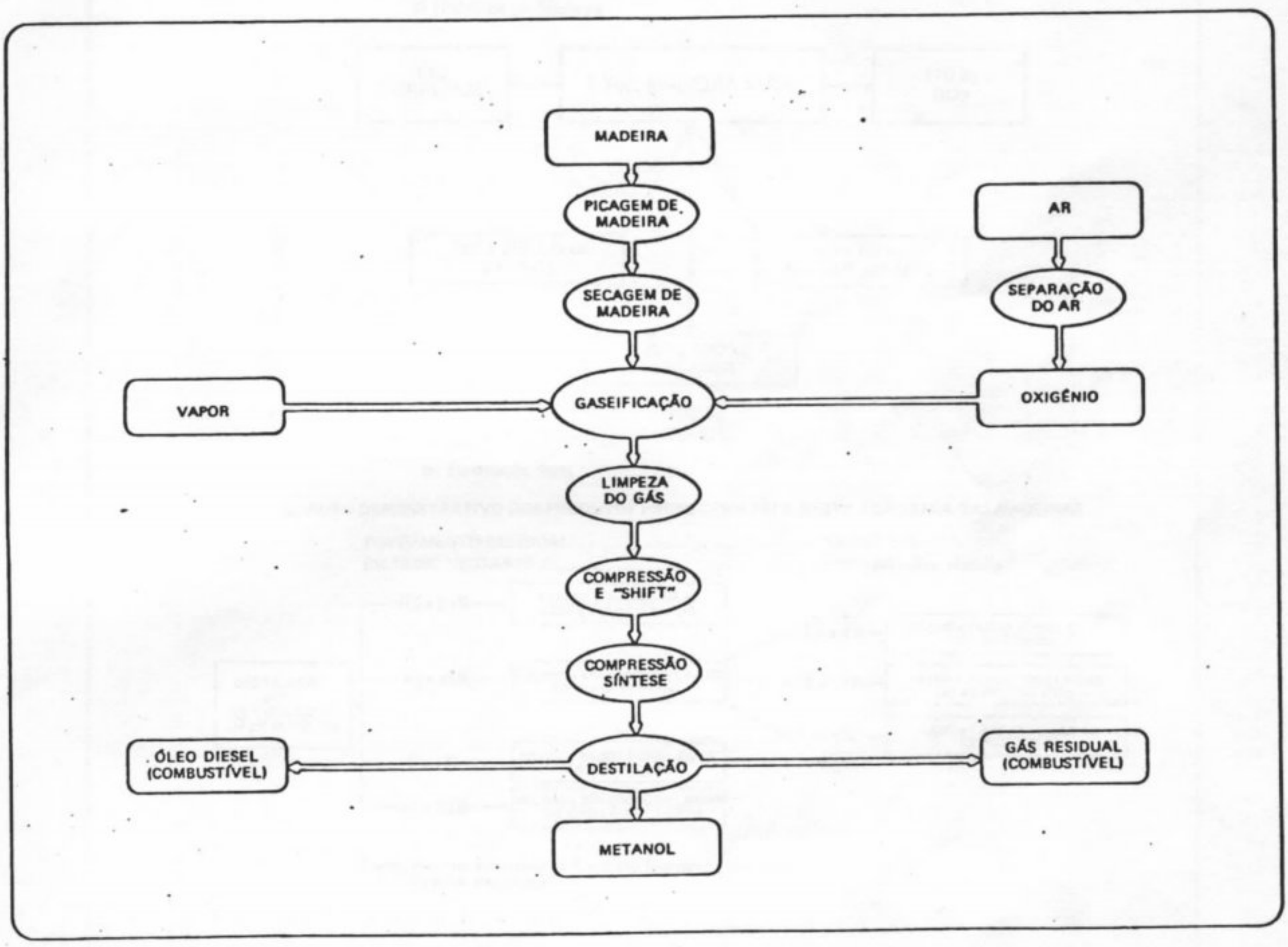
Desde 1979, a Companhia Energética de São Paulo (CESP) possui uma usina piloto em Corumbataí, São Paulo, pesquisando a produção de metanol a partir da madeira com fins carburantes. O metanol é uma boa solução para substituir a gasolina, porém a CESP está direcionando as pesquisas no sentido de substituir o óleo diesel (Fig. nº 2). A CESP usa o eucalípto como matéria-prima obtendo de uma tonelada seca 790 litros de metanol. O metanol como carburante só poderá ter uma produção industrial viável após 1985 (5).

A Usina Coque e Álcool de Madeira SA (COALBRA), empresa vinculada ao Ministério da Agricultura (MA), produz álcool etílico a partir da madeira usando tecnologia soviética. O processo usado é o da hidrólise ácida e a produção inicial é de 30 mil litros por dia de etanol. Usando o eucalípto como matéria-prima, a usina além do etanol obtém como subprodutos: proteina para ração animal, gás carbônico, furfural e lignina, que produz carvão e o coque metalúrgico (Fig. nº 3).

Entre os fatores limitativos para o aproveitamento da madeira como matéria-prima produtora de álcool encontram-se: os elevados investimentos necessários à implantação de unidades produtoras de álcool a partir de material celulósico, comparando-se com o investimento necessário às usinas de cana-de-açúcar, as áreas

FIGURA Nº 2

SÍNTESE DO METANOL – DIAGRAMA SIMPLIFICADO



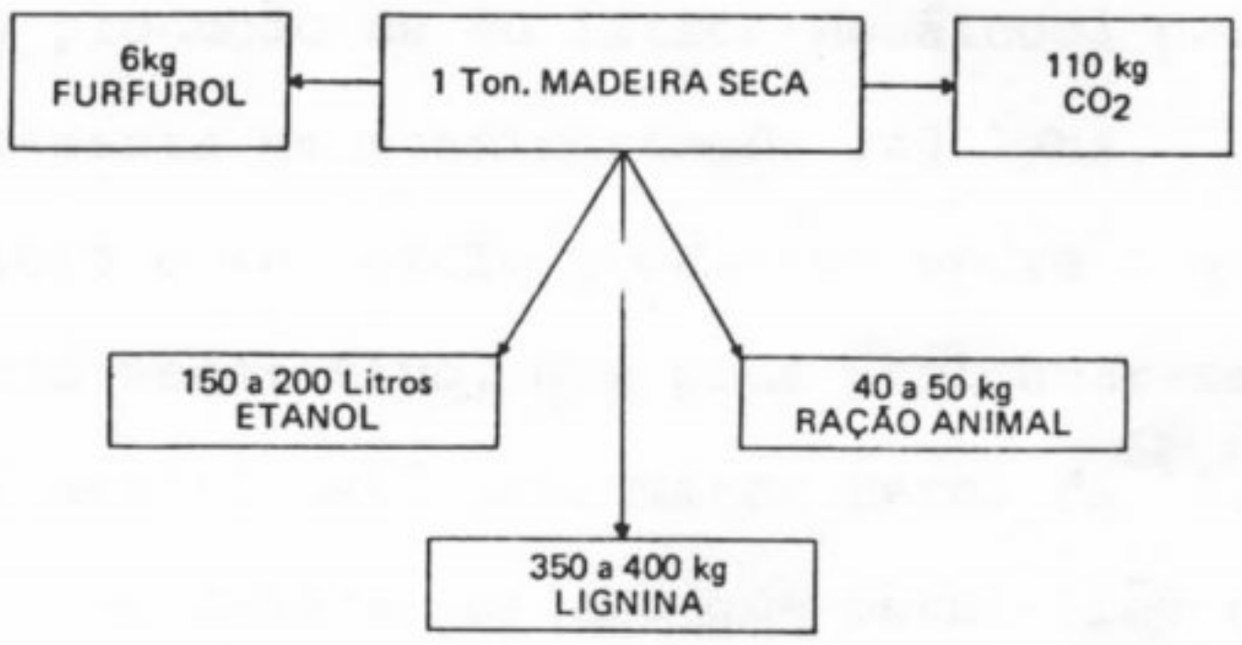
Fonte: Ministério das Minas e Energia

FIGURA Nº 3

DESTILAÇÃO DA MADEIRA

BALANÇO DE MASSA

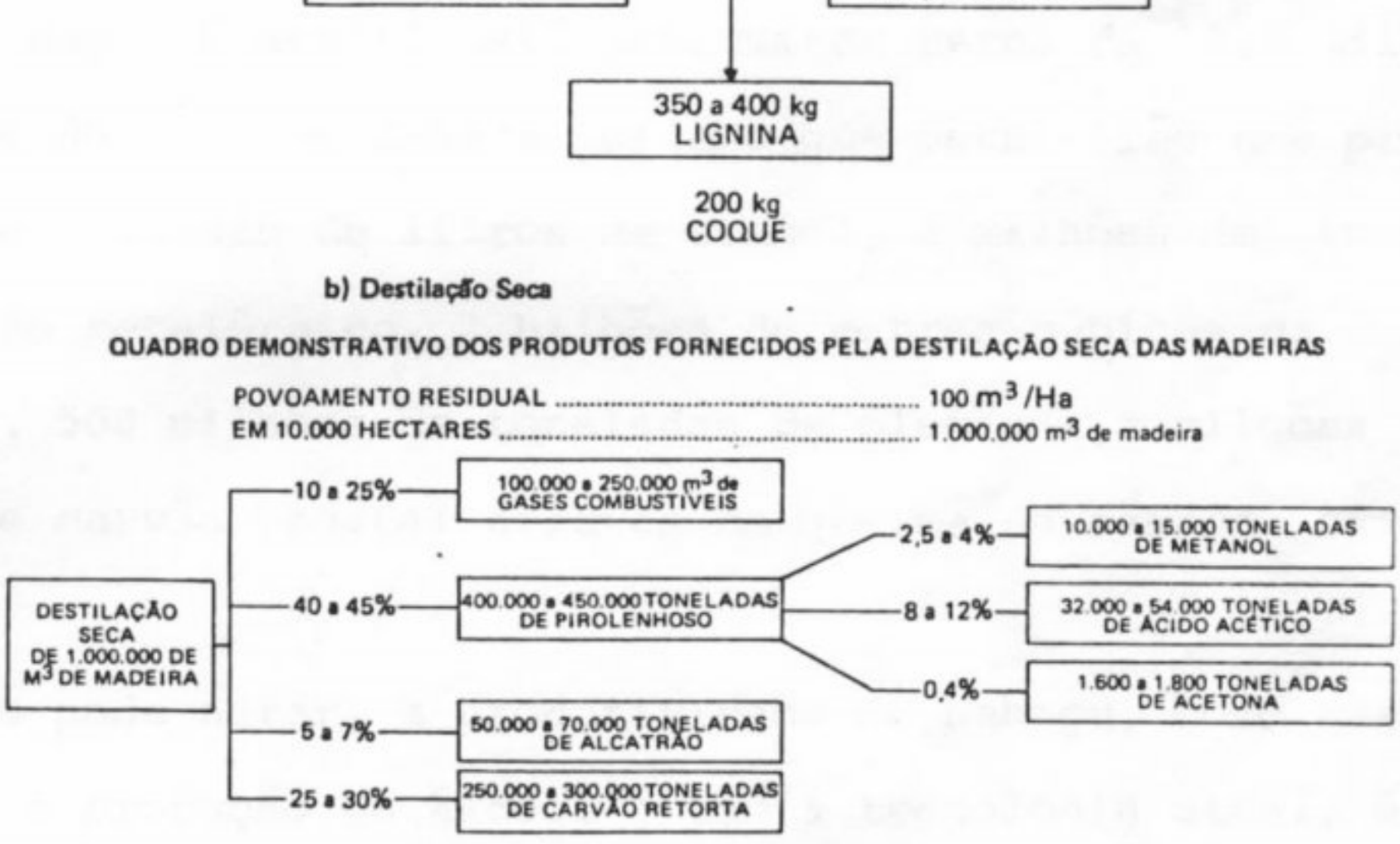
a) Hidrólise da Madeira



b) Destilação Seca

QUADRO DEMONSTRATIVO DOS PRODUTOS FORNECIDOS PELA DESTILAÇÃO SECA DAS MADEIRAS

POVOAMENTO RESIDUAL ..... 100 m^3/Ha
EM 10.000 HECTARES ..... 1.000.000 m^3 de madeira



Fonte: Floresta Amazônia no Contexto Energético Brasileiro
CLARA PANDOLFO

destinadas ao cultivo da madeira são seis vezes maior do que as destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar ou mandioca devido ao período de formação das árvores e, finalmente, o transporte das toras, por ser difícil, torna necessário que a implantação da usina seja feita nas proximidades da área de reflorestamento.

O babaçu - O imenso potencial do babaçu, riqueza nativa e abundante das regiões Nordeste e Centro-Oeste, encontra-se,principalmente, nas florestas dos Estados do Maranhão, Piauí e Goiás (Fig. nº 4). Como matéria-prima produtora de álcool sabe-se que é possível obter três toneladas de coco por hectare e que pode-se conseguir uma produção de 80 litros de álcool por tonelada de coco, o que representa um rendimento de 240 l/ha.

A palmeira inicia o seu ciclo produtivo entre o quinto e oitavo ano do seu ciclo vegetativo, que pode prolongar-se por mais de sessenta anos. O Brasil está produzindo cerca de 12,5 milhões de toneladas de coco de babaçu por ano que permitirão uma produção anual de 1 bilhão de litros de etanol, 2 milhões de toneladas de carvão metalúrgico, 2 bilhões de metros cúbicos de gás combustível, 500 milhões de toneladas de óleo e 1,5 milhões de toneladas de carvão vegetal através da queima da camada externa do coco.

Como se pode notar, a produtividade do babaçu, como matéria-prima para a produção de álcool e com a tecnologia atual, é bastante inferior à da cana-de-açúcar e da mandioca. Os projetos para o aproveitamento do babaçu só poderão ser economicamente viáveis quando baseados na exploração integral de todos os produtos, onde o álcool, certamente, terá um caráter suplementar.

O coco do babaçu é constituído por várias partes: da amêndoa obtem-se o óleo, da camada externa o combustível primário, da camada interna o carvão metalúrgico e o gás combustível e da camada intermediária, que é fibrosa-amilácea, retira-se a matéria-prima para a obtenção do álcool (Fig. nº 5).

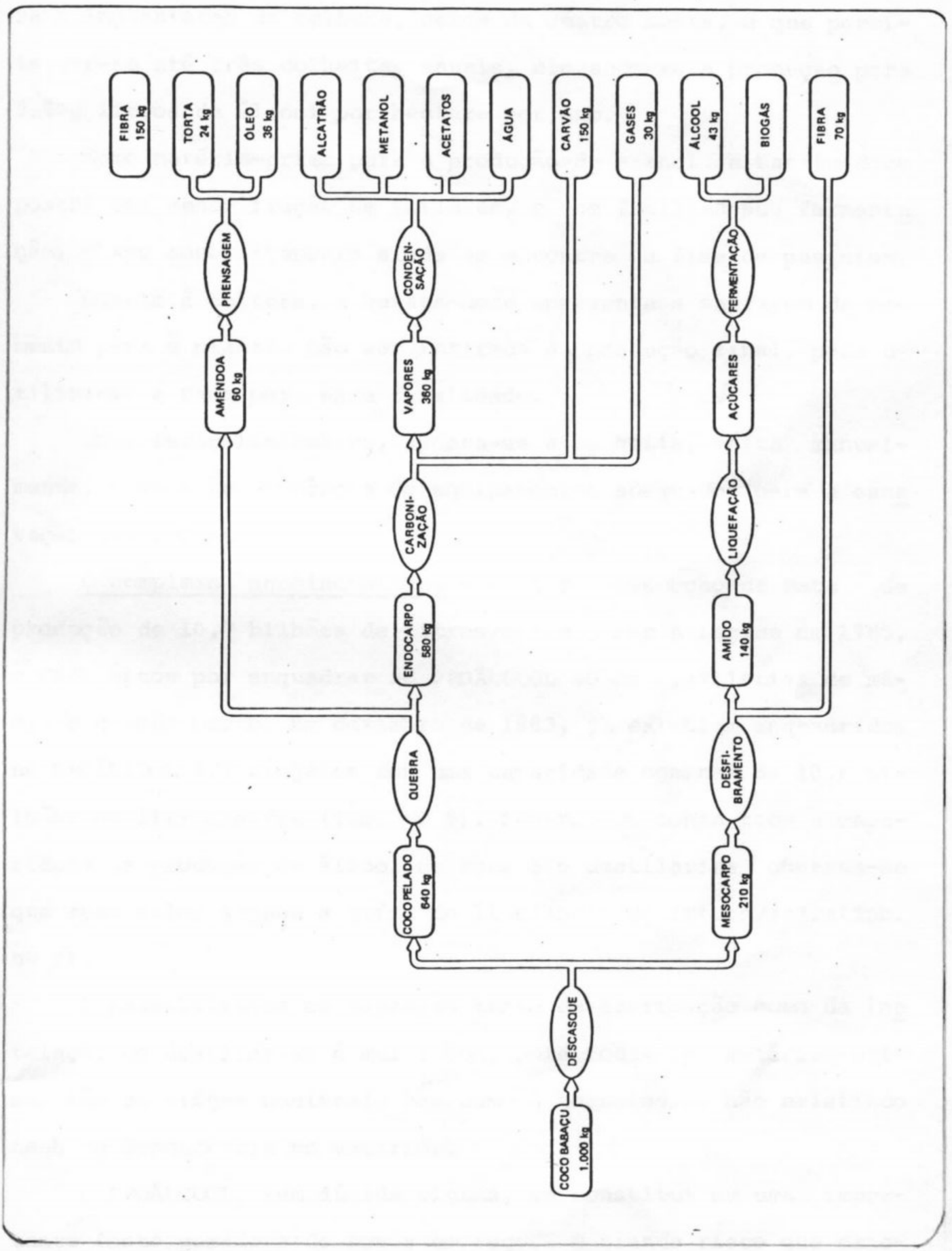
FIGURA Nº 4

OCORRÊNCIAS DE BABAÇU NO BRASIL

Fonte: Ministério da Indústria e do Comércio

FIGURA Nº 5

APROVEITAMENTO INTEGRAL DE COCO BABAÇU



Fonte: Ministério das Minas e Energia

A batata-doce - Estão sendo feitas pesquisas de cultura de batata-doce com a finalidade de aproveitá-la como matéria-prima produtora de álcool. Este vegetal propicia elevado rendimento de álcool por área, apresentando como vantagem reduzido período para a implantação da cultura, cerca de quatro meses, o que permite ter-se até três colheitas anuais, elevando-se a produção para 5.600 litros de álcool por hectare por ano.

Como matéria-prima para a produção do etanol, a batata-doce possui uma menor fração de amiláceo, o que facilita sua fermentação. O seu aproveitamento ainda se encontra na fase de pesquisa.

Quanto à cultura, a batata-doce apresenta a vantagem da semente para o plantio não ser retirada da produção final, pois utiliza-se a rama para essa finalidade.

Como fator limitativo, aponta-se a colheita, feita manualmente, face a inexistência de equipamentos adequados para a escavação das raízes.

O complexo agroindustrial - Para a consecução da meta de produção de 10,7 bilhões de litros/safra a ser atingida em 1985, o CNAL optou por enquadrar no PROÁLCOOL só as destilarias de médio e grande porte. Em dezembro de 1983, já existiam enquadrados no PROÁLCOOL 473 projetos com uma capacidade nominal de 10,6 bilhões de litros/safra (Tab. nº 8). Levando em conta toda a capacidade de produção de álcool de suas 506 destilarias observa-se que esse valor atinge a cifra de 11 bilhões de litros/safra(Tab. nº 9).

A possibilidade de expansão tanto da fabricação como da instalação de destilarias é muito boa, pois todas as matérias-primas são de origem nacional bem como a tecnologia, não existindo nenhuma dependência no exterior.

