

R1
17



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CARVÃO

SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO
DE UM ANTE-PROJETO VISANDO O APROVEI-
TAMENTO DOS RECURSOS CARBONÍFEROS
DO BRASIL

Autores:

AMADEU PAIVA SANTOS

DEPEM/DIPROE

Rio de Janeiro

TELMO SUFFERT

SUREG-PA

Porto Alegre

COORDENADOR:

J. AFRÂNIO V. CARNEIRO

CHEFE DO DEPEM

Rio de Janeiro



MARÇO, 1979

ÍNDICE

	Pag.
1. INTRODUÇÃO	01
2. A SITUAÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL	04
2.1 - Energia Nuclear	04
2.2 - O papel do carvão	05
2.3 - Política carbonífera mundial	08
3. ÁFRICA DO SUL: UM EXEMPLO DE AUTO-SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA	10
3.1 - Reservas, produção e consumo de carvão	10
3.2 - Gaseificação e liquefação	11
4. A CONJUNTURA ENERGÉTICA BRASILEIRA E O PAPEL DO CARVÃO	13
4.1 - Alternativas para o petróleo	14
4.1.1 - Alcool	14
4.1.2 - Folhelhos betuminosos	15
4.1.3 - Carvão	16
5. OCORRÊNCIAS DE CARVÃO NO BRASIL	18
5.1 - Linhito	18
5.2 - Carvão betuminoso e sub-betuminoso	19
5.3 - Parâmetros geológicos de deposição	21
6. CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES BRASILEIROS	22
6.1 - Características dos produtos brutos e beneficiados	22
6.1.1 - Estágio de evolução ou "rank"	22
6.1.2 - Lavabilidade do carvão bruto	23
6.2 - Conceitos de reservas	24
6.3 - Dimensionamento de minas	26

ÍNDICE

	Pag.
7. JAZIDAS DA BACIA CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE	29
7.1 - Bloco do Rio Laranjeiras	31
7.2 - Bloco a NW, W e SW de Lauro Müller	32
7.3 - Bloco a NW, W e SW de Criciúma	35
7.4 - Bloco a SE de Criciúma	36
7.5 - Bloco a SE de Araranguá	38
7.6 - Bloco Sombrio-Torres	39
8. JAZIDAS DO RIO GRANDE DO SUL	41
8.1 - Jazida de Morungava	44
8.2 - Jazida de Charqueadas	49
8.3 - Jazida de Leão	53
8.4 - Jazida de Iruí	58
8.5 - Jazida de Candiota	62
8.6 - Jazidas menores	64
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	65
10. BIBLIOGRAFIA	68

1 - INTRODUÇÃO

A capacidade da utilização das várias formas de energia disponíveis no nosso planeta, tem sido, através dos tempos, fator fundamental no progresso da Humanidade. A representação gráfica da evolução do progresso humano, considerando o somatório dos seus conhecimentos e realizações através dos séculos, faria ressaltar na curva exponencial assim obtida, a existência de acentuadas inflexões de sentido positivo a cada descoberta e conseqüente utilização de novas fontes de energia.

Durante centenas de milhares de anos, a única forma de energia utilizada pelo homem, foi, de início, a sua própria força muscular e mais tarde a de animais que conseguiu domesticar. O progresso conseguido durante esta longa aurora da humanidade, foi irrelevante.

A descoberta, no 4º milênio a.C., no Egito e na Mesopotâmia, da utilização da energia eólica na navegação, possibilitou as viagens marítimas de longo curso, conduzindo à descoberta de novos continentes, de novas riquezas, de outros povos e diferentes culturas, e à expansão do comércio e das idéias.

A energia hidráulica foi também utilizada na Antiguidade por meio de rodas de água, para irrigação e moagem de cereais.

Com a invenção da máquina a vapor no final do século XVIII, e a utilização do carvão como fonte de energia, inicia-se nova era de espetacular progresso da Humanidade.

A abundante força motriz conseguida, obtida pela transformação da energia contida em um combustível abundante como o carvão, possibilitando a produção industrial em massa e o transporte de pessoas e mercadorias com rapidez e grande capacidade de carga, tanto por via marítima como terrestre, alterou profundamente o panorama técnico, científico, econômico, político e social do globo.