O PROÁLCOOL, sem dúvida alguma, se constitui em uma importante fonte geradora de novos empregos. O grande risco que existia do emprego flutuante da mão-de-obra, por causa do uso quase

TABELA Nº 8

Situação geral dos projetos enquadrados no Proálcool (1)

— milhões de litros/safra —

REGIÕES E UF	Número de Projetos					Capacidade de Produção				
	Com Recursos	%	Sem Recursos	%	Total	Com Recursos	%	Sem Recursos	%	Total
NORTE	02	0,6	02	2,6	04	39,9	0,4	42,3	2,8	82,2
RO	01	0,3	—	—	01	18,3	0,2	—	—	18,3
AM	01	0,3	01	1,3	02	21,6	0,2	21,0	1,4	42,6
PA	—	—	01	1,3	01	—	—	21,3	1,4	21,3
NORDESTE	96	24,4	09	11,4	105	1.911,3	20,9	158,7	10,5	2.070,0
MA	02	0,5	01	1,3	03	47,6	0,5	20,9	1,4	68,5
PI	01	0,3	—	—	01	27,0	0,3	—	—	27,0
CE	03	0,8	—	—	03	55,5	0,6	—	—	55,5
RN	06	1,5	01	1,3	07	120,0	1,3	8,6	0,6	128,6
PB	11	2,8	02	2,5	13	190,2	2,1	51,4	3,4	241,6
PE	29	7,4	02	2,5	31	494,2	5,4	20,1	1,3	514,3
AL	33	8,3	03	3,8	36	733,0	8,0	57,7	3,8	790,7
SE	03	0,8	—	—	03	34,2	0,4	—	—	34,2
BA	08	2,0	—	—	08	209,6	2,3	—	—	209,6
SUDESTE	202	51,2	62	78,4	264	5.047,7	55,4	1.257,2	82,9	6.304,9
MG	33	8,4	05	6,3	38	589,0	6,5	42,0	2,8	631,0
ES	09	2,3	02	2,5	11	134,5	1,5	24,2	1,6	158,7
RJ	12	3,0	05	6,3	17	198,4	2,2	62,4	4,1	260,8
SP	148	37,5	50	63,3	198	4.125,8	45,2	1.128,6	74,4	5.254,4
SUL	41	10,4	03	3,8	44	817,8	9,0	21,8	1,5	839,6
PR	34	8,6	02	2,5	36	746,4	8,2	21,0	1,4	767,4
SC	04	1,0	01	1,3	05	47,1	0,5	0,8	0,1	47,9
RS	03	0,8	—	—	03	24,3	0,3	—	—	24,3
CENTRO/OESTE	53	13,4	03	3,8	56	1.308,5	14,3	34,0	2,3	1.342,5
MS	10	2,5	01	1,3	11	240,4	2,6	7,0	0,5	247,4
MT	14	3,6	—	—	14	386,8	4,2	—	—	386,8
GO	29	7,3	02	2,5	31	681,3	7,5	27,0	1,8	708,3
BRASIL	394	100,0	79	100,0	473	9.125,2	100,0	1.514,0	100,0	10.639,2

FONTE: CENAL
Nota: (01) POSIÇÃO: 31.12.83

TABELA Nº 9

Distribuição da capacidade de produção de álcool no País por tipo de destilaria (1)

— milhões de litros/safra —

REGIÕES E U.F.	Destilarias Anexas		Destilarias Autônomas		Total (2)	
	Nº	Cap. de Produção	Nº	Cap. de Produção	Nº	Cap. de Produção
NORTE	01	5,4	04	82,2	05	87,6
RO	—	—	01	18,3	01	18,3
AM	—	—	02	42,6	02	42,6
PA	01	5,4	01	21,3	02	26,7
NORDESTE	72	1.149,8	44	1.032,1	116	2.181,9
MA	01	20,9	02	47,6	03	68,5
PI	01	1,2	01	27,0	02	28,2
CE	02	25,2	02	37,5	04	62,7
RN	03	38,5	04	90,1	07	128,6
PB	04	52,6	10	213,7	14	266,3
AL	27	511,4	09	279,3	36	790,7
SE	02	18,0	01	16,2	03	34,2
BA	02	35,8	07	177,4	09	213,2
PE	30	446,2	08	143,3	38	589,5
SUDESTE	143	4.050,6	139	2.507,1	282	6.557,7
MG	11	177,2	28	482,2	39	659,4
ES	02	27,6	09	131,1	11	158,7
RJ	20	259,8	02	30,0	22	289,8
SP	110	3.586,0	100	1.863,8	210	5.449,8
SUL	09	173,6	38	714,3	47	887,9
PR	05	157,6	32	652,3	37	809,9
SC	03	13,0	04	40,7	07	53,7
RS	01	3,0	02	21,3	03	24,3
CENTRO/OESTE	03	64,5	53	1.278,0	56	1.342,5
MS	—	—	11	247,4	11	247,4
MT	01	13,5	13	373,3	14	386,8
GO	02	51,0	29	657,3	31	708,3
BRASIL	228	5.443,9	278	5.613,7	506	11.057,6

FONTE: CENAL

Notas: (1) Posição em: 31.12.83

(2) Capacidade de produção das unidades anteriores ao PROÁLCOOL e que não expandiram suas instalações adicionada à capacidade dos projetos enquadrados.

que exclusivo da cana-de-açúcar como matéria-prima, está sendo contornado não só porque o período de cultivo já foi bastante aumentado, como também porque as usinas já estão empregando um consórcio de matéria-primas, isto é, utiliza-se mais de um insumo agrícola aproveitando-se, mais racionalmente, o ciclo vegetativo de cada uma, o que permite que a usina funcione o ano inteiro.

A despeito da comprovada eficiência produtiva das grandes destilarias, evidenciada em seus parâmetros técnicos, operacionais e econômicos perfeitamente conhecidos e consolidados, é necessário uma avaliação das dificuldades que poderão advir da expansão do PROÁLCOOL baseado em usinas de médio e grande porte. Esta programação poderá defrontar-se com algumas adversidades como: os problemas fundiários e a expansão das áreas vizinhas às usinas existentes é, normalmente, problemática face ao comprometimento com outras culturas.

A implantação de uma rede de pequenas destilarias é compatível com os objetivos sócio-econômicos do PROÁLCOOL, uma vez que distribui a riqueza, fixa o homem no campo, expande a fronteira agrícola e gera economias de escala na produção industrial. Após verificar ser possível atingir as metas previstas pelo PROÁLCOOL, o Governo vem preconizando a auto-suficiência a nível regional para minimizar o custo dos transportes, sendo necessário que o álcool seja produzido mais próximo das regiões consumidoras.

São classificadas como minidestilarias as usinas produtoras com capacidade nominal entre 5.000 e 30.000 litros diários, podendo a unidade geradora estar agregada a uma propriedade agrícola média com uma gleba de 750 hectares para plantar a cana-de-açúcar ou mandioca. O principal destino do álcool produzido nessas destilarias é o abastecimento dos centros urbanos próximos, principalmente os mais afastados dos grandes centros distribuidores dos derivados de petróleo. As minidestilarias de álcool, para as quais já existe tecnologia comercial, são financiadas pe-

lo PROÁLCOOL que tem nos últimos meses conferido especial prioridade a essa faixa de projetos, pelo potencial que os mesmos podem representar para determinadas regiões do País.

São classificadas como microdestilarias as usinas produtoras com capacidade nominal igual ou inferior a 5.000 litros por dia. Sua finalidade está vinculada a decisão do Governo de promover a autonomia energética das fazendas e dos empreendimentos agroindustriais. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) está aperfeiçoando seus protótipos de microdestilarias. No caso de se instalar uma microdestilaria dentro de uma propriedade agrícola pequena, o seu custo final não será muito grande e atenderá as necessidades locais de energia. Essas destilarias ainda não estão sendo financiadas pelo PROÁLCOOL. A posição atual do MIC é a de continuar acompanhando o desenvolvimento desses projetos antes de tomar uma decisão final.

A madeira e o carvão vegetal - Considerando a atual situação energética brasileira, a madeira ocupa um lugar de destaque como fonte de energia, pois o Brasil possui um imenso território, tem grande luminosidade, tem clima e solo favoráveis e um extraordinário potencial em florestas avaliado em 390 milhões de hectares.

O MEB prevê o uso da madeira e do carvão vegetal como a principal alternativa para substituir o óleo combustível e tem como meta substituir 24% desse óleo em 1985, o que equivaleria a uma economia de 120 mil barris equivalentes de petróleo por dia (bep/d).

A lenha sempre foi uma fonte energética tradicional no Brasil e chegou a representar cerca de 50% do total de energia consumida, mas esse percentual vem caindo gradativamente, representando em 1982 um valor igual a 16,1% do total (3). Em 1982 o País consumiu 123,1 milhões de toneladas de lenha e desse total só 34,7 milhões de toneladas foram transformadas em carvão vege-

tal e usadas na geração termelétrica (4). O poder calorífico do carvão vegetal é de 6.800 kcal/kg.

As siderúrgicas de Minas Gerais como Belgo Mineira, Acesita e Manesmann produzem o gusa a partir do carvão vegetal.

Existem cerca de 210 usinas diesel-elétricas operando na região amazônica com potência variando de 25 a 3.000 kW. O MME vem promovendo, junto as concessionárias de energia elétrica da região, a implantação de usinas termelétricas acionadas a lenha, já que existe tecnologia apropriada para esse aproveitamento.

A Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) está desenvolvendo uma alternativa energética para substituir o óleo combustível utilizado no processo de obtenção de pelota de minério de ferro, que consta da adição de finos de carvão vegetal ao minério. É possível o uso de 1,5% de carvão vegetal, o que dá uma redução de 27% no consumo de óleo combustível.

Da madeira, além do aproveitamento pela queima direta e carbonização, pode-se obter gases combustíveis e combustíveis líquidos através dos seguintes processos:

- gaseificação é um processo pelo qual a madeira, o carvão vegetal, os resíduos agrícolas ou florestais são transformados em gás por decomposição térmica em um gaseificador utilizável para alimentar caldeiras ou movimentar turbinas. Comparando-se com a queima direta do combustível sólido, o gás é de utilização menos onerosa no que se refere à modificações dos equipamentos já existentes, mas é um sistema de conversão complexo, especialmente quando são necessários gaseificadores de grande porte;

- hidrólise já foi visto anteriormente quando se tratou da madeira como matéria-prima para a obtenção do etanol;

- combustão direta é o processo mais simples de transformação da madeira em energia;

- carbonização é o processo que transforma a madeira em carvão vegetal. Até agora a sua maior aplicação é como termo-redu -

tor na siderurgia. Deverá, a curto prazo, ocupar considerável espaço como substituto do óleo combustível no setor industrial. A sua utilização em larga escala depende da superação de obstáculos como o uso de uma melhor tecnologia no processo de carbonização.

A participação do carvão vegetal no total da energia consumida no País praticamente não se alterou nos últimos anos, permanecendo em torno de 2,6%.

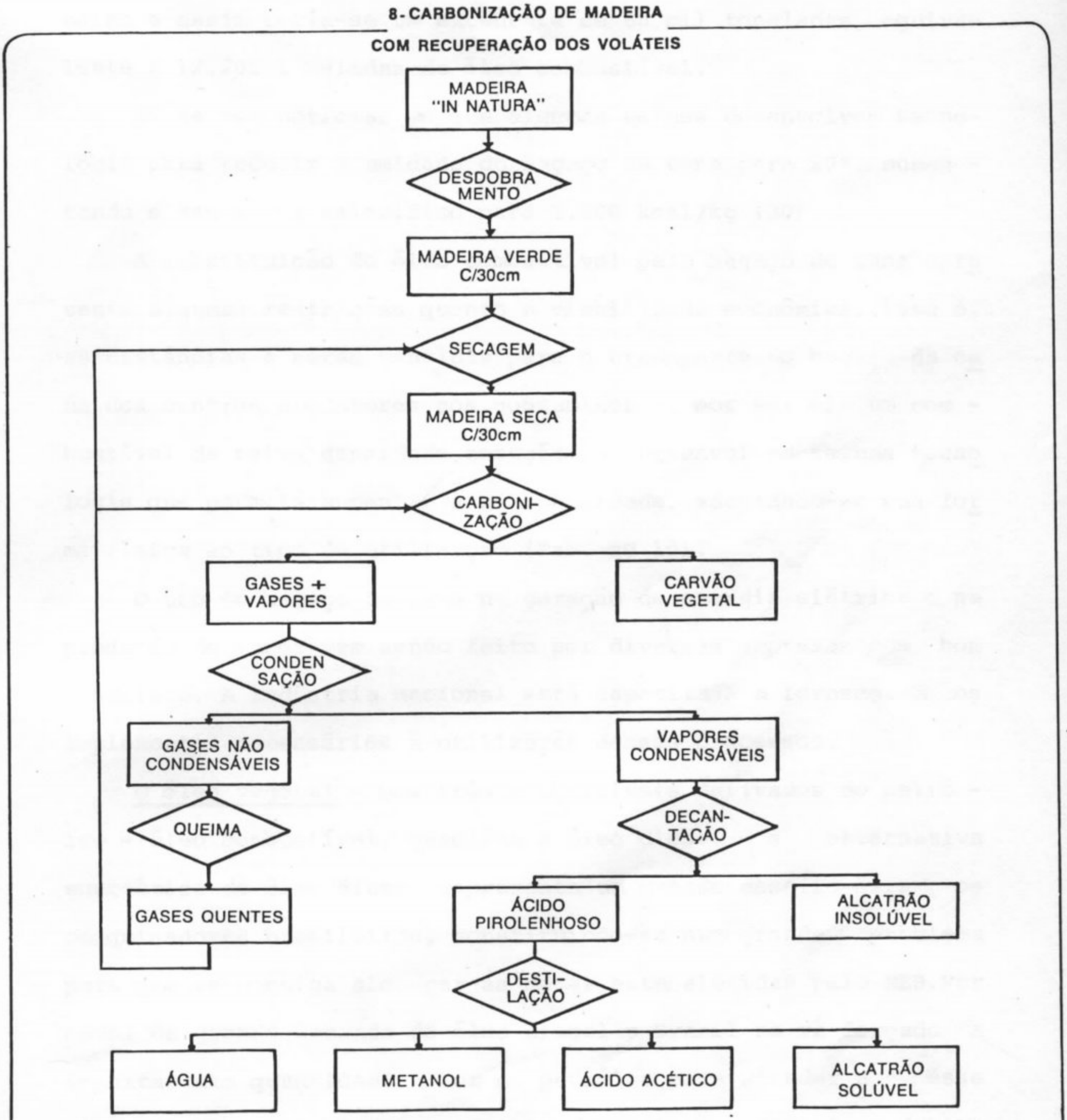
A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) está desenvolvendo vários projetos na área do carvão vegetal buscando tecnologia para a recuperação dos voláteis e não condensáveis (Fig. nº 6). O alcatrão produzido pelo processo é um possível substituto do óleo combustível, com a vantagem de ser um energético limpo, líquido e praticamente isento de cinza e enxofre.

Para atenuar os principais problemas existentes na atual técnica de carbonização em fornos convencionais e, procurando melhorar seu rendimento, o MME apoia projeto da CETEC visando desenvolver, em escala piloto, uma retorta horizontal ou forno tipo "túnel". O processo só estará disponível após 1985 quando permitirá a obtenção de um carvão de melhor qualidade, além de otimizar as condições de recuperação dos voláteis.

O bagaço da cana-de-açúcar como combustível - Como é um dos principais resíduos da fabricação do açúcar e do álcool, o bagaço da cana, que tem um poder calorífico de 1.700 kcal/kg com 50% de umidade, tem um grande potencial de aplicação como combustível, uma vez que a produção de álcool vem crescendo nos últimos anos. De acordo com o BEN, essa biomassa vem tendo uma participação crescente no consumo global de energia do País, passando de 3,6% em 1976 para 6,0% em 1982 (3).

Com a tecnologia disponível e com os estudos que estão sendo realizados, pode-se antever que, em breve, o bagaço de cana poderá representar muito como fonte alternativa de energia e a-

FIGURA Nº 6



Fonte: Ministério das Minas e Energia

presentar grande lucro para os produtores de álcool.

Considerando uma destilaria autônoma de álcool com uma capacidade de 110 mil litros de álcool por dia, adequadamente projetada e operada, ela gerará 170 mil toneladas de bagaço de cana com 50% de umidade. Desse total 60% são consumidos pela própria usina e assim ter-se-ía um excedente de 68 mil toneladas, equivalente a 12.200 toneladas de óleo combustível.

Já se tem notícias de que algumas usinas desenvolvem tecnologia para reduzir a umidade do bagaço de cana para 20%, aumentando o seu poder calorífico para 3.200 kcal/kg (30).

A substituição do óleo combustível pelo bagaço de cana apresenta algumas restrições quanto a viabilidade econômica, isto é, as distâncias a serem vencidas para o transporte do bagaço de cana dos centros produtores aos consumidores, por ser ele um combustível de baixa densidade energética. Desenvolveu-se uma tecnologia que permite aumentar a sua densidade, adaptando-se sua forma física ao tipo de utilização (Tab. nº 10).

O uso do bagaço de cana na geração de energia elétrica e na produção de vapor vem sendo feito por diversas empresas com bom resultado. A indústria nacional está capacitada a fornecer os implementos necessários à utilização desses processos.

O óleo vegetal - Dos três combustíveis derivados do petróleo - óleo combustível, gasolina e óleo diesel - a alternativa energética do óleo diesel representa um grande desafio para os pesquisadores brasileiros, constituindo-se num grande problema para que se consiga alcançar as metas estabelecidas pelo MEB.Por causa da grande demanda do óleo diesel o Brasil se vê forçado a importar uma quantidade maior de petróleo para atender a esse consumo, o que resulta num aumento dos estoques de outros derivados. Só o transporte rodoviário e o uso em operações agrícolas consomem 75% de todo o óleo diesel gasto no País (3).

O Programa Nacional de Óleo (PROÓLEO) é um programa voltado

TABELA Nº 10

DISTÂNCIA PERCORRIDA COM CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EQUIVALENTE A 5% DAS CALORIAS TRANSPORTADAS

Veículo Transportador	Combustível	Carga		Distância Percorrida com Consumo de Combustível Equivalente a 5% das Calorias Contidas na Carga						
		Umidade %	Beneficiamento	100 km	200 km	300 km	400 km	500 km	600 km	
Caminhão 12 t	óleo Diesel	50	in natura	111 km						
		30	s/compact.	175						
		50	enfardado	195						
		20	enfardado	352						
		12	briquetado	395						
		15	peletizado	365						
	gasolina	50	in natura	79 km						
		30	s/compact.	124						
		50	enfardado	138						
		20	enfardado	250						
		12	briquetado	280						
		15	peletizado	259						
	álcool	50	in natura	93 km						
		30	s/compact.	146						
		50	enfardado	162						
		20	enfardado	294						
		12	briquetado	329						
		15	peletizado	305						
	gás gasogênio	50	in natura	70 km						
		30	s/compact.	110						
		50	enfardado	122						
		20	enfardado	222						
		12	briquetado	248						
		15	peletizado	230						
Carreta 24 t	óleo Diesel	50	in natura	161 km						
		30	s/compact.	248						
		50	enfardado	294						
		20	enfardado	535						
		12	briquetado	607						
		15	peletizado	575						
	gasolina	50	in natura	114 km						
		30	s/compact.	176						
		50	enfardado	209						
		20	enfardado	379						
		12	briquetado	429						
		15	peletizado	406						
	álcool	50	in natura	133 km						
		30	s/compact.	205						
		50	enfardado	242						
		20	enfardado	441						
		12	briquetado	501						
		15	peletizado	474						
	gás gasogênio	50	in natura	102 km						
		30	s/compact.	157						
		50	enfardado	185						
		20	enfardado	337						
		12	briquetado	382						
		15	peletizado	363						

Fonte: Ministério das Minas e Energia

para a biomassa como fonte energética, e que busca nos óleos vegetais o combustível para a substituição parcial do óleo diesel na proporção de 15%. O MEB prevê essa solução para médio prazo e ainda, como alternativa para minimizar o problema, a mistura da gasolina ao óleo diesel e a substituição dos motores Diesel pelos de ciclo Otto para se utilizar o álcool.

O Centro de Pesquisas da PETROBRÁS (CENPES) iniciou em 1980 um programa de trabalho visando avaliar a utilização de óleos vegetais como combustível alternativo para motores Diesel.Os óleos usados nos estudos foram: soja, colza, dendê, amendoim, babaçu e girassol. Os que apresentaram melhor rendimento foram os óleos de dendê e de soja. Em uma mistura de 10% em volume dos referidos óleos eles apresentaram resultados que permitem visualizar a substituição parcial do óleo diesel a curto prazo. Quando se testou os óleos vegetais puros nos motores Diesel verificou-se que o rendimento do motor caia e que deixavam uma elevada taxa de resíduo. Para contornar esses inconvenientes verificou-se ser necessário alterar a estrutura molecular desses óleos. Os processos de modificação, que só estarão disponíveis após 1985, são os seguintes:

- transesterificação alcoólica é um processo simples resultante de uma reação química que tem como produto uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme o agente usado. Já foi bastante pesquisado e os testes se mostram muito promissores. O óleo obtido apresenta características semelhantes ao óleo diesel. Os testes de plena carga em motores de veículos realizados pelo CENPES indicaram uma redução de 4% na potência e um aumento de consumo de 12% em relação ao óleo diesel;

- o craqueamento térmico se caracteriza pela decomposição do óleo vegetal em glicerol e ácido graxo pelo emprego de altas temperaturas. O ácido graxo apresenta viscosidade semelhante a do óleo diesel e, após tratamento específico, dá um combustível

capaz de substituir o óleo diesel (Fig. nº 7); e

- o craqueamento catalítico que usa um catalizador para provocar a quebra das moléculas. Nesse processo o óleo vegetal se descarboniza eliminando oxigênio e gerando hidrocarbonetos, monóxido de carbono e água. O processo foi desenvolvido em escala de bancada e agora vai ser testado em planta piloto. A energia contida nos gases gerados no processo é suficiente para cobrir as necessidades energéticas da planta (Fig. nº 8).

Quando o País dominar essas tecnologias pode-se dizer que o PROÓLEO tomará o impulso necessário para a sua efetiva implantação. Nessa ocasião, a agricultura terá que participar efetivamente. O Programa Nacional de Pesquisa de Energia (PNPE), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), diz ser possível, a curto prazo, aumentar a oferta de óleo vegetal em cerca de 1 bilhão de litros/ano através do plantio de colza, girassol e amendoim. Segundo pesquisas da equipe do PNPE, o dendê deve merecer atenção, não só pelas suas características mas também pelas amplas possibilidades de cultivo em larga escala no sul da Bahia e na Amazônia, além de poder ser produzido o ano inteiro e ter uma alta produtividade, isto é, 6 t/ha.

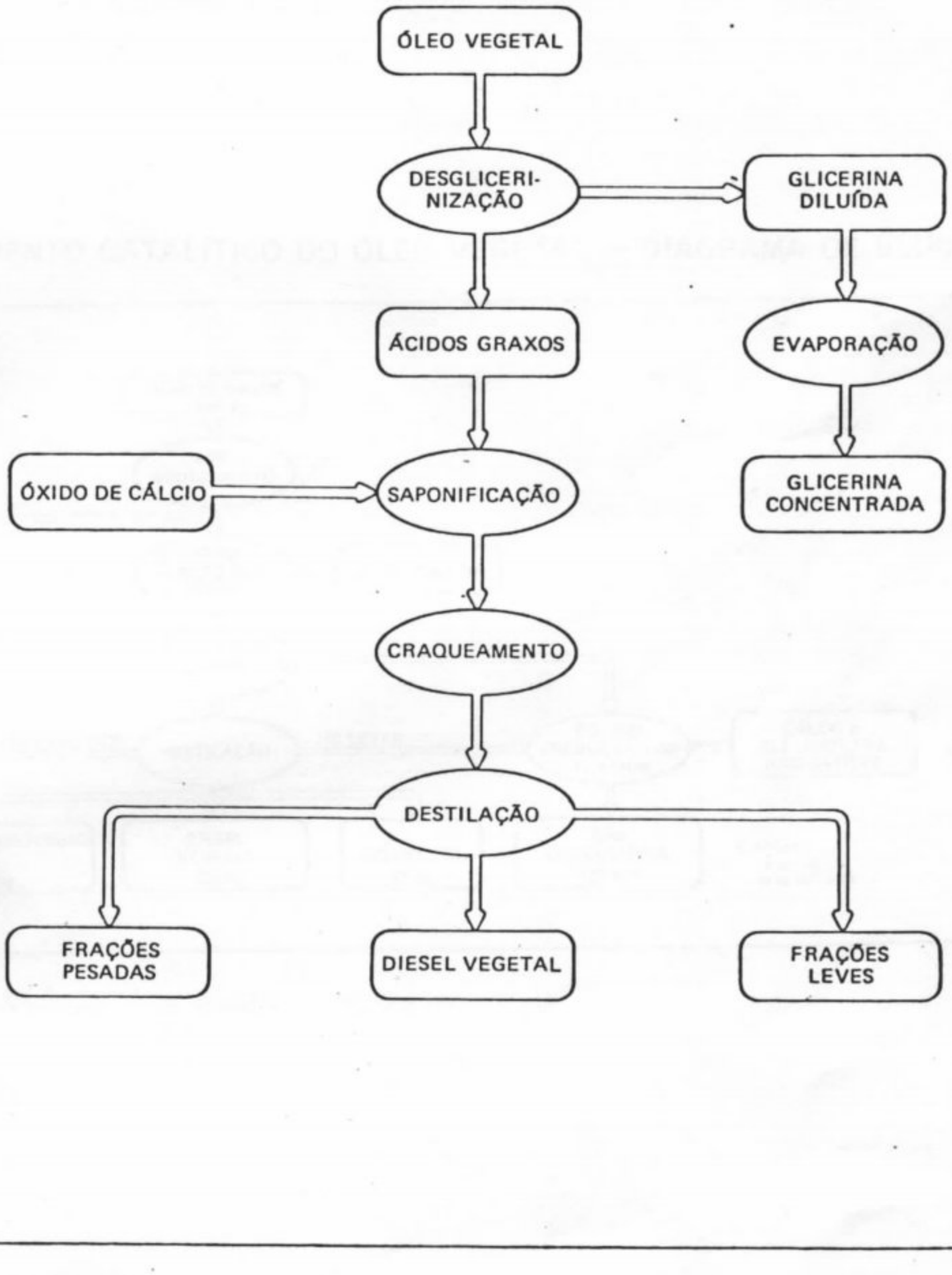
Biogás - Os resíduos orgânicos já participam do BEN através dos auto produtores de energia elétrica em substituição ao óleo combustível e em indústrias de papel e celulose. Os principais problemas residem na disponibilidade e concentração dos resíduos orgânicos. As técnicas usadas são: digestores anaeróbicos, combustão direta, gaseificação e carbonização.

Os biodigestores já são bem conhecidos no meio rural. O MME está tentanto usar esta técnologia para aproveitar os resíduos industriais e urbanos. Dentre os resíduos industriais destaca-se o vinhoto pela sua grande quantidade.

Encontram-se em andamento alguns projetos visando desenvolver tecnologia para aproveitar o vinhoto através da biodigestão.

FIGURA Nº 7

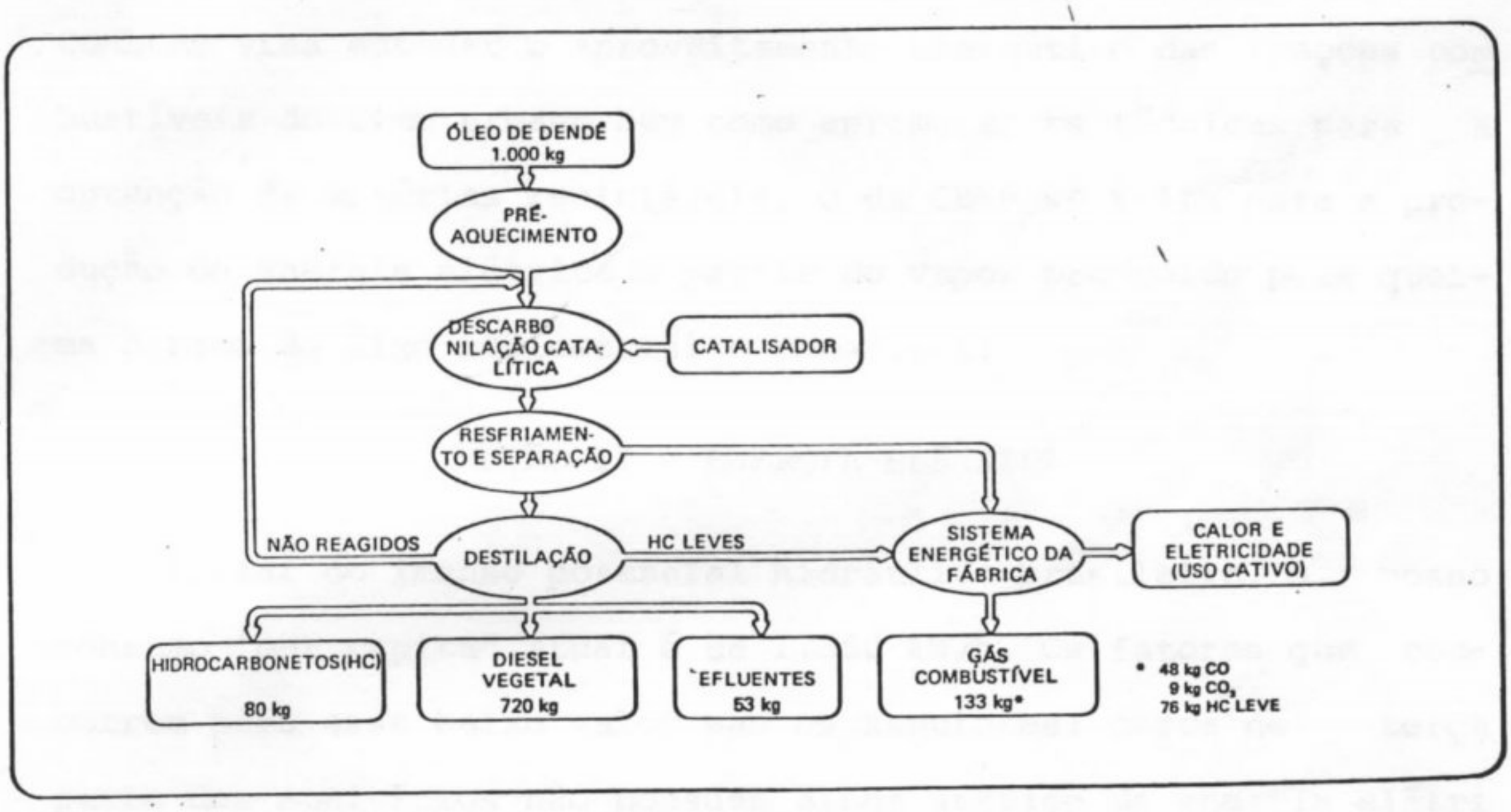
CRAQUEAMENTO TÉRMICO – DIAGRAMA DE BLOCOS



Fonte: Ministério das Minas e Energia

FIGURA Nº 8

CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DO ÓLEO VEGETAL – DIAGRAMA DE BLOCOS



Fonte: Ministério das Minas e Energia

Nas usinas de Cacuia e de Curvelo pode-se prever a substituição imediata de parte do óleo combustível consumido nas caldeiras por biogás proveniente da digestão anaeróbica.

Quanto aos resíduos urbanos existem várias tecnologias viáveis para o aproveitamento dos resíduos sólidos (Fig. nº 9). Além dessas formas de uso, as frações combustíveis de lixo podem ser associadas a outros combustíveis sólidos, como a lenha e o carvão, na queima direta em caldeiras de baixa ou média pressão. Entre os projetos que visam a combustão direta dos resíduos sólidos destacam-se os elaborados pela Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileira com a Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (CAEEB/COMLURB) e pela CESP. O da CAEEB/COMLURB visa estudar o aproveitamento energético das frações combustíveis do lixo urbano bem como aprimorar as técnicas para a obtenção de matérias recicláveis. O da CESP se volta para a produção de energia elétrica a partir do vapor produzido pela queima direta do lixo residencial e comercial.

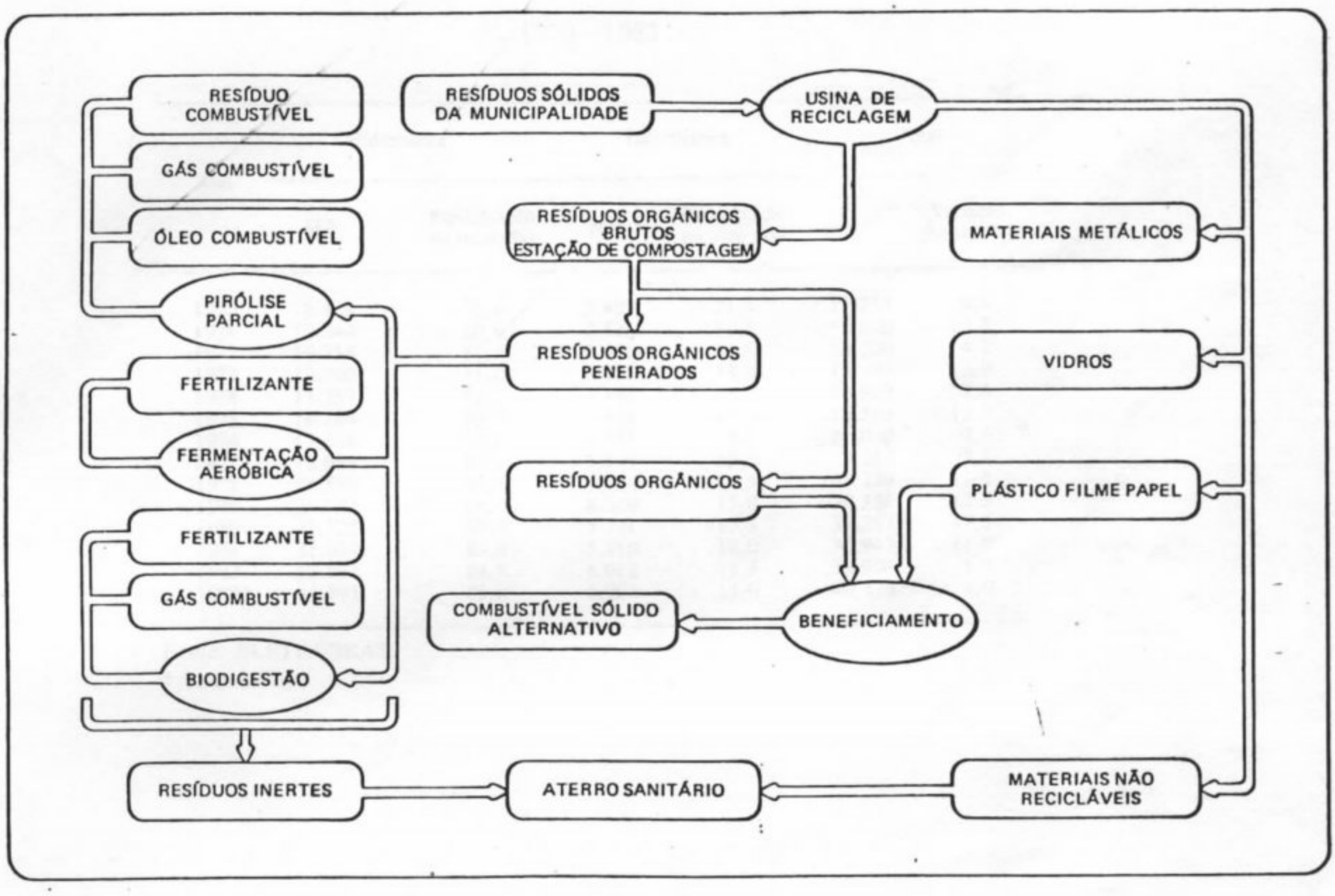
SEÇÃO II - ENERGIA ELÉTRICA

Apesar do imenso potencial hidráulico brasileiro, o nosso consumo "per capita" atual é de 1.350 kW/h. Os fatores que concorrem para esse baixo valor são os seguintes: cerca de terça parte dos municípios não possuem ainda serviço de energia elétrica, o transporte não é suficientemente eletrificado e a indústria, que é o grande consumidor, está se adaptando à nova situação energética, isto é, substituindo o petróleo pela energia elétrica. O Brasil possui atualmente cerca de 40.500 MW de capacidade instalada de energia elétrica a qual, apesar das grandes usinas hidrelétricas recentemente inauguradas, ainda é pequena em relação ao nosso potencial hidrelétrico (Tab. nº 11).

Há várias maneiras de se usar a energia elétrica em substituição a outras formas de energia, tais como:

FIGURA Nº 9

APROVEITAMENTO DO LIXO URBANO



Fonte: Ministério das Minas e Energia

TABELA Nº 11

Evolução da Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica

1970—1983

Ano	Hidrelétrica		Termelétrica		Total	
	MW	Participação no total (%)	MW	Participação no total (%)	MW	Variação Anual (%)
1970	8.828	78,6	2.405	21,4	11.233	9,5
1971	10.244	80,9	2.426	19,1	12.670	12,8
1972	10.756	81,4	2.450	18,6	13.206	4,2
1973	12.500	81,0	2.936	19,0	15.436	16,9
1974	13.757	81,3	3.162	18,7	16.919	9,6
1975	16.184	82,7	3.385	17,3	19.569	15,7
1976	17.675	83,9	3.385	16,1	21.060	7,6
1977	19.038	84,1	3.599	15,9	22.637	7,5
1978	21.575	85,5	3.654	14,5	25.229	11,5
1979	24.137	85,0	4.249	15,0	28.386	12,5
1980	27.522	82,7	5.771	17,3	33.293	17,3
1981	31.037	84,0	5.910	16,0	36.947	11,0
1982	32.892	84,5	6.012	15,5	38.904	5,3
1983•	34.395	85,0	6.084	15,0	40,479	4,0

Fonte: ELETROBRÁS.

• Estimativas

- substituição de geração diesel por geração hidráulica;

- eletrificação dos transportes coletivos urbano e suburbano;

- eletrificação das ferrovias;

- geração de calor por meio de eletricidade para substituir o óleo combustível; e

- substituição da geração termelétrica de óleo combustível por geração termelétrica de carvão a vapor.

A previsão para 1985 é que os quatro primeiros itens acima expostos correspondam a uma economia de 60.0000 bep/d.

Além dessa demanda possível, existe a necessidade de ampliação dos serviços de energia elétrica para atender a uma maior população e a uma previsível expansão industrial.

A estratégia de ação para a energia elétrica deverá visar: gerar energia elétrica a partir de fontes primárias nacionais com prioridade para a energia hidráulica, aumentar ao máximo o uso de energia elétrica, como forma de energia secundária, de modo a elevar a participação geradora de energia primária de 31% em 1979 para 40% em 1985 e cerca de 45% no ano 2000 usando-se a energia hidráulica, a nuclear e o carvão, possibilitar a interligação dos sistemas elétricos, estender os serviços de eletricidade às populações carentes e desenvolver programas de eletrificação rural integrados ao programa de desenvolvimento agrícola(4).

Tendo em vista a necessidade de atender as prioridades estabelecidas pelo MEB, a ELETROBRÁS elaborou, em 1979, o Plano de Atendimento dos Requisitos de Energia Elétrica até 1995 (Plano 95). Este plano previa uma capacidade instalada de 77.477 MW (Tab. nº 12). Após a divulgação deste plano, importantes fatos ocorreram no período 1979/81 que tornaram necessários atualizar o referido plano. Entre esses fatos pode-se citar:

- definição governamental com relação ao aproveitamento do carvão mineral brasileiro em substituição ao óleo combustível;

TABELA Nº 12

EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA - MW
1978 - 1990

ITEM	ACRÉSCIMOS ANUAIS DE CAPACIDADE						CAPACIDADE INSTALADA		
	Programa em Andamento			Novas Obras (2)					
ANO	Hidro	Termo	Total	Hidro	Termo	Total	Hidro	Termo	Total
1978 (1)	-	-	-	-	-	-	21.575	3.654	25.229
1979	2.559	678	3.237	-	-	-	24.134	4.332	28.466
1980	3.147	754	3.901	-	-	-	27.265(3)	5.086	32.351
1981	4.886	84	4.970	-	-	-	32.151	5.170	37.321
1982	976	5	981	-	-	-	33.097(4)	5.175	38.272
1983	2.530	165	2.695	340	60	400	35.967	5.400	41.367
1984	3.390	160	3.550	880	-	880	40.237	5.560	45.797
1985	2.890	-	2.890	355	-	355	43.482	5.560	49.042
1986	1.730	1.245	2.975	3.503	-	3.503	48.715	6.805	55.520
1987	700	1.245	1.945	3.632	320	3.952	53.047	8.370	61.417
1988	-	-	-	3.080	-	3.080	56.127	8.370	64.497
1989	-	-	-	2.825	-	2.825	58.952	8.370	67.322
1990	-	-	-	3.855	-	3.855	62.807	8.370	71.177
79 - 90									
S.Interligados	22.808	4.231	27.039	18.085	320	18.405	-	-	-
1/2 Itaipu (Par)	6.300	-	6.300	-	-	-	6.300	-	6.300
S. Isolados	-	105	105	385	60	445	-	-	-
TOTAL	29.108	4.336	33.444	18.470	380	18.850	69.107	8.370	77.477

(1) *Existente em 31.12.78*

(2) *Inclui 445 MW estimados para os Sistemas Isolados da Amazônia que não estão explicitados no Programa Recomendado neste relatório.*

(3) *Considerada desativação da UHE Salto Grande do Iguaçu (16 MW)*

(4) *Considerada desativação da UHE Avanhandava (30 MW)*

Fonte: ELETROBRÁS.

- definição do Governo de que deverá haver um programa de expansão das usinas termelétricas a carvão;

- alongamento do cronograma de construção de algumas usinas hidrelétricas; e

- a nova realidade brasileira.