A energia eólica e a hidráulica que tantos benefícios trouxeram para a humanidade, perderam progressivamente importância, sendo substituídas pela nova fonte de energia, o carvão, a quem se fica devendo o enorme surto de progresso verificado no século XIX.

Duas novas realizações técnicas surgidas ainda no último quarto do século passado, o gerador de corrente elétrica e o motor de combustão interna, vieram permitir a utilização em larga escala de duas fontes energéticas já conhecidas; a energia hidráulica e o petróleo, este último praticamente inaproveitado até então.

O motor de combustão interna, graças às suas reduzidas dimensões e peso, associados a um elevado rendimento e ao fácil transporte do combustível utilizado, muito rapidamente se impôs desde o início do século XX, como substituto inigualável da máquina a vapor na geração de força motriz e de energia elétrica, conduzindo à sua aplicação generalizada em todo o mundo. Em consequência, e paralelamente, o consumo de petróleo vem aumentando desde o início do século em progressão geométrica. Enquanto isso, o carvão perdeu importância relativa, e após a 2ª Guerra Mundial baixaram os quantitativos da produção nos

países industrializados.

Se na história energética mundial, o século XIX pode ser considerado como o Século do Carvão, o presente é, sem dúvida o Século do Petróleo. De fato a ele se ficará devendo o espantoso progresso verificado em todos os setores da atividade humana nestes três primeiros quartos do século, e sem igual na história da humanidade.

Mas, tal como o carvão, o petróleo não é uma fonte de energia renovável, e as reservas recuperáveis atualmente conhecidas deste combustível líquido, aproximam-se rapidamente do esgotamento, o que deverá ocorrer dentro de 30 a 40 anos, se se mantiver a atual taxa anual de aumento do consumo.

O aproveitamento da energia atômica para utilização pacífica, pouco após o final da 2ª Guerra Mundial, veio aumentar a lista das fontes de energia de que o mundo passou a dispôr e a poder utilizar. As esperanças postas neste novo tipo de energia levaram à afirmação de que uma nova era havia despertado para a Humanidade: a Era Atômica.

Esta realização foi, do ponto de vista técnico, realmente formidável. Lembremos no entanto que, embora a quantidade de energia obtida em relação ao volume de combustível seja incomensuravelmente superior à do petróleo, a tecnologia atual ainda não consegue, nem prevê a curto prazo, a realização de reatores atômicos de dimensões e peso comparáveis aos dos motores de combustão interna. Assim, a utilização da energia nuclear deverá circunscrever-se, pelo menos até ao final do século, à sua transformação em energia térmica e elétrica.

2 - A SITUAÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL

A chamada "crise do petróleo" surgiu em 1973, quando os países da O.P.E.P. impuzeram um aumento do preço do petróleo bruto que chegou a quatro vezes o seu preço anterior, o qual continua em alta de então para cá e sem perspectivas de regressão.

Este acontecimento, que abalou fortemente a economia mundial baseada no petróleo, e em especial a dos países industrializados, veio despertar as atenções para a crise energética em geral e a dos combustíveis líquidos em particular.

2.1 - Energia Nuclear

A energia nuclear foi considerada, principalmente nos países desenvolvidos, como um meio capaz de resolver as necessidades futuras do aprovisionamento em energia.

Os programas nucleares estabelecidos logo após a crise de 1973, previam a instalação de 900 GW (Giga Watt = 10^9 Watts) em 1985 e 3.500 a 4.000 GW no ano 2.000, o que corresponderia a 10 ou 15% das necessidades energéticas em 1985 e a 20 ou 30% no fim do século. No entanto, o desenvolvimento de programas de energia nuclear está sujeito a problemas de ordem econômica, técnica e política, que se refletiram desfavoravelmente nas previsões inicialmente feitas. Assim, prevê-se atualmente valores de produção de energia nuclear de 300 a 400 GW em 1985 e de 1.500 a 2.000 GW no ano 2.000, ou seja, 3,5 a 6,5% das necessidades energéticas mundiais em 1985 e 8,5 a 15% no

ano 2.000.