Foi determinado à ELETROBRÁS que procedesse a revisão do Plano 95 e assim foi elaborado o Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o ano 2000 (Plano 2000). Este plano atualizou as taxas de crescimento do mercado de energia elétrica e estabeleceu como meta uma capacidade instalada de energia elétrica de 82.500 MW, contando com quatro usinas termelétricas e cinco termonucleares.

Segundo dados bem recentes, o crescimento da demanda de energia elétrica está aumentando mais do que se esperava. No período de janeiro a abril de 1984 o crescimento foi de 12,9%(10).

Energia Hidráulica - O potencial hidrelétrico brasileiro tem evoluído gradativamente, tornando-se cada vez mais preciso à medida que informações sobre as características físicas das bacias hidrográficas vão se tornando disponíveis. Os últimos valores indicam que ele está avaliado em 106.570 MW, valor que poderá garantir uma produção de 933 TWh/ano, mesmo na situação hidrológica mais desfavorável. Essa energia equivale a 5,6 milhões de bep/d. Em termos de potência instalada essa energia firme corresponde a 213.000 MW com um fator de potência de 50% (Tab. nº 13).

Pode-se verificar que 62,4% do potencial hídrico brasileiro já foi levantado e que 90 projetos, de um total de 3.423, são responsáveis por cerca de 65% do aproveitamento total (Tab. nº 14).

Dentre os grandes projetos pode-se destacar a Usina Hidrelétrica de Itaipu, no Rio Paraná, que ao término da obra terá uma potência instalada de 12.600 MW, dos quais 50% pertencem ao Brasil (trata-se da maior hidrelétrica do mundo) e o da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Rio Tocantins, que será a maior do Bra-

TABELA Nº 13

POTENCIAL HIDRELÉTRICO DO BRASIL —
Energia Firme em MWano

Região	Bacia	Inventariado	Estimado		Total
			Individualizado	Remanescente	
Norte-Centro-Oeste	Amazonas	12143	19481	4539	36163
	— Margem esquerda	2573	3199	1998	7770
	— Margem direita	9570	16282	2541	28393
	• Xingu	9500	66	888	10454
	• Tapajós	—	8582	1028	9610
	• Madeira	60	7495	615	8170
	• Demais	10	139	10	159
	Tocantins	10768	1295	597	12660
	Atlântico Norte	10	350	125	485
	Atlântico Nordeste	—	55	6	61
	Total	22921	21181	5267	49369
Nordeste	Atlântico Nordeste	217	164	—	381
	São Francisco	6420	132	—	6552
	Atlântico Leste	318	52	—	370
	Total	6955	348	—	7303
Sudeste Centro-Oeste	São Francisco	1227	810	561	2598
	Atlântico Leste	4237	1378	671	6286
	Paraná	13044	1699	1087	15830
	Atlântico Sudeste	601	100	69	770
	Total	19109	3987	2388	25484
Sul	Paraná	10713	1222	1265	13200
	Uruguai	5908	1219	149	7276
	Atlântico Sudeste	864	2107	967	3938
	Total	17485	4548	2381	24414
Total do Brasil		66470	30064	10036	106570

Fonte: ELETROBRÁS

TABELA Nº 14

APROVEITAMENTOS ENERGÉTICOS

QUEDA BRUTA (m)	ITEM	CAPACIDADE INSTALADA – MW			
		0 a 40	41 a 400	> 400	TOTAL
0 a 10	Nº de aprov.	240	6	–	246
11 a 30	Nº de aprov.	1.601	105	17	1.723
31 a 50	Nº de aprov.	652	99	16	767
51 a 100	Nº de aprov.	424	145	41	610
> 100	Nº de aprov.	97	54	16	167
TOTAL	Nº de aprov.	3.014	409	90	3.513
	MWano	12.951	24.807	68.812	106.570

Fonte: ELETROBRÁS

sil, com uma potência instalada de 8.000 MW.

O nosso potencial hídrico não se encontra bem distribuido pelo território nacional tendo em vista as necessidades de demanda regionais (Fig. nº 10). Assim, é necessário fazer interligações entre os centros produtores e consumidores. Já existem interligações dos sistemas sul-sudeste e norte-nordeste de modo a compensar esta falta. Há previsão para a interligação do potencial existente na Bacia Amazônica com os consumidores das regiões sudeste e nordeste (Fig. nº 11). O Plano 2000 prevê com mais destalhes essa distribuição da energia (Fig. nº 12).

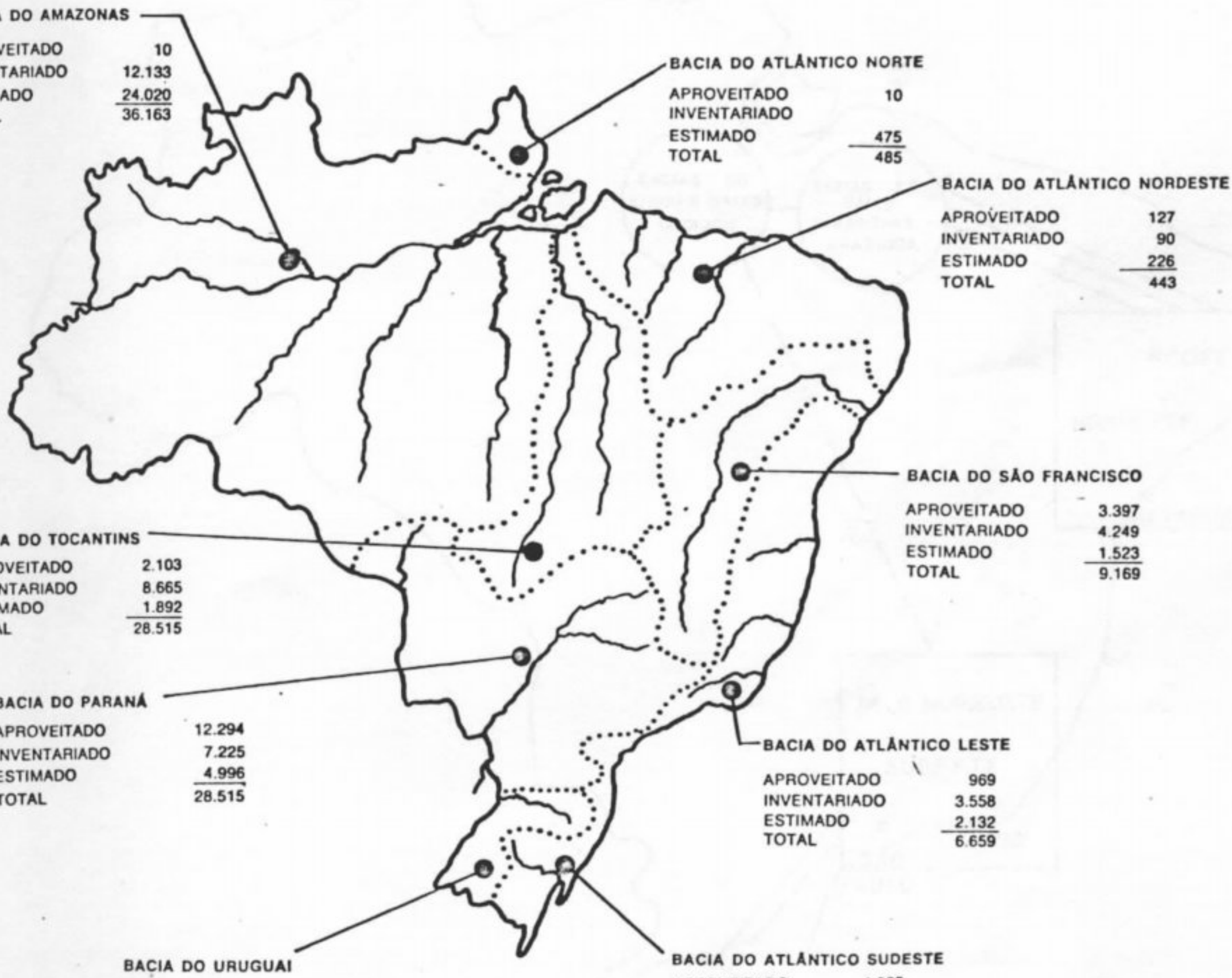
Antigamente, como as distâncias eram pequenas, as linhas de transmissão usadas eram de 230 kV. Com o crescimento das distâncias dessas linhas a energia elétrica passou a ser transmitida em 500 kV e posteriormente em 750 kV. A Usina de Itaipu usará para transmissão de sua energia para a região sudeste três circuitos de corrente alternada de 750 kV e dois de corrente contínua de ± 600 kV, numa experiência pioneira da qual o Brasil pretende adquirir conhecimentos por transferência de tecnologia.

Outro recurso possível para aumentar o potencial elétrico de determinada região é aquele que utiliza usinas hidrelétricas reversíveis, ou seja, usinas que podem operar como geradora de energia elétrica ou como bomba, quando usam a energia elétrica para elevar a água do lago inferior para o superior através de uma canalização que liga os dois reservatórios. Existe uma perda de energia nesse bombeamento, mas se for levado em conta que a água posta fora não geraria nada, a operação pode ser considerada econômica.

Em áreas como a Amazônia e a região Centro-Oeste existem alguns sistemas isolados que são supridos exclusivamente por usinas termelétricas a vapor ou grupo diesel. Nessas áreas existem estudos para desenvolver usinas de baixa queda, já que o uso de conexões através de grandes linhas de transmissão ainda não é e-

FIGURA Nº 10

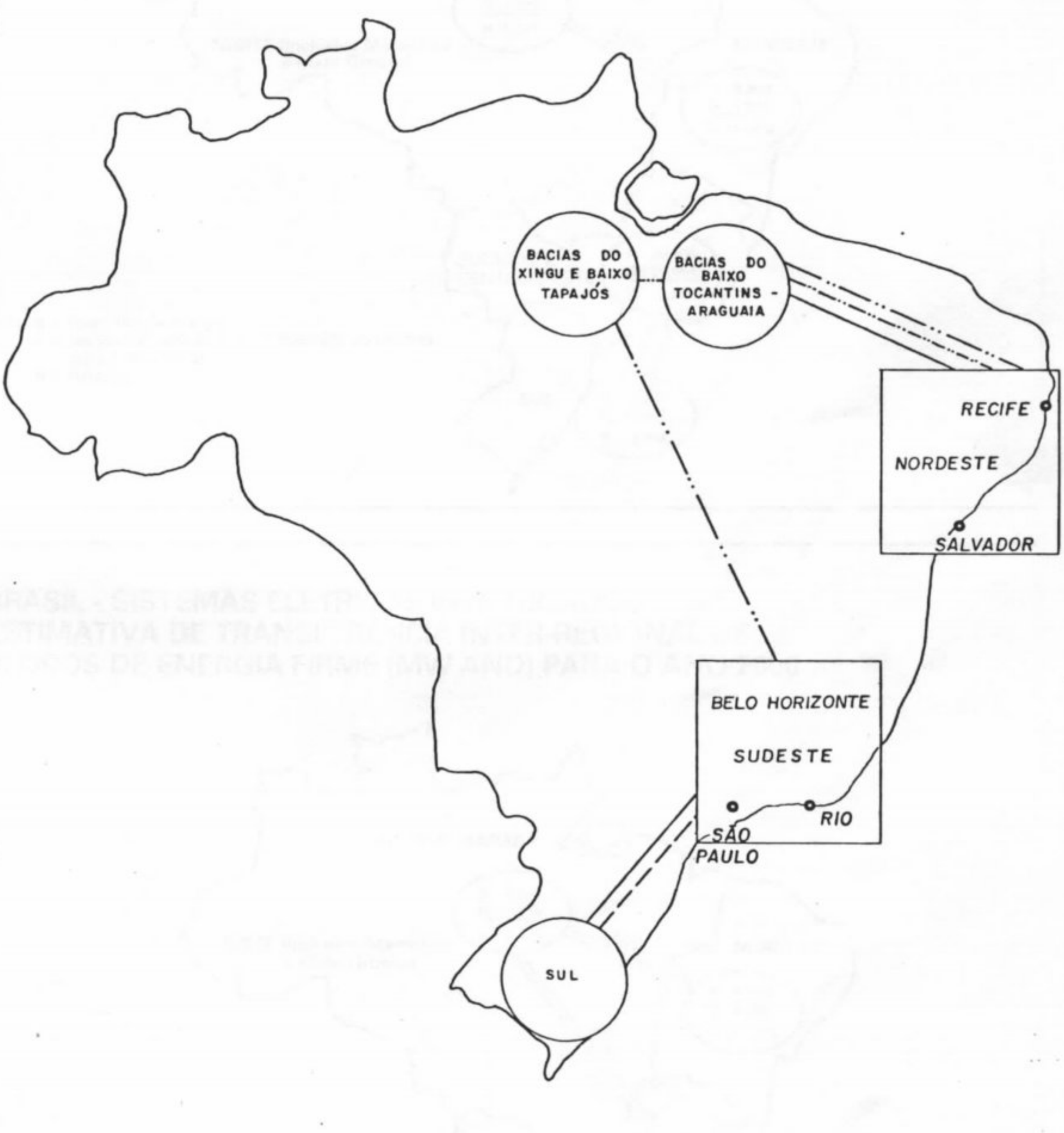
5 - POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO - MW MÉDIOS



Fonte:
ELETROBRÁS

FIGURA Nº 11

BRASIL - DESENVOLVIMENTO DAS INTERLIGAÇÕES REGIONAIS DE GRANDE PORTE



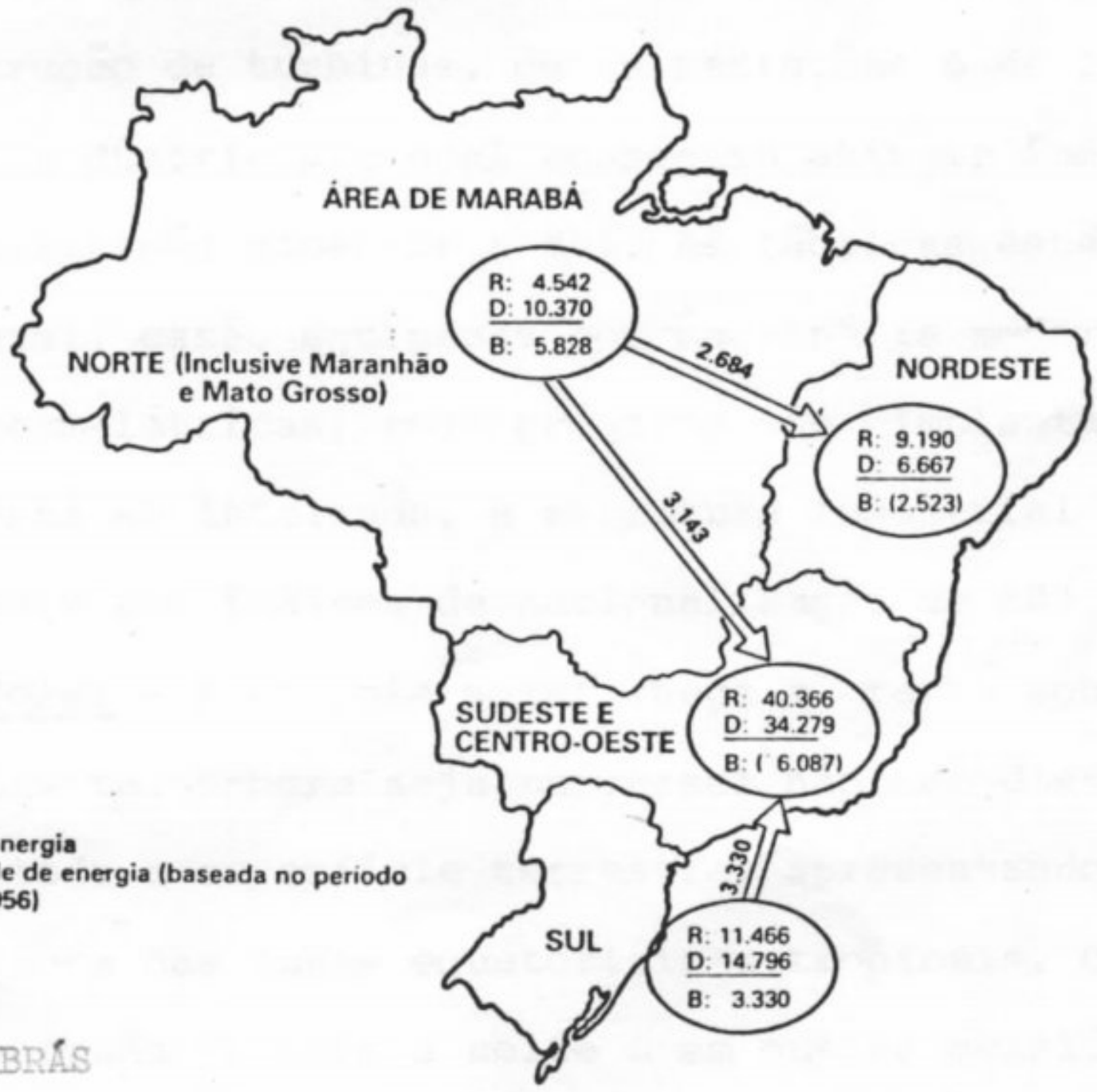
Fonte: ELETROBRÁS

FIGURA Nº 12

BRASIL - SISTEMAS ELÉTRICOS INTERLIGADOS ESTIMATIVA DE TRANSFERÊNCIA INTER-REGIONAL DE BLOCOS DE ENERGIA FIRME (MW ANO) PARA O ANO 1995

NOTA: R = Requisito de energia
D = Disponibilidade de energia (baseada no periodo critico 1952-1955)
B = Balanço

BRASIL - SISTEMAS ELÉTRICOS INTERLIGADOS ESTIMATIVA DE TRANSFERÊNCIA INTER-REGIONAL DE BLOCOS DE ENERGIA FIRME (MW ANO) PARA O ANO 2000



NOTA: R = Requisito de energia
D = Disponibilidade de energia (baseada no periodo crítico 1951-1956)
B = Balanço

Fonte: ELETROBRÁS

conômico por causa da pequena demanda. O aproveitamento do potencial das baixas quedas está dirigido para a conversão de sua energia hidráulica em eletricidade. Os estudos envolvem a busca de tecnologia no sentido de viabilizar técnica e economicamente esta conversão. Essas usinas devem ter um potencial instalado de 10 MW.

A ELETROBRÁS está orientando um Grupo de Trabalho que deverá elaborar um Programa Nacional de Pesquisa de Pequenas Centrais Hidrelétricas. As razões que fundamentaram a elaboração do trabalho foram:

- as características geológicas e topográficas favoráveis à instalação dessas pequenas usinas;

- o domínio tecnológico da empresa nacional para a construção dessas pequenas centrais;

- tecnologia de construção e de operação a baixo custo;

- a geração hidrelétrica de baixo custo em substituição à geração elétrica usando derivados de petróleo; e

- o atendimento de energia elétrica a pequenos núcleos populacionais e pequenos empreendimentos rurais.

Apesar de todas as dificuldades encontradas pela engenharia civil na construção de turbinas, de subestações e de linhas de transmissão, a indústria nacional conseguiu atingir índices médios de nacionalização superior a 85%. As fábricas estão bem montadas e, em geral, estão equipadas com maquinária moderna. Quanto às usinas termelétricas, cujo programa de implantação em maior escala está se iniciando, a estrutura industrial ainda se apresenta carente com índices de nacionalização de 50%.

Energia Solar - A energia solar chega a terra sob a forma de energia radiante. Embora seja universal não se distribui igualmente por toda a superfície terrestre, apresentando-se de forma mais intensa nas zonas equatoriais e tropicais. O sol não pode ser aproveitado durante a noite e em outras ocasiões é limi

tado por certas condições como nuvens, neve e chuva. Estas são limitações sérias, já que, até agora, ainda não se conseguiu armazenar grandes quantidades de energia. Também negativo é a sua baixa densidade energética, tendo em vista que nem toda a energia do sol pode ser captada,pois 30% é refletida, 47% é absorvida pela atmosfera e pela superfície da terra e dos oceanos e 23% geram o ciclo hidrológico. Já se sabe que o valor recebido equivale a 1 kW/m^2 logo, tendo em vista a inconstância,para (captar esse 1 kW seriam necessários cinco metros quadrados de área. O lado positivo dessa energia é que ela é limpa, abundante, inesgotável e que não exige mineração nem transporte.

Pode-se aproveitar a energia solar das seguintes maneiras:

- a conversão direta é feita por células solares que usam o efeito fotovoltaico. É por esse processo que se obtém a energia necessária as astronaves do programa espacial e é a melhor forma para uso em lugares remotos e de difícil acesso;

- a conversão em energia mecânica por meio de concentração dos raios solares é obtida usando-se espelhos parabólicos. O calor assim obtido atua como se fosse uma fornalha a carvão ou óleo que ferve a água e produz vapor. Exige boa radiação e necessita de constante e precisa orientação dos espelhos de captação o que implica em complicado mecanismo de difícil manutenção; e

- a conversão em energia mecânica sem concentração de raios solares é a que apresenta, no momento, o processo mais desenvolvido. Consiste no uso de coletores planos e fixos que captam a energia solar em forma de calor e transmitem esse calor à água que circula em tubos colocados abaixo da superfície do coletor.

Os programas de pesquisa estão entregues principalmente às Universidades da Paraíba e de Campinas.

Com base no atual estágio de desenvolvimento das pesquisas pode-se prever:

- uso a curto prazo: coletores solares para aquecimento de

água em residências, hospitais e hotéis; secagem de alimentos e modelos comerciais para aquecimento residencial;

- uso a médio prazo: bombas solares para abastecimento de água a pequenas localidades; para irrigação da lavoura e como destiladores de pequeno e médio porte; e

- uso a longo prazo: fornos solares para fins metalúrgico e geração de energia elétrica.

Os custos de produção dos equipamentos para média e alta temperaturas ainda são elevados. A dinamização do uso da energia solar em baixas temperaturas apresenta-se como a melhor aplicação a curto prazo. Os setores doméstico e hoteleiro devem ser incentivados para esta utilização da energia solar.

Energia Eólica - A energia solar produz os ventos que são mais dispersos do que a própria energia solar e só poderão ter aproveitamento eficiente com uma tecnologia diferente da atual.A força do vento vem sendo usada há vários séculos. Os moinhos de vento eram usados para bombear água e moer grãos. Só posteriormente passaram a gerar energia elétrica.

Segundo dados da ELETROBRÁS, o potencial de energia eólica é da ordem de 10^{16} kWh/ano e, mesmo que só se aproveitasse 1% desse valor, o Brasil receberia o equivalente a $2x10^{12}$ kWh/ano ou seja, quinze vezes o consumo verificado no Brasil em 1982 (35).

O grande uso da energia eólica no Brasil é na zona rural, onde os moinhos de vento servem para bombear água ou produzir energia elétrica para carregar baterias e iluminar residências.

O Centro Tecnológico da Aeronáutica já preparou geradores eólicos de 2 kW e 5 kW para uso comercial e agora trabalha num gerador que poderá gerar 100 kW usando pás de vinte e cinco metros de diâmetro para ser instalado no Território de Fernando de Noronha.

Energia Oceânica - A energia oceânica em suas diversas fon-

mas é difusa e só pode ser utilizada economicamente em áreas onde se mostre concentrada ou com maior densidade de energia. Dentre as formas de aproveitamento pode-se encontrar as seguintes:

- energia das marés é obtida de modo semelhante ao aproveitamento hidrelétrico, formando-se um reservatório junto ao mar através da construção de uma barragem com uma casa de força. O aproveitamento é feito nos dois sentidos, isto é, na maré baixa e na maré alta. A sua conversão é viável em locais onde exista uma grande variação entre as marés. Na França, em La Rance, existe uma usina que funciona desde 1966 com uma produção anual de 544 milhões de quilowatts. No Brasil há dois locais favoráveis para a instalação de usina maremotriz: próximo a Ilha de Maracá, no Amapá e no estuário do Rio Bacanga, no Maranhão. A região do Rio Bacanga vem sendo estudada e pretende-se construir uma usina piloto na área. O resultado do estudo feito pela ELETROBRÁS recomenda a implantação de uma usina de 27 MW. O preço de kW/h será elevado por se tratar de uma usina piloto;

- a energia das ondas do mar só é possível ser usada onde as ondas forem suficientemente grandes e possam ser caracterizadas de forma estatística. Os sistemas usados são modulares e descentralizados, podendo, assim, ser construídos gradativamente, permitindo um atendimento tanto das pequenas como das grandes demandas energéticas. Os estudos feitos indicam que os custos são razoavelmente altos, mas, a longo prazo, podem se tornar viáveis. A CESP/IPT está analisando os diferentes sistemas de aproveitamento de energia das ondas do mar e concluiu que o potencial médio ao longo da costa do Estado de São Paulo é de 20kW/m. Os níveis de energia encontrados são de valor suficiente para permitir que a energia proveniente das ondas do mar possa ser uma entre as diversas formas de energia não convencional, mas para que se torne possível a sua aplicação é necessário desenvolver um programa de pesquisa e de desenvolvimento da tecnologia

de captação e conversão da energia das ondas do mar em energia elétrica ou mecânica.

- a energia térmica dos mares é obtida baseada no princípio de Carnot, segundo o qual a transformação do calor em energia depende de uma fonte quente e de outra fria. Neste caso a fonte quente é constituida pela água da superfície e a fria pela água das profundezas oceânicas. A primeira tentativa operacional foi realizada em 1929 pelo físico francês George Claude. Claude usou a área do Mar das Antilhas onde conseguiu 28ºC na superfície e 4ºC na profundidade de 1.000m. Além da produção de energia elétrica obteve como subprodutos gelo, sal e água doce.

O alto investimento requerido por esse tipo de usina e as dificuldades para a sua localização têm afastado a possibilidade do aproveitamento desse tipo de energia no Brasil.

Os Estados Unidos da América estão desenvolvendo uma instalação chamada Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) desde o início da década dos setenta. A instalação constitui-se de trocadores de calor, de bombas de circulação e de um fluido frigorígeno para circular o sistema. O ponto mais crítico para as usinas OTEC, do tipo flutuante ou ancorado ao largo, é o tubo de suprimento de água do fundo.

No Brasil poderia ser instalada uma usina OTEC ao largo do Território de Fernando de Noronha, onde há um diferencial térmico de 22ºC entre a superfície e a profundidade de 1.000m.

CAPÍTULO 3

FONTES NÃO RENOVÁVEIS DE ENERGIA

SEÇÃO I - CARVÃO MINERAL

Desde 1945, início da produção do carvão metalúrgico no Estado de Santa Catarina, quase nada foi feito para se estabelecer uma política nacional do carvão. Assim, as soluções encontradas para contornar os inconvenientes do nosso carvão, possuidor de um alto índice de enxofre e de cinzas, nunca foram utilizadas.

No Brasil, até a crise do petróleo, o carvão mineral teve sua utilização bastante restrita. Esse perfil começa a ser modificado pela viabilidade de seu integral aproveitamento, o que, por certo, levará o carvão mineral a responder pela independência energética do Brasil a médio prazo.

O carvão mineral é apontado no MEB como uma das principais fontes para a substituição do óleo combustível e deverá desempenhar um papel significativo na matriz energética ainda nesta década. De acordo com o MEB, o uso do carvão mineral através da queima direta, da mistura com combustíveis líquidos e da gaseificação deverá corresponder, em 1985, a substituição de 110 mil bep/d referentes a um consumo de 14,6 toneladas de carvão mineral e equivalente a 8,7% de participação no consumo de energia (4).

O carvão mineral representa para o Brasil uma das suas maiores reservas energéticas e, segundo dados mais recentes, as reservas brasileiras (medidas e estimadas) somam 22,8 bilhões de toneladas (3). Elas estão localizadas na região sul do Brasil, sendo Santa Catarina responsável por mais de 80% do total da produção nacional. Apesar de toda esta abundância de carvão mineral ainda se tem sérios problemas para resolver, a fim de que ele possa se apresentar como uma grande promessa em termos de ener-

gia primária e como fonte de valiosos subprodutos.

Em comparação com o carvão mineral estrangeiro, o nosso carvão é considerado de baixa qualidade e, até aqui, foi usado modestamente na siderurgia e na produção de calor. O seu teor de impurezas atinge a 55% de cinzas e tem alto teor de enxofre, o que não pode ser considerado como o principal fator limitativo ao seu uso como energético, uma vez que a tecnologia moderna pode torna-lo perfeitamente econômico. Na verdade, o principal problema é o transporte desde a usina até as fontes consumidoras.

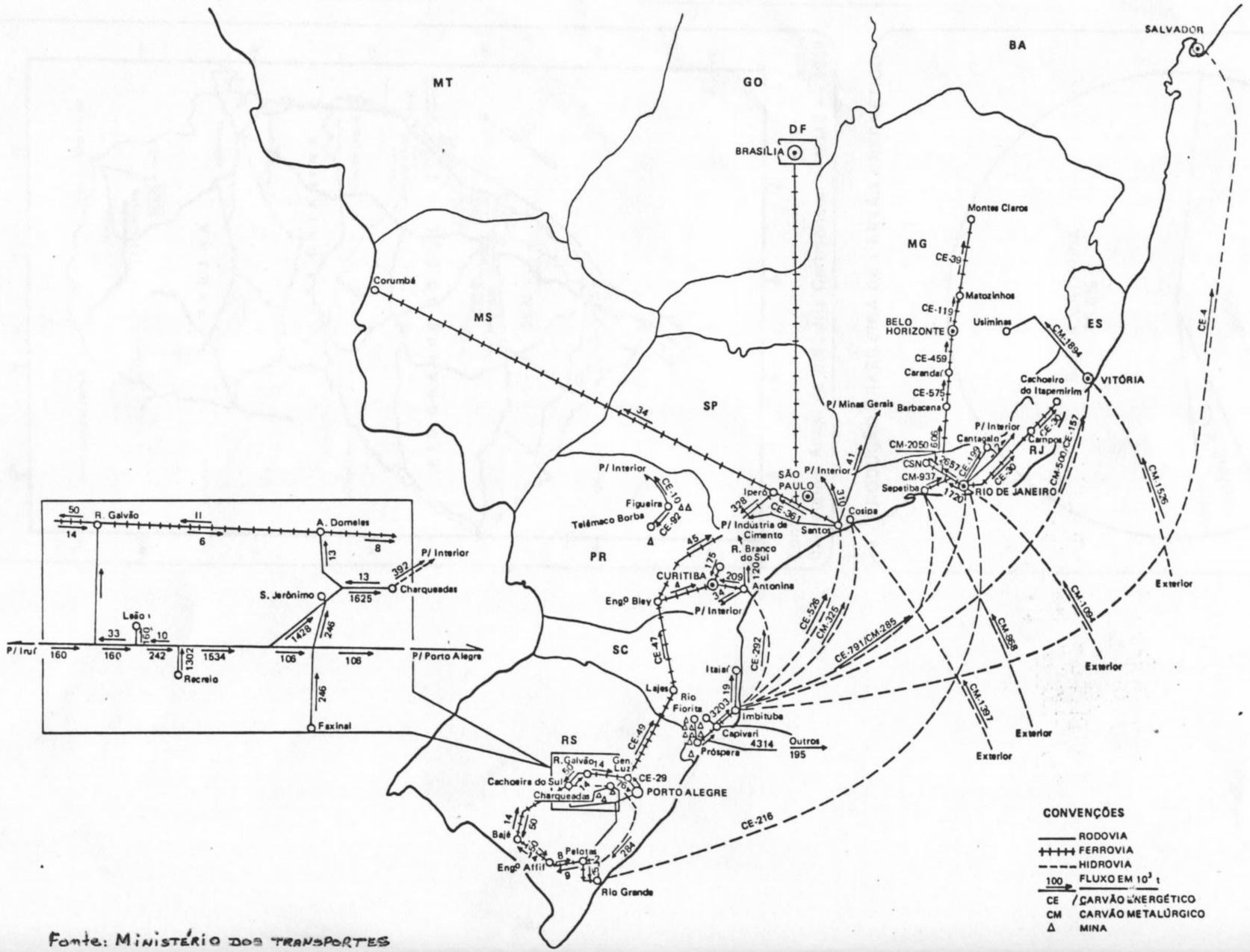
Para se atingir a meta prevista no MEB será necessário adequar a malha ferroviária existente, providenciar a sua expansão e aumentar o transporte marítimo (Fig. nº 13).

Pode-se dizer que do carvão bruto resultam o carvão metalúrgico e o carvão energético ou carvão vapor. O carvão metalúrgico é transformado em coque e utilizado nos altos fornos das siderúrgicas como energético e redutor. O carvão mineral nacional, para esse fim, é misturado na proporção de 15% ao estrangeiro. O carvão energético participa com um grande percentual na geração de energia elétrica e na indústria do cimento.

Dos 21,1 milhões de toneladas correspondentes a produção nacional de carvão mineral bruto em 1983, 5,44 milhões de toneladas foram transformadas em carvão energético, o que corresponde a 26% do total, 5,3% foram transformados em carvão metalúrgico e o restante em rejeitos. Do total de carvão energético Santa Catarina participou com mais de 50% (Fig. nº 14).

Para melhorar o aproveitamento do carvão mineral em larga escala no processo industrial brasileiro está sendo feita a sua gaseificação junto às minas e seu transporte até os consumidores é feito através de gaseodutos. Essa alternativa tecnológica assume grande valor em função das características do carvão mineral nacional, permitindo a utilização desse gás sem a necessidade de grandes modificações no equipamento de queima, pois basta trocar

FLUXOS DE TRANSPORTE DE CARVÃO MINERAL – 1983



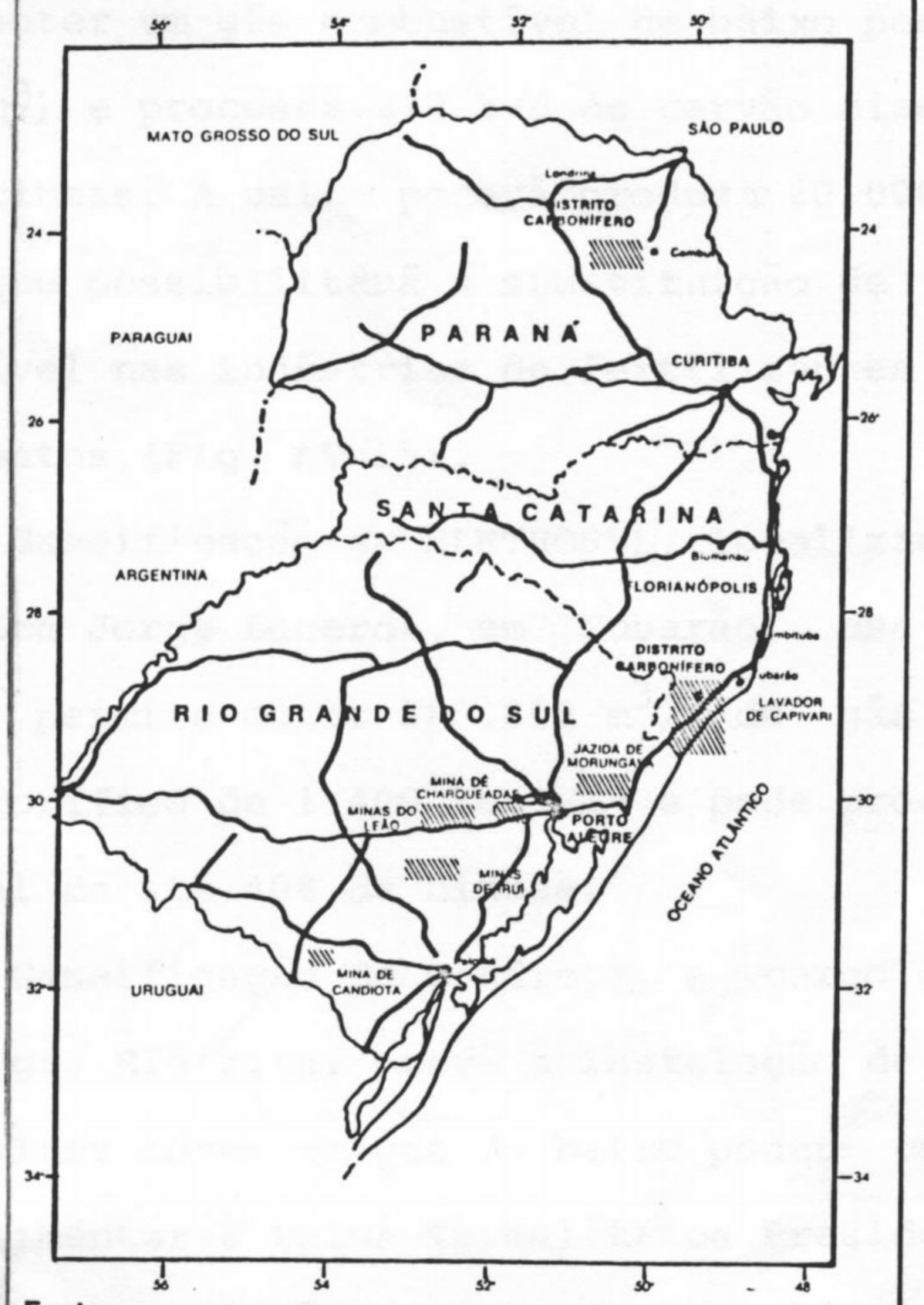
Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

FIGURA Nº 13

- 37-A -

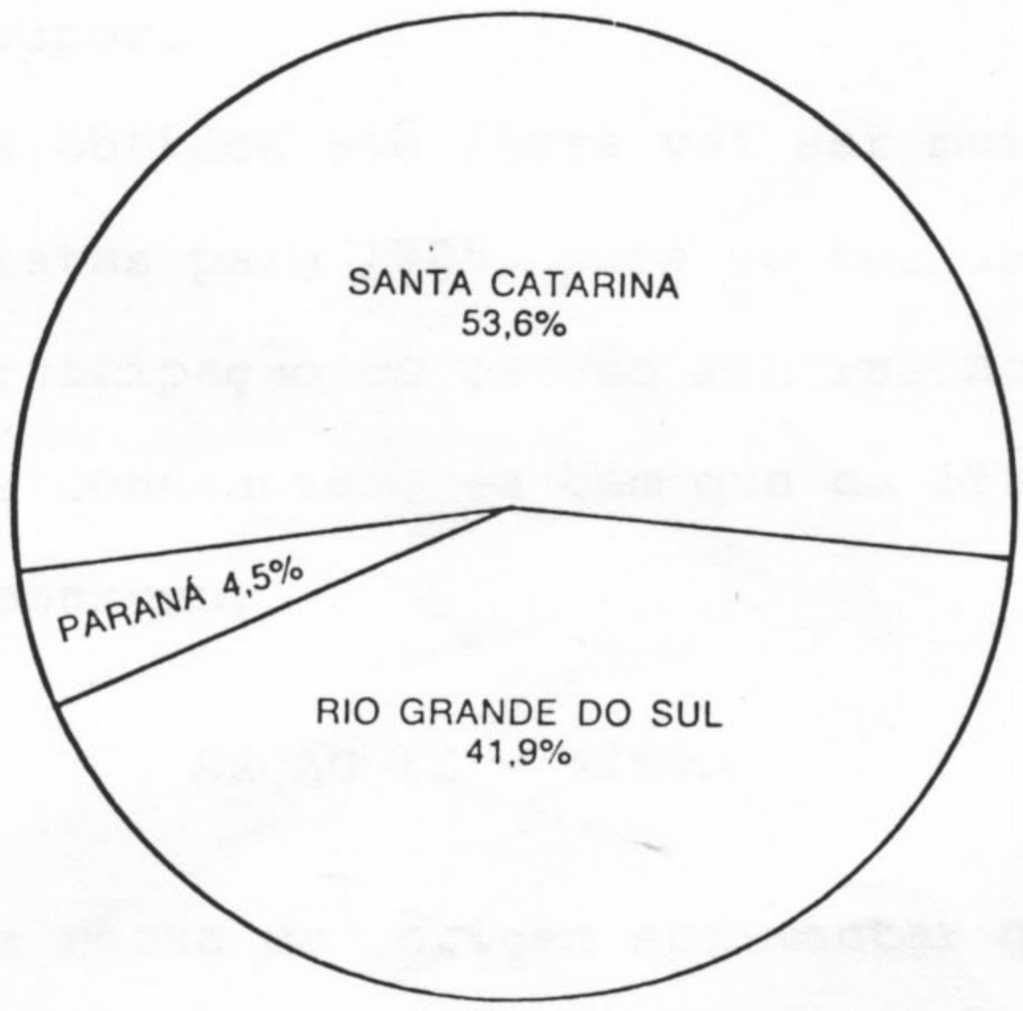
FIGURA Nº 14

3 - MAPA GERAL DOS DISTRITOS CARBONÍFEROS



Fonte:
Informativo Anual da Indústria Carbonífera — MME — 1982

4 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CARVÃO ENERGÉTICO



Fonte:
Anuário Estatístico 1982 – Conselho Nacional do Petróleo

os queinadores.

A Usina de Gaseificação da Companhia Riograndense de Nitrogenados, localizada na cidade do Rio Grande, usa o processo LURGI que permite obter um gás combustível de baixo poder calorífico (1.400 kcal/m^3) e processa 240 t/d de carvão mineral com um teor de 35% de cinzas. A usina poderá produzir 20.000 m^3/h de gás combustível, o que possibilitará a substituição de 23.000 t/ano de óleo combustível nas indústrias de fertilizantes e na secagem de grãos e alimentos (Fig. nº 15).

A Usina de Gaseificação da ELETROSUL, localizada ao lado da Usina Termelétrica Jorge Lacerda, em Tubarão, usa o processo IGI/TECHINT que permite obter 280.000 m^3/d de gás combustível com um poder calorífico de 1.400 kcal/m^3 e pode processar 150t/d de carvão mineral de até 40% de cinzas.

A Usina de Gaseificação de Candiota, a cargo da Companhia Estadual de Energia Elétrica, prevê a instalação de um gaseificador que irá permitir obter um gás de baixo poder calorífico. O gás permitirá alimentar a Usina Termelétrica Presidente Médice.

O MEB prevê a construção de usinas termelétricas a carvão mineral no sul do País e a eliminação de geração térmica a óleo combustível com a conversão das atuais usinas térmicas a óleo para uso do carvão vapor.

Pelos valores obtidos até agora vai ser muito difícil atingir as metas previstas para 1985, pois se tem observado que nos últimos anos a participação do carvão mineral no BEN tem-se mantido mais ou menos constante, se bem que em 1983 houve um pequeno incremento de consumo.

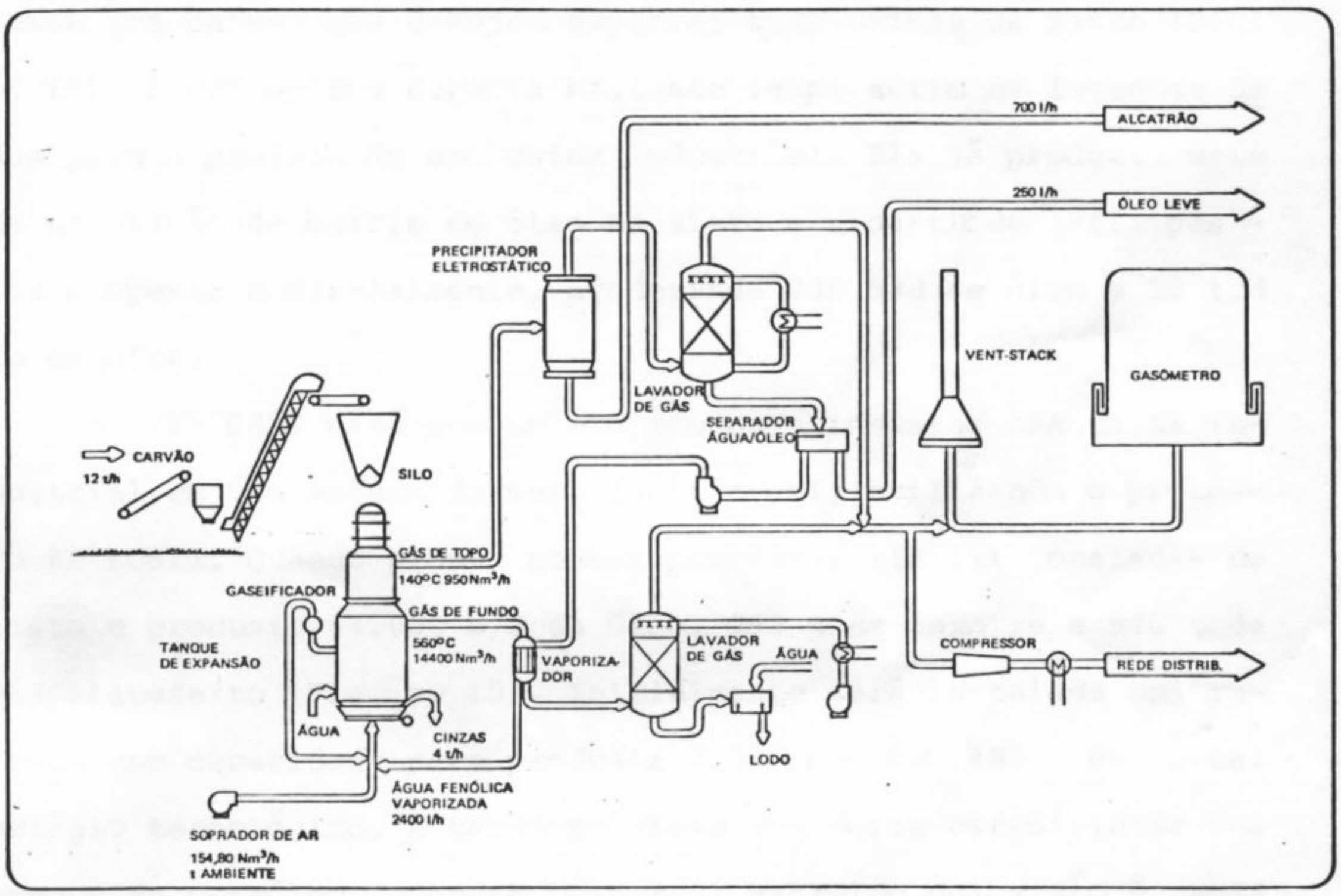
SEÇÃO II - XISTO

O xisto é uma rocha de origem sedimentar que submetida a elevadas temperaturas fornece óleo semelhante ao petróleo.

As reservas do Brasil o colocam em segundo lugar no mundo e

FIGURA Nº 15

OBTENÇÃO DE GÁS A PARTIR DO CARVÃO



Fonte: Ministério das Minas e Energia

V

são avaliadas em 672 milhões de metros cúbicos (3). Elas se estendem do Amazonas ao Rio Grande do Sul (Fig. nº 16) mas a ocorrência mais importante é a chamada formação Irati, que vai de São Paulo até as fronteiras gauchas com o Uruguai (Fig. nº 17).

Em 1972, com a entrada em operação da Usina Protótipo de Irati (UPI), em São Mateus do Sul, no Paraná, se extraiu pela primeira vez óleo do xisto em condições técnicas viáveis. Esse fato se deve à PETROBRÁS que criou um processo próprio chamado PETROSIX, que está patenteado internacionalmente e é objeto de interesse dos países que desejam explorar suas usinas de xisto (Fig. nº 18). A UPI operou durante bastante tempo a fim de levantar dados para o projeto de uma usina industrial. Ela já produziu mais de um milhão de barris de óleo de xisto e a partir de 1981 passou a operar comercialmente, produzindo 700 b/d de óleo e 12 t/d de enxofre.

A PETROBRÁS está com um projeto para instalar uma usina industrial em São Mateus do Sul, junto a UPI, utilizando o processo PETROSIX. Quando pronta poderá processar 112 mil toneladas de xisto e produzir 44.000 b/d de óleo, 900 t de enxofre e 520 t de gás liquefeito (Fig. nº 19). Inicialmente será instalada uma retorta com capacidade para produzir 2.500 b/d em 1985. No atual estágio tecnológico, e tendo em vista uma certa estabilidade nos preços do petróleo, o custo do barril extraido do xisto é mais caro do que o extraido dos poços submarinos de petróleo.

Pelo MEB, a previsão era do Brasil produzir 25.000 b/d em 1985 e 50.000 b/d em 1986, metas que não serão atingidas.

A PETROBRÁS está desenvolvendo um processo chamado PLASOL a fim de obter tecnologia para aproveitar o xisto fino, que não é usado no processo PETROSIX. Esta tecnologia permitirá maximizar o aproveitamento de qualquer jazida, mesmo as que são inadequadas para o uso do processo PETROSIX. Os trabalhos estão em fase piloto e a unidade instalada em São Mateus do Sul tem a capacida

FIGURA Nº 16

OCORRÊNCIAS DE XISTO NO BRASIL

1 XISTO TERCIÁRIO DO VALE DO PARAÍBA – SÃO PAULO

2 XISTO CRETÁCEO DO MARANHÃO

3 XISTO CRETÁCEO DO CEARÁ

4 XISTO CRETÁCEO DE ALAGOAS

5 XISTO CRETÁCEO DA BAHIA

6 XISTO PERMIANO DA FORMAÇÃO STA. BRÍGIDA – BAHIA

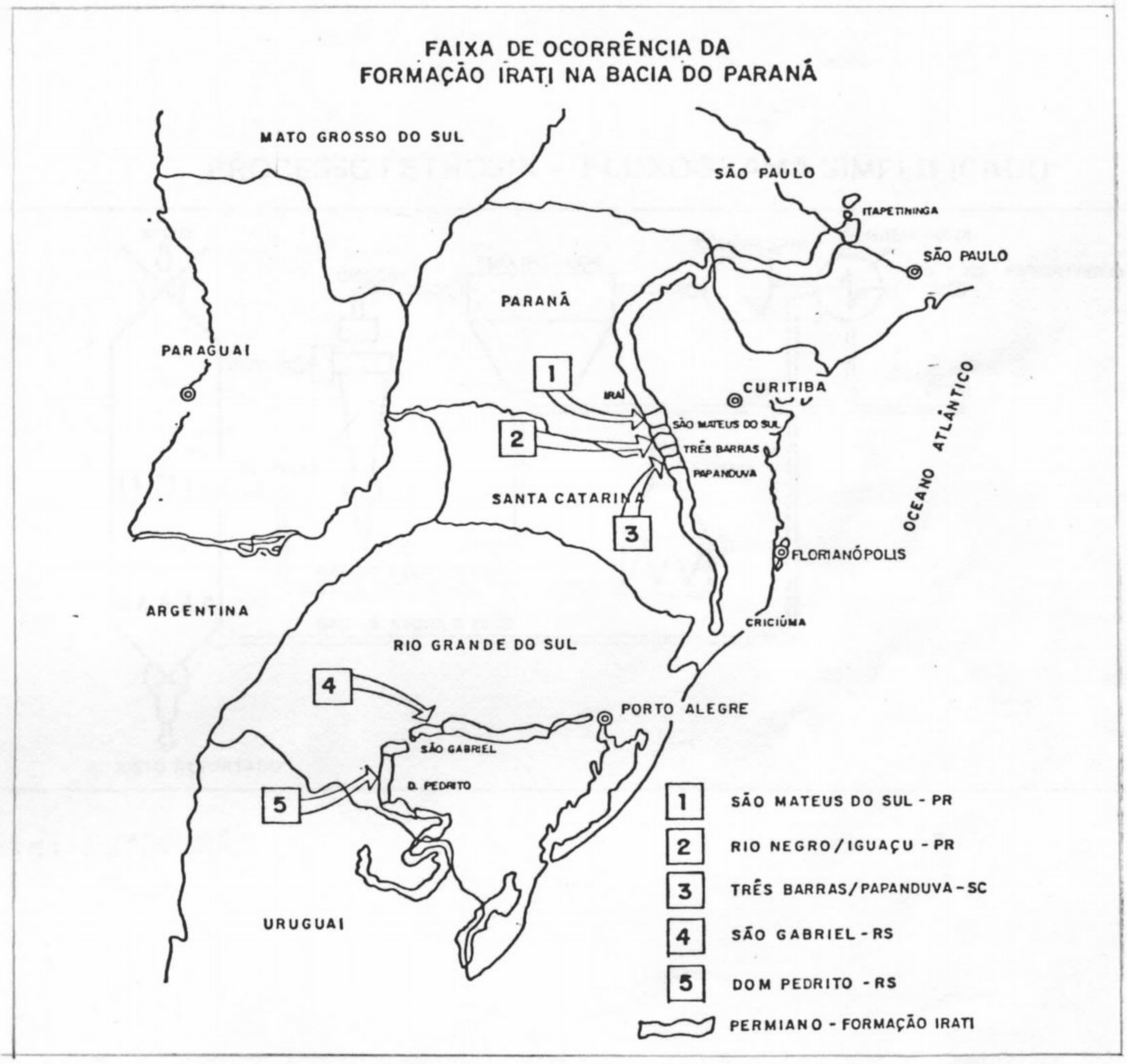
7 XISTO PERMIANO DA FORMAÇÃO IRATI

8 XISTO DO AMAPÁ

9 XISTO DEVONIANO DO PARÁ E AMAZONAS

Fonte: PETROBRÁS

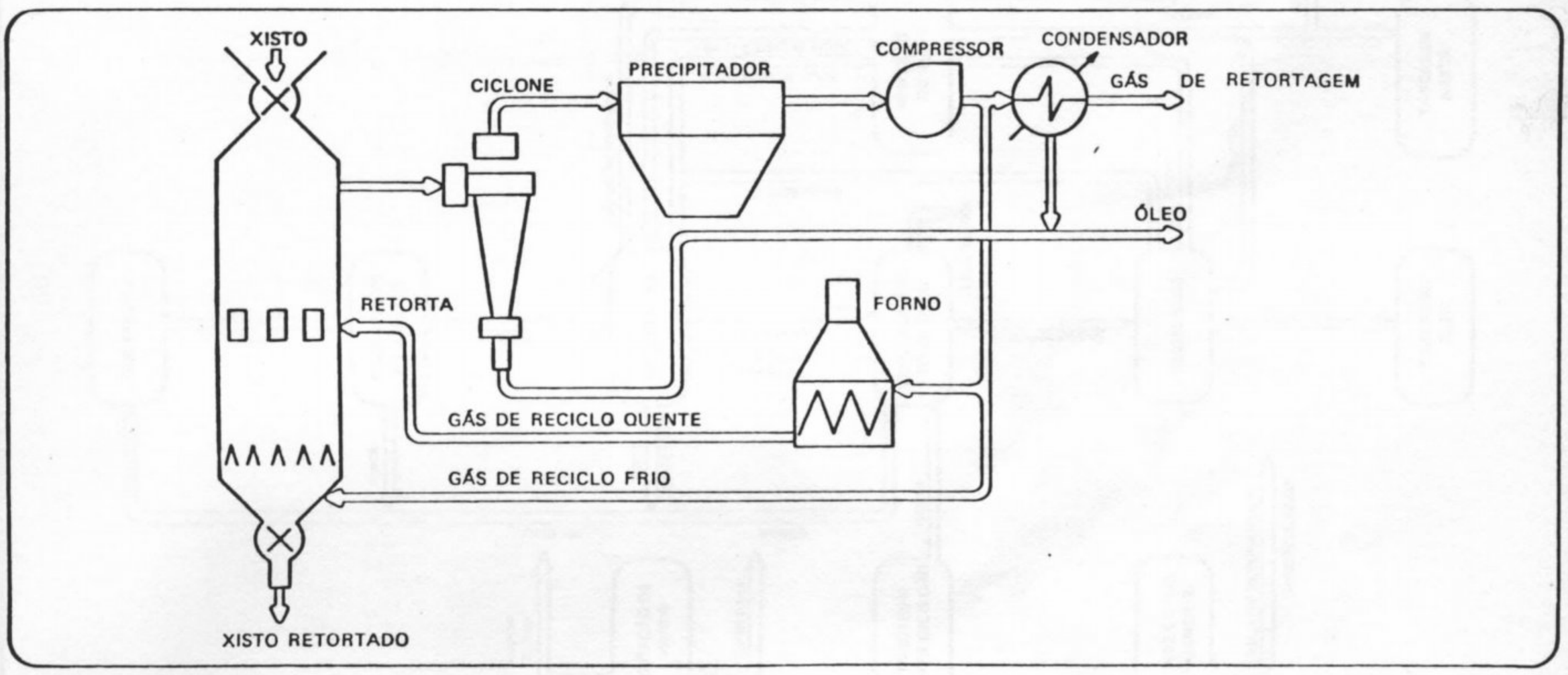
FIGURA Nº 17



Fonte: PETROBRÁS

FIGURA Nº 18

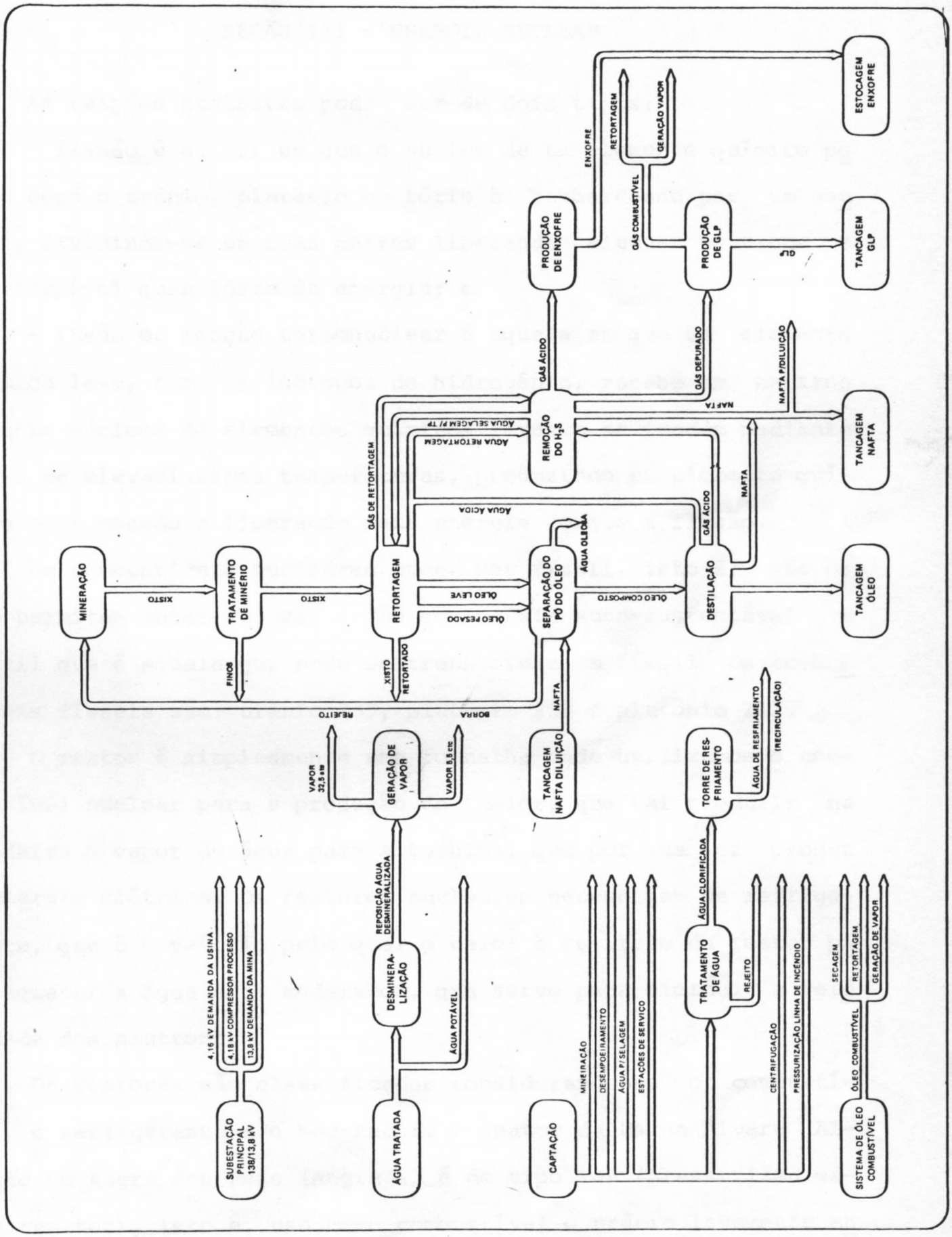
PROCESSO PETROSIX – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO



Fonte: PETROBRÁS

FIGURA Nº 19

USINA DE XISTO – DIAGRAMA DE BLOCOS



Fonte: PETROBRÁS

de de processar 4,8 t/d de xisto fino. Está em fase de construção um projeto básico para processar 10 t/d de xisto fino e produzir 90 b/d de óleo de xisto, visando desenvolver o processo.

SEÇÃO III - ENERGIA NUCLEAR

As reações nucleares podem ser de dois tipos:

- fissão é aquela em que o núcleo de um elemento químico pesado como o urânio, plutônio ou tório é bombardeado por um neutron, dividindo-se em duas partes liberando alguns neutrons e considerável quantidade de energia; e

- fusão ou reação termonuclear é aquela em que um elemento químico leve, como os isótopos do hidrogênio, recebe um neutron ou dois núcleos de elementos químicos leves e se fundem mediante o uso de elevadíssimas temperaturas, produzindo um elemento químico mais pesado e liberando mais energia do que a fissão.

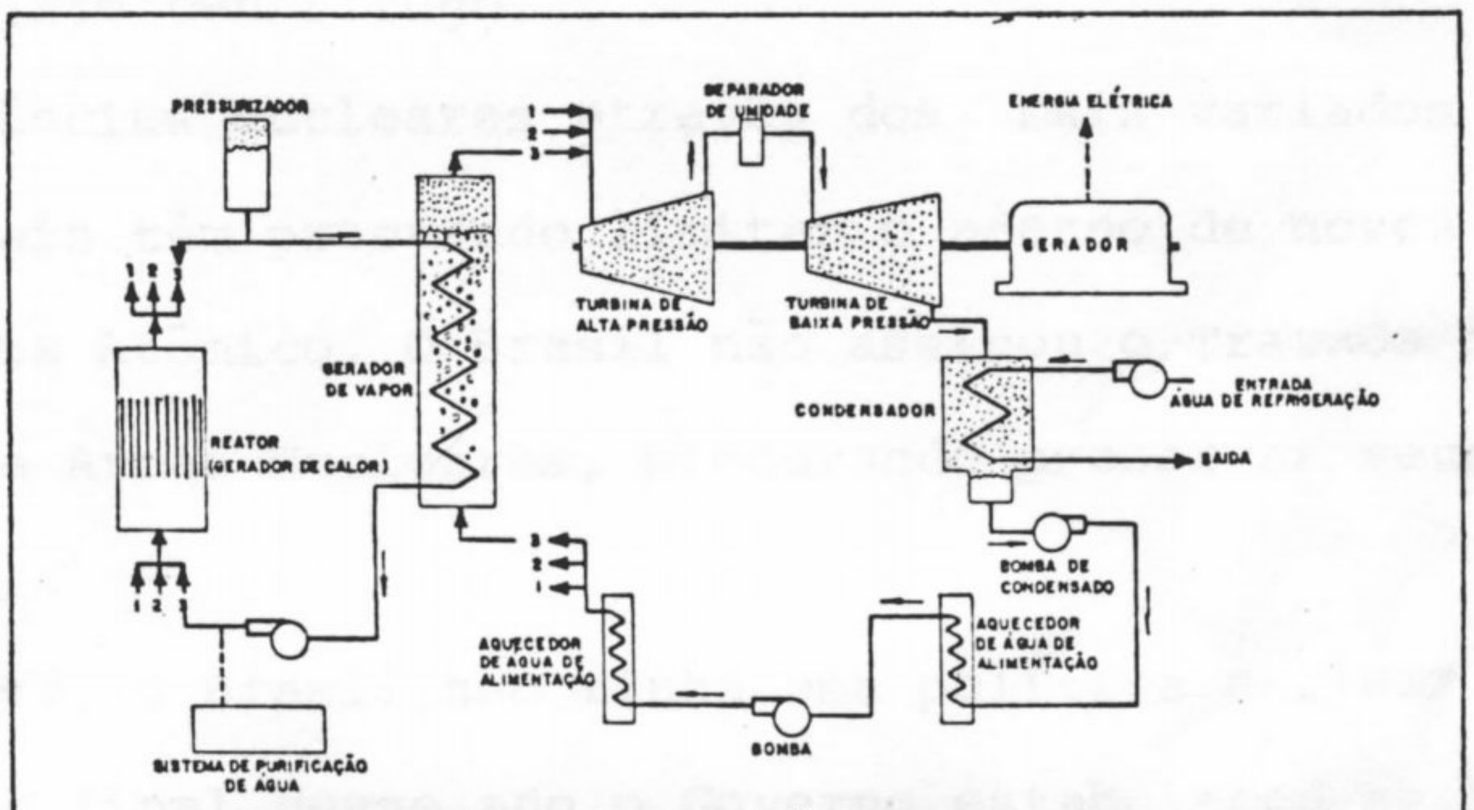
Os combustíveis nucleares podem ser físsil, isto é, são os que permitem obter-se uma reação em cadeia auto-sustentável e fértil que é aquele que pode se transformar em físsil. Os combustíveis físseis são: urânio 235, plutônio 239 e plutônio 241.

O reator é simplesmente uma fornalha onde utilizamos o combustível nuclear para a produção de calor, que vai produzir na caldeira o vapor de água para a turbina, que por sua vez produz a energia elétrica. Os reatores nucleares necessitam de refrigerante, que é o veículo pelo qual o calor é retirado do reator para aquecer a água e do moderador, que serve para diminuir a velocidade dos neutrons.

Os reatores são classificados considerando-se o combustível, o refrigerante e o moderador. O reator da Usina Álvaro Alberto em Angra dos Reis (Angra 1) é do tipo PWR (pressurized water reactor), isto é, usa como combustível o urânio levemente enriquecido, usa a água como refrigerante e moderador (Fig.nº 20).

Vários países, entre eles USA, França, Inglaterra, Japão e

FIGURA Nº 20



ESQUEMA DE UMA CENTRAL NUCLEAR, BASEADA NUM REATOR DE ÁGUA PRESSURIZADA

FONTE: FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A

ECR 8.2.3/1

URSS estão desenvolvendo o reator regenerador rápido (FBR - fast breeder reactor) que usa como combustível o urânio com o plutônio ou urânio com o tório. O seu aproveitamento energético é muito melhor, pois pretende extrair 80% da energia existente no combustível enquanto os atuais extraem menos de 2%, além de regenerarem parte do combustível consumido.

Estão em estudo pelos URSS, USA e Japão a fabricação de reatores de fusão, os chamados termonucleares, que usam como combustível os isótopos pesados do hidrogênio.

Quanto ao processo de enriquecimento do urânio existem os seguintes: o da difusão gasosa, o da centrifugação e o "jet nozzle" ou jato centrífugo.

As potências nucleares através dos mais variados tratados internacionais têm procurado limitar o acesso de novos países no chamado Clube Atômico. O Brasil não assinou o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares, procurando preservar seus interesses.

Até 1967, o Brasil não tinha uma política nuclear bem definida e só no final desse ano o Governo estabeleceu as Diretrizes para a Política Nacional de Energia Nuclear que vigoram até hoje.

O chamado Plano 90, feito em 1974 pela ELETROBRÁS, se baseou na expectativa do crescimento da demanda de eletricidade a taxas de 8,7% ao ano (pior hipótese) ou de 11,4% ao ano (melhor hipótese) e concluía ser necessário serem construidas de seis a oito usinas nucleoelétricas de 1.300 MW cada uma para suprir a falta de energia elétrica prevista para a região sudeste. O Plano 90 previa como local para a instalação das duas primeiras usinas a praia de Itaorna, em Angra dos Reis.

O Governo, sob o impacto da crise do petróleo de 1973 e da vulnerabilidade que representava a dependência externa de energia, decidiu por uma estratégia mais ampla e profunda, que inclu

isse não só um programa de centrais nucleares como também a transferência do conhecimento de todo o ciclo de combustível bem como a capacitação nacional em engenharia de processo e de projeto de instalações nucleares além da fabricação de componentes.

A ELETROBRÁS recebeu a determinação do MME para que não adquirisse do exterior as usinas nucleares sem que fossem cumpridas as diretrizes estabelecidas. Assim, foram estabelecidos contatos com a França e a República Federal da Alemanha. A Alemanha foi mais positiva em aceitar as nossas exigências e assim foi assinado em 27 de junho de 1974 o Acordo Nuclear com a Alemanha. Ele inclui cinco setores básicos: exploração de urânio, reator, usina nucleoelétrica, fabricação de combustível e reprocessamento do combustível. O acordo prevê a construção de oito centrais nucleares com uma capacidade total de 10.200 MW. O Brasil optou pelo reator de água leve pressurizada com urânio enriquecido ou seja uma central do tipo PWR e para enriquecer o urânio optou pelo processo do jato centrífugo.

Em 16 de dezembro de 1974, pela Lei nº 6.189, foi criada a NUCLEBRÁS, que é uma sociedade de economia mista,diretamente subordinada ao MME e a quem cabe promover as atividades de pesquisa e lavra das jazidas de minerais nucleares, a implantação de uma indústria abrangendo todas as etapas do chamado ciclo do combustível, para proporcionar uma crescente capacidade nuclear de geração de energia, além de atuar como o principal órgão de execução do Programa Nuclear Brasileiro.

O Brasil concordou que fosse feita uma fiscalização internacional e uma supervisão dos reatores e de todas as outras instalações menos da tecnologia desenvolvida pelo Brasil com base no Acordo Nuclear, assim assinou outro acordo com a Alemanha que previa essas condições, sendo o mesmo homologado pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

As reservas brasileiras de urânio totalizam 301.490 tonela-

das de U_3O_8 (Tab. nº 15). As nossas reservas permitirão atender, com sobras, as necessidades energéticas do País (Fig. nº 21).

As usinas nucleares são normalmente construidas geminadas, pois a confiabilidade de geração e a economia proporcionadas são grandes. O complexo constituido pelas usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3, quando pronto, fornecerá 3.226 MW. Angra 1, construida pela Westinghouse, já está em operação, mas apresenta constantes problemas, que obrigam reduzir ou parar a geração de energia.

Por causa da situação econômica e da recessão em que se encontra o País, o Programa Nuclear Brasileiro está atrasado e não há uma data prevista para concluir o Acordo Brasil-Alemanha.

Apesar das objeções sofridas contra a sua utilização em larga escala, a energia nuclear já é reconhecida no mundo como a melhor alternativa para a geração de energia elétrica.

Com a assinatura do Acordo Nuclear, a NUCLEBRÁS, com a finalidade de cumprir as diretrizes recebidas, criou as seguintes subsidiárias:

- Nuclebrás Equipamentos Pesados SA (NUCLEP), que tem por finalidade projetar, desenvolver, fabricar e vender componentes pesados de usinas nucleares e de outros projetos;

- Nuclebrás Enriquecimento de Isótopos SA (NUCLEI), que tem por finalidade enriquecer o urânio pelo processo "jet nozzle";

- Nuclebrás Auxiliar de Mineração SA (NUCLAM), que se destina a realizar a prospecção, pesquisa, desenvolvimento e exploração dos depósitos de urânio e extrair, beneficiar, processar e tornar adequado ao comércio o urânio natural e seus subprodutos;

- Nuclebrás Engenharia SA (NUCLEN), que tem por finalidade obter toda a tecnologia relacionada com os serviços de engenharia para usinas nucleares e projetos afins;

- Nuclebrás Construtora de Centrais Nucleares SA (NUCON), que tem por fim construir as usinas do Acordo Nuclear; e

- Nuclebrás Monazita e Associados (NUCLEMON), que reune to-

TABELA Nº 15

RESERVAS GEOLÓGICAS DE URÂNIO EM TONELADAS MÉTRICAS DE U_3O_8

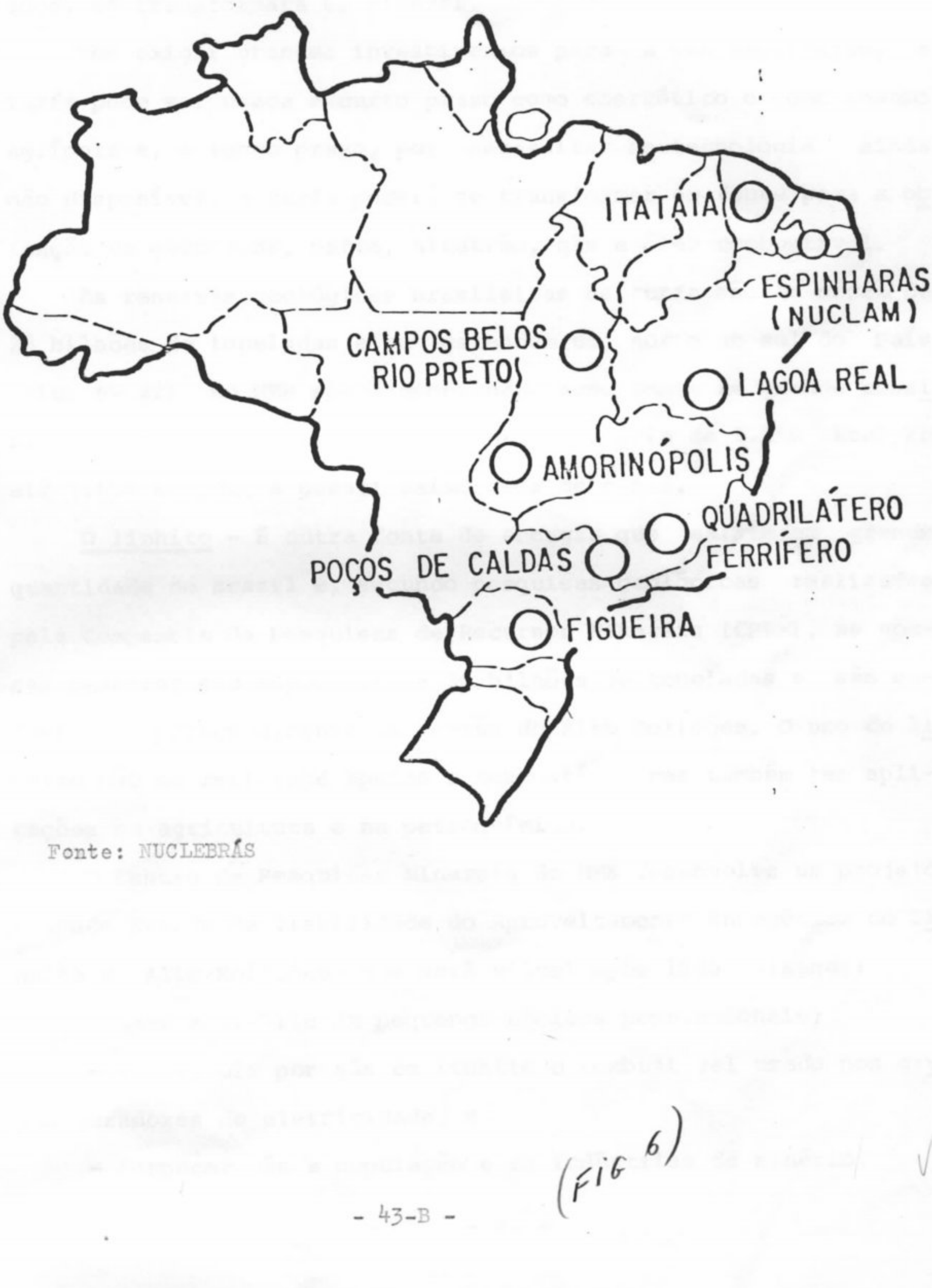
NUCLEBRÁS	CLASSE DE RESERVA					
	1981			1982		
	* Medidas e Indicadas	** Inferidas	Total	* Medidas e Indicadas	** Inferidas	Total
1. PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS/MG	20.000	6.800	26.800	20.000	6.800	26.800
2. FIGUEIRA/PR	7.000	1.000	8.000	7.000	1.000	8.000
3. QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG	5.000	10.000	15.000	5.000	10.000	15.000
4. AMORINÓPOLIS/GO	2.000	3.000	5.000	2.000	3.000	5.000
5. PROVÍNCIA URANÍFERA DE RIO PRETO/GO	500	500	1.000	500	500	1.000
6. PROVÍNCIA URANÍFERA DE ITATAIA/CE	83.000	54.500	137.500	91.200	51.300	142.500
7. PROVÍNCIA URANÍFERA DE LAGOA REAL/BA	18.000	45.000	63.000	61.840	31.350	93.190
8. ESPINHARAS/PB ▲	5.000	5.000	10.000	5.000	5.000	10.000
TOTAL	140.500	125.800	266.300	192.540	108.950	301.490

EQUIVALEM NA NOMENCLATURA DA AIEA: * Razoavelmente asseguradas ** Adicionais Estimadas

Fonte: NUCLEBRÁS ▲ NUCLAM

FIGURA Nº 21

LOCALIZAÇÃO DE DEPÓSITOS DE URÂNIO



Fonte: NUCLEBRÁS

(FIG 6)

das as atividades de pesquisa, lavra, concentração e industrialização de minerais pesados. Atua fora do Acordo Nuclear.

SEÇÃO IV - OUTRAS FONTES

A turfa - É resultante da decomposição de árvores e arbustos em ambientes aquosos ou subaquosos, formando o primeiro estágio de um material vegetal, que depois de muitos milhares de anos, se transformará em mineral.

Sem exigir grandes investimentos para a sua exploração, a turfa pode ser usada a curto prazo como energético e como insumo agrícola e, a longo prazo, por necessitar de tecnologia ainda não disponível, a turfa poderá se transformar em fonte para a obtenção de querosene, nafta, alcatrão, gás e óleo combustível.

As reservas geológicas brasileiras de turfa são da ordem de 25 bilhões de toneladas e se estendem do norte ao sul do País (Fig. nº 22). No MEB ela é mencionada como fonte de grande possibilidade futura. O seu poder calorífico varia de 3.200 kcal/kg até 7.600 kcal/kg e possui baixo teor de cinza.

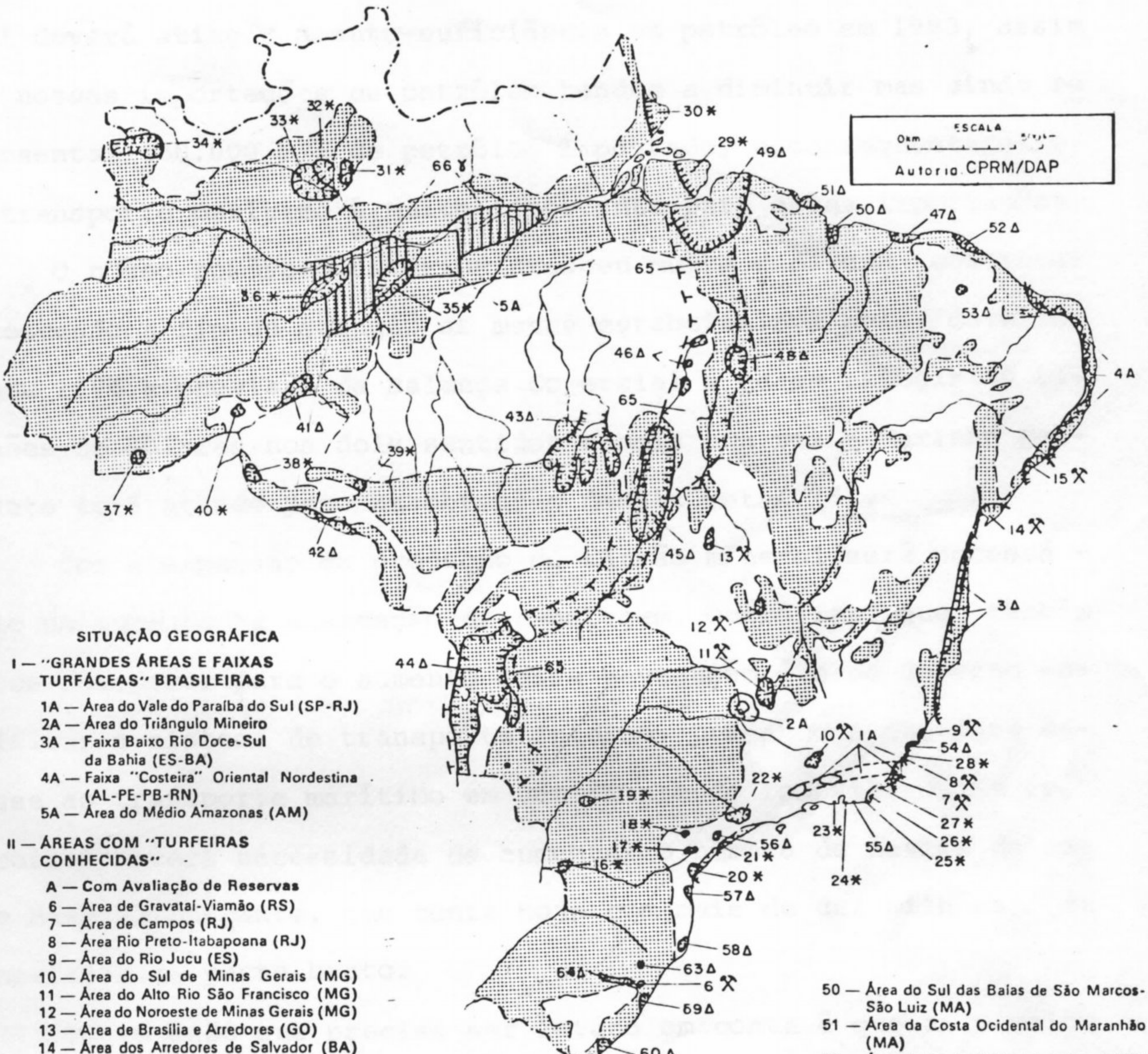
O linhito - É outra fonte de energia que existe em grande quantidade no Brasil e, segundo pesquisas geológicas realizadas pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), as nossas reservas são superiores a 36 bilhões de toneladas e são encontradas principalmente na região do Alto Solimões. O uso do linhito não se restringe apenas a combustível mas também tem aplicações na agricultura e na petroquímica.

O Centro de Pesquisas Minerais do MME desenvolve um projeto chamado Estudo de Viabilidade do Aproveitamento Energético do Linhito do Alto Solimões, que será viável após 1985, visando:

- usar a linhito em pequenos núcleos populacionais;
- substituir por gás de linhito o combustível usado nos grupos geradores de eletricidade; e
- fornecer gás a população e as indústrias de minério.

~~FIGURA Nº 22~~

4 - MAPA DAS TURFEIRAS DO BRASIL



SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

I — "GRANDES ÁREAS E FAIXAS TURFÁCEAS" BRASILEIRAS

1A — Área do Vale do Paraíba do Sul (SP-RJ)
2A — Área do Triângulo Mineiro
3A — Faixa Baixo Rio Doce-Sul da Bahia (ES-BA)
4A — Faixa "Costeira" Oriental Nordestina (AL-PE-PB-RN)
5A — Área do Médio Amazonas (AM)

II — ÁREAS COM "TURFEIRAS CONHECIDAS"

A — Com Avaliação de Reservas

6 — Área de Gravataí-Viamão (RS)
7 — Área de Campos (RJ)
8 — Área Rio Preto-Itabapoana (RJ)
9 — Área do Rio Jucu (ES)
10 — Área do Sul de Minas Gerais (MG)
11 — Área do Alto Rio São Francisco (MG)
12 — Área do Noroeste de Minas Gerais (MG)
13 — Área de Brasília e Arredores (GO)
14 — Área dos Arredores de Salvador (BA)
15 — Área de Estância-Neópolis (SE)

B — Sem Avaliação de Reservas

16 — Área do Alto Rio Iguaçu (PR)
17 — Área de Curitiba e Arredores (PR)
18 — Área de Ponta Grossa (PR)
19 — Área do Alto Rio Ival (PR)
20 — Área da Bala de Paranaguá (PR)
21 — Área de Iguape-Cananéia (SP)
22 — Área do Alto Rio Tietê (SP)
23 — Área de Santa Cruz-Sepetiba (RJ)
24 — Área de Jacarepaguá (RJ)
25 — Área de Saquarema (RJ)
26 — Área de Cabo Frio (RJ)
27 — Área de Macaé (RJ)
28 — Área de São João da Barra (RJ)
29 — Área da Ilha de Marajó (PA)
30 — Área de Araguari (AP)
31 — Área do Juauperi (Baixo Rio Branco — AM)
32 — Área do Jufari (Baixo Rio Branco — AM)
33 — Área de Carvoeiro (Baixo Rio Negro — AM)
34 — Área de Tiquié (Alto Rio Negro — AM)
35 — Área do baixo Rio Madeira (AM)
36 — Área do Baixo Rio Purus (AM)
37 — Área de Xapuri (AC)
38 — Área de Guajará-Mirim (RO)
39 — Área de Cacoal (RO)
40 — Área de Abunã (RO)

III — "ÁREAS FAVORÁVEIS" à Formação de Depósitos Turfáceos

41 — Área dos Rios Madeira-Ji Paraná (RO)
42 — Área da Bacia do Rio Guaporé (RO)
43 — Área do Alto Rio Xingu (MT)
44 — Área do Pantanal Matogrossense (MS)
45 — Área da Ilha de Bananal (GO)
46 — Área do Médio-Baixo Rio Araguaia (GO)
47 — Área do Baixo Rio Parnaíba (PI)
48 — Área dos Rios Tocantins-Manuel Alves (MA)
49 — Área da Costa Oriental do Pará (PA)
50 — Área do Sul das Baías de São Marcos-São Luiz (MA)
51 — Área da Costa Ocidental do Maranhão (MA)
52 — Área da Costa Ocidental do Ceará (CE)
53 — Área do Baixo Rio Jaguaribe (CE)
54 — Área ao Sul de Itapemirim (ES)
55 — Área de São Gonçalo-Itambi-Magé (RJ)
56 — Área de Jacupiranga (Baixo Rio Ribeira - SP)
57 — Área do Baixo Rio Itajaí (SC)
58 — Área de Sombrio-Araranguá (SC)
59 — Área de Palmares do Sul (RS)
60 — Área do Baixo Rio Camaquã (RS)
61 — Área do Baixo Rio São Gonçalo-Pelotas (RS)
62 — Área do Baixo Rio Jaguarão (RS)
63 — Área de São Francisco de Paula (RS)
64 — Área do Rio Jacuí (RS)

IV — O GRANDE CINTURÃO "POTENCIAL DE TURFAS E LINHITOS" DO CENTRO-OESTE

65 — Pantanal Matogrossense e Prolongamentos Sul de Belém

V — 66 — GRANDE ÁREA PREVISIONAL TURFÁCEA DO MÉDIO AMAZONAS

Fonte: Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

CAPÍTULO 4

REFLEXOS NA ESTRATÉGIA NAVAL

SEÇÃO I - AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO

Segundo declarações do Ministro das Minas e Energia o Brasil deverá atingir a auto-suficiência em petróleo em 1993, assim as nossas importações de petróleo tendem a diminuir mas ainda representam 450.000 b/d de petróleo importado, e,consequentemente, o transporte marítimo é muito importante para estas importações.

O nosso comércio exterior cresceu muito e deverá continuar crescendo a fim de atingir as metas estabelecidas pelo Governo. Para 1984 a previsão da Balança Comercial é de se atingir 40 bilhões de dólares nos dois sentidos e mais uma vez a Marinha Mercante terá grande peso na obtenção dessas metas (5).

Com a expansão da produção do carvão mineral será necessário um aumento na navegação de cabotagem. Outro fato que também pode concorrer para o aumento dessa navegação é o do Governo modificar o sistema de transporte interno, passando a dar mais ênfase ao transporte marítimo em detrimento do rodoviário. Se isso ocorrer haverá necessidade de aumentar o número de navios da nossa Marinha Mercante, que conta hoje com mais de dez milhões de toneladas de porte bruto.

Outro dado que precisa ser levado em conta é que a maior parte da nossa produção de petróleo está localizada nas plataformas marítimas.

Com o problema recessivo do País, o Plano de Construção Naval foi retardado e o mesmo ocorreu com o Plano de Reaparelhamento da Marinha, não permitindo, assim, a renovação e o aumento do nosso Poder Marítimo.

Outro aspecto a ser enfocado é o referente à melhoria e aparelhamento dos nossos portos.

SEÇÃO II - O PODER NAVAL

A situação em termos de petróleo parece bem mais favorável do que há alguns anos atrás, pois a nossa dependência do petróleo importado diminuiu sensivelmente.

A Marinha do Brasil, apesar de consumir uma quantidade muito pequena de derivados de petróleo em relação ao consumo global do País, não deve ficar na expectativa de que a auto-suficiência seja alcançada e nem aguardar novas crises de petróleo para tentar obter suas próprias fontes alternativas de energia. Atualmente a que está sendo mais usada pelas outras marinhas do mundo é a energia nuclear. Quanto aos demais combustíveis alternativos como o hidrogênio, o metanol, a amônia e a hidrazina, as tecnologias atuais ainda não permitem o seu uso quer por serem anti-econômicos como por apresentarem alto teor tóxico e possuirem grande volume específico. No carvão voltam a ser depositadas novas esperanças. A firma Babcock & Wilcox está pesquisando uma nova forma de aproveitamento do carvão usando uma caldeira de leito fluidificado, permitindo o uso de qualquer tipo de carvão (49).

Como o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha é essencialmente voltado para fins pacíficos, não haverá transferência de tecnologia para o enriquecimento do urânio necessário para ser usado na propulsão nuclear dos navios de guerra, mas, nem por isso, se deve ficar alheio ao problema e sim procurar, o mais rápido possível, uma tecnologia própria para solucioná-lo, bem como começar a preparar o pessoal necessário para operar os navios com esse novo tipo de propulsão, pois a formação de pessoal não pode ser feita de uma hora para outra.

O Brasil está crescendo e esse crescimento acarreta maiores antagonismos, assim é necessário se ter um Poder Naval eficiente, grande e capaz de atender a todas as tarefas previstas pela Estratégia Naval.

O Brasil é muito dependente do comércio exterior, assim a proteção ao tráfego marítimo é fundamental para o País. Também é preciso não esquecer que as plataformas marítimas precisam ser defendidas da agressão externa e de sabotagens.

Assim, tendo em vista o que foi apresentado, verifica-se ser necessário que a Marinha do Brasil não pare de crescer em meios e em eficiência para poder cumprir o seu dever constitucional bem como não pode ficar esperando soluções para os seus problemas de combustível. É importante acompanhar a tecnologia atual e se preparar para a futura.

A auto-suficiência do Brasil em termos de petróleo não é uma solução definitiva, pois o petróleo é um combustível não renovável e que em breve vai se esgotar e os navios não poderão ficar parados por que o petróleo acabou. É importante que a Marinha invista na busca de fontes alternativas de energia e prepare o seu pessoal para desenvolver um programa nuclear próprio que permita solucionar o problema da propulsão nuclear.

A Estratégia Naval Brasileira não necessita ser alterada pela nossa auto-suficiência em petróleo, porém esta permitirá mais tempo para que a Marinha possa equacionar e resolver os seus problemas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

O século vinte testemunhou a maior mudança nas fontes de energia que o mundo talvez tenha experimentado desde que o uso do fogo foi disseminado. Nos primeiros vinte anos do século, o carvão foi indiscutivelmente a principal fonte de energia para o mundo industrializado. O carvão teria continuado nessa posição se a descoberta de grandes quantidades de petróleo na Rússia, no Oriente Médio e nos Estados Unidos da América não tivessem despertado rapidamente tanto interesse, tendo em vista as facilidades comparativas de sua extração, transporte e de sua conversão para atender a uma grande quantidade de necessidades.

A demanda crescia e a oferta também, até que em 1973, a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) resolveu aumentar consideravelmente os preços do petróleo. Esse fato apanhou o mundo despreparado e isso causou problemas muito grandes para os países importadores de petróleo. Depois da conscientização de que não seria mais possível a obtenção do petróleo a preços baixos, e que esta fonte de formação fóssil e não renovável, em breve estaria esgotada, fez com que vários países iniciassem a procura de fontes alternativas que pudessem vir a substituí-lo.

O Brasil levou algum tempo para se aperceber dessa realidade e somente em 1979 é que o Governo decidiu partir de forma mais incisiva para a solução do problema petróleo. Apesar de todas as medidas tomadas e da esperança do Governo do Brasil nos programas energéticos alternativos, não se deve esperar que nos próximos cinco ou dez anos a situação energética, em termos percentuais, sofra grandes alterações, assim o petróleo continuará tendo um peso bem grande no MEB.

Por sorte, o Brasil nos últimos anos conseguiu aumentar con

sideravelmente a sua capacidade de produção de petróleo e de gás natural, além de ter conseguido elevar substancialmente as suas reservas, mas é necessário que estas acompanhem o crescimento da produção pois, na situação atual, o Brasil só terá petróleo para mais dez anos. Com a possibilidade do País se tornar auto-suficiente em petróleo em 1993, não só dará mais tempo para desenvolver melhores tecnologias para as novas fontes alternativas de energia, como também aliviará, de forma considerável, as despesas com a importação de petróleo.

Dentre os derivados de petróleo, aquele que se encontra na situação mais crítica é o óleo diesel, pois o seu consumo continua crescendo e ainda não foi possível encontrar um substituto econômico e tecnicamente viável. Ele é o maior responsável pela nossa ainda grande importação de petróleo.

Quanto ao óleo combustível encontrou-se diversas fontes alternativas para a sua substituição e é um problema razoavelmente equacionado.

Para a gasolina o substituto encontrado foi o álcool.

O PROÁLCOOL já é uma realidade e só necessita de algumas modificações que já estão sendo feitas.

O PROÓLEO ainda está bastante atrasado, o que vem acarretando sérios problemas para substituir o óleo diesel, mas em breve as soluções serão encontradas.

Como se pode verificar, o BEN indicou que a energia hidráulica aumentou a sua participação no consumo total de energia de 20% para 30% em dez anos, graças ao grande potencial hidráulico do País.

O Governo precisa dar maior atenção ao carvão mineral, pois ele será, com certeza, muito útil para abreviar a nossa dependência externa de energia, já que as nossas reservas são muito grandes, porém é necessário resolver o problema de seu transporte.

Existem no MME vários projetos em andamento pesquisando,

avaliando e procurando encontrar a melhor tecnologia para as demais fontes energéticas como: energia solar, energia eõlica,energia oceânica, a turfa, o xisto e o linhito, mas que só estarão disponíveis após 1985.

O Programa Nuclear Brasileiro será de fundamental importância para o Brasil, não só para a geração de energia elétrica como também para permitir nosso desenvolvimento no campo de energia nuclear e, em paralelo, no campo da propulsão nuclear. Apesar do programa ser eminentemente pacífico, ele poderá permitir que o Brasil desenvolva, no futuro, o uso da energia nuclear para fins bélicos.

A recessão e a situação econômica atrasaram o desenvolvimento dos projetos sobre fontes alternativas e o Programa Nuclear, mas, em compensação, não permitiu que a demanda energética crescesse muito, fazendo com que não houvesse racionamento de energia nem aumento das importações de petróleo.

É fundamental que o Governo insista no desenvolvimento de novas tecnologias e não deixe esmorecer tudo que foi ou está sendo feito, pois o desafio energético continua, e com a possibilidade da retomada de nosso crescimento é provável que a demanda energética volte a crescer, e a solução só poderá ser alcançada através da energia obtida das fontes alternativas.

Finalmente, pode-se dizer que o atual parque industrial brasileiro está capacitado qualitativa e quantitativamente para fornecer quase todos os equipamentos e materiais necessários a implantação dos projetos de quase toda a área energética,exceto no que se refere as usinas termelétricas e ao setor nuclear.

BIBLIOGRAFIA

1. BELLOTI, Paulo Vieira. A PETROBRÁS e o processo de investimento no setor de energia. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, 68 (597):137-46, set./out. 1981.

2. BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Relatório da CENAL. Brasília, Eixo, 1983.

3. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília, 1983.

4. ____. Modelo energético brasileiro. Brasília, 1981.

5. ____. Fontes alternativas de energia. Brasília, 1983.

6. BRASIL. Presidente, 1979 - (Figueiredo) Mensagem ao Congresso Nacional; abertura da Sessão Legislativa de 1984. Brasília, Imp. Nacional, 1984.

7. BRASIL. Secretaria do Planejamento da Presidência da República. Instituto de Planejamento. Consolidação plurianual de programas de governo. Brasília, 1982.

8. BRIGAGÃO, Clovis. O mercado de segurança. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1984.

9. CAMPOS, Roberto de Oliveira. Energia, recursos e problemas. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, 67 (692):135-41, nov./dez. 1980.

10. CONANT, Melvin A. & GOLD, Fern Racine. A geopolítica energética. Rio de Janeiro, Atlântica, 1981.

11. CONSUMO de energia elétrica aumenta. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 19 de maio 1984. p. 15.

12. COSTA, Oziel Almeida. Problemas do petróleo e do carvão no Brasil. Rio de Janeiro, s.ed., 1979. Palestra proferida na EGN, em 6 set. 1979.

13. COSTA, Rubens Vaz da. A transição energética: tempo, capital e tecnologia. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, 68 (694): 181-7, mar./abr. 1981.

14. COSTA, Terezinha. O Brasil na era atômica só depois do ano 2000. Revista Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1: 36-41, nov. 1979.

15. ELETROBRÁS. Capacidade industrial para executar o programa de obras do sistema elétrico brasileiro até o ano 2000. Rio de Janeiro, 1981.

16. ____. Plano de atendimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 1995. Rio de Janeiro, 1979.

17. ____. Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000. Rio de Janeiro, 1982.

18. ____. Síntese estatística do setor de energia elétrica. Rio de Janeiro, 1982.

19. A ENERGIA elétrica no Brasil - da primeira lâmpada à ELETROBRÁS. Biblioteca do Exército. Rio de Janeiro, Biblioteca do Exército, 1977.

20. ENERGIA: carvão x óleo. Substituição sempre devagar. Visão, São Paulo, 30 (35):62-4, ago. 1981.

21. FASSY, Amaury. Cana-de-açucar, grão, cereais, madeira. Qual a melhor saída? Rumos do Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 3(18):12-4, jul./ago. 1979.

22. ____. Dependência do petróleo importado. Rumos do Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 3(15):8-9, jan./fev. 1979.

23. FERNANDES, Marcos de Lima. O PROÁLCOOL e a política de comercialização de álcool no Brasil. Conferência feita no III Seminário Latino-Americano de bioenergia na Guatemala, 1983. Brasília, Eixo, 1983.

24. GALL, Norman. Arca de Noé: a energia a partir da biomassa no Brasil. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, (682): 21-45, mar./abr. 1979.

25. GAMA, Arthur Oscar Saldanha da. A energia térmica dos mares. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, (1/3): 47-50, jan./mar. 1975.

26. GUIMARÃES FILHO, Gilson Machado. Açucar e álcool, seus problemas e sua importância em Pernambuco. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, (682):121-37, mar./abr. 1979.

27. HAMMOND, Allen L. et alii. O futuro energético do mundo. Rio de Janeiro, Zahar, 1975.

28. MAIA, Nicanor. Fontes alternativas, o desafio brasileiro. Revista Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1:52-5, nov.1979.

29. MIRANDA, Décio J. Biomassa, a opção energética da Nestlé. São Paulo, Inova, 1983.

30. MONACHESI, Willian. Carvão, a arrancada em busca do tempo perdido. Revista Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1:62-5, nov. 1979.

31. NEVES, Tamoyo Pereira das. Aproveitamento da energia elétrica. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, (691):179-87, set./out. 1980.

32. NEWTON, Carlos. Nasce o acetiloto: um supergás brasileiro. Revista Minas e Energia, Rio de Janeiro, 2:56-7,fev.1980.

33. OS NOVOS campos. Revista Petrobrás, Rio de Janeiro, (288): 16-24, abr./jun. 1979.

34. NUCLEBRÁS. O programa nuclear brasileiro. Brasília, NUCLEBRÁS, 1977.

35. OLIVEIRA FILHO, Cesar Cals. Fontes alternativas de energia elétria. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS, 1978.

36. PAÍS triplicou suas reservas de gás em 10 anos. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 16 jul. 1984. p. 16.

37. PAULA, José Elias de. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. Atualidades do Conselho Nacional de Petróleo, Brasília, 12(72):31-45, jun./ago. 1980.

38. PEIXOTO, João Baptista. O desafio da crise energética. Rio de Janeiro, CAPEMI, 1981.

39. PENNA, João Camilo. O presente e o futuro do PROÁLCOOL. Brasília, Eixo, 1983.

40. PETROBRÁS anuncia dois novos tipos de diesel. Gazeta Mercantil, São Paulo, 26 mar. 1984. p. 14.

41. PETROBRÁS. Exploração e produção de petróleo no Brasil. Rio de Janeiro, s.d. Cadernos Petrobras, nº 3.

42. ____. Industrialização do xisto. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1981.

43. ____. O petróleo e a PETROBRÁS. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1981.

44. PIRAI DO SUL já produz gás a partir de esgoto e lixo. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 24 abr. 1984. p. 21.

45. PRODUÇÃO de petróleo atinge 500 mil barris por dia. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 29 jun. 1984. p. 15.

46. REVOLTA: preços da gasolina geram controvérsia. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 6 maio 1984. p. 38.

47. RODRIGUES, Eduardo Celestino. Eletrotermia. São Paulo, Editoras Unidas, s.d.

48. ____. Soluções energéticas. São Paulo, Editoras Unidas,1983.

49. SACCHETTI, Vicente. Alternativas para combustíveis navais. Portos e Navios, Rio de Janeiro, 22(246):25-31, fev. 1980.

50. SENNA, Milton Câmara. Energia: modelo alternativo, a biomassa na composição da matriz. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, (686):23-49, nov./dez. 1979.

51. SILVA, Paulo de Castro Moreira da & BASTOS NETTO, Demétrio. Emprego conjugado de energia solar e dos gradientes oceânicos. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, (7/9): 51-64, jul./set. 1976.

ESTE LIVRO DEVE SER DEVOLVIDO NA ÚLTIMA DATA CARIMBADA

30 JUN 88			
6 JUL 89			
23 MAI 03			
23 MAI 1995			

Autor: Silva, Ronald Gonçalves Da
Título: Fontes alternativas de energia.

00086851
81682

MB - EGN

Nº Pat.:0000711

MINISTÉRIO DA MARINHA
ESCOLA DE GUERRA NAVAL
Biblioteca

Silva, Ronald Gonçalves de

Fontes alternativas de energia

9-D-23

(711/87)

00016190000711
Fontes alternativas de energia
9-D-23