Entre os vários problemas que afetam o desenvolvimento da energia nuclear podem citar-se:

- As incertezas sobre o custo dos investimentos;
- a limitação das reservas conhecidas de urânio do mundo, sendo pois necessário passar rapidamente ao estágio dos super-regeneradores de forma a utilizar plenamente a potencialidade energética contida nessas reservas;
- a incerteza sobre os atrasos no funcionamento operacional dos super-regeneradores;
- o problema do tratamento dos rejeitos;
- as diversas questões políticas que se levantam com referência ao desenvolvimento deste tipo de energia;
- os perigos de contaminação radioativa por acidentes, obrigando a rigorosas medidas de segurança de elevado custo.

Verifica-se assim, que as estimativas iniciais quanto à contribuição da energia nuclear na resolução dos problemas energéticos dos próximos decênios eram demasiado otimistas, e que essa contribuição será muito modesta.

2.2 - O papel do carvão

No quadro a seguir, apresenta-se o panorama energético mundial para os combustíveis fósseis com a indicação das reservas e consumo previstos para o ano 2000.

Estes valores põem claramente em evidência a importância do papel que pode e deve desempenhar o carvão, a curto e médio prazo, no provisãoamento energético mundial.

DADOS DA CONFERÊNCIA MUNDIAL DE ENERGIA (TEHERAN, 1977)*

Valores em 10^9 TEC (toneladas equivalentes de carvão)

			Carvão	Petróleo	Gás	Folhelho Betuminoso	Total
Reservas	10^9 TEC	a	640	143	80,7	42,9	907
	%		70,6	15,8	8,9	4,7	100
Recursos	10^9 TEC	b	10.126	300**	278	144***	10.848
Potenciais	%		93,3	2,8	2,6	1,3	100
Consumos	1976	c	3,364	4,072	1,768	-	9,204
Previstos	2000	d	7,0	8,8	4,8	?	20,6
Duração de Consumo (em anos)		a/c	190	35	46		
		b/d	1.440	34	58		

* Citados por ALPERN, M.B., comunicação verbal (exceto as duas últimas linhas).

** Incluindo mares profundos e zonas polares, o total sobe a 429×10^9 TEC.

*** Considerado o limite mínimo de 100 l de querogênio por t de folhelho.

Sem limite mínimo, o total sobe a 463×10^9 TEC.

Nota: Não está incluído o urânio, cujos recursos mineráveis segundo J. SOREL, 1974, representam entre 2% e 4% dos recursos energéticos totais mineráveis.

Os recursos potenciais de combustíveis fósseis sólidos são pelo menos nove vezes maiores que os recursos juntos de petróleo bruto, gás natural e folhelhos betuminosos de elevado teor oleígeno.

Para que deva ser tomado em consideração quanto ao seu aproveitamento, um recurso mineral deve obedecer às seguintes condições:

- É preciso que haja necessidade do seu consumo;
- É preciso que se encontre em quantidade suficiente para satisfazer à necessidade de consumo;
- Deverá existir a tecnologia que permita transformá-lo em uma substância utilizável.

O carvão preenche todos os requisitos acima enunciados, com especial relevância para o primeiro, face ao esgotamento previsível das reservas petrolíferas mundiais dentro de alguns decênios.

Assim, o carvão, que desempenhou durante o século XIX papel fundamental no desenvolvimento do progresso humano, deverá reassumir neste final de século, lugar destacado, por imprescindível, no abastecimento energético mundial.

O escritor francês especializado em questões energéticas Jean-Louis Lemarchand, afirma: - "Quando o mundo se deparar com a crise energética por volta do ano 2000, o carvão regressará e vingará-se do petróleo que o destruiu no século XX".

O carvão vem sendo utilizado essencialmente para

a satisfação das seguintes necessidades:

- Sob a forma de coque, para a fabricação do aço;
- Sob a forma de combustível, para o fornecimento de energia às usinas termoelétricas, para as transformações industriais diversas e para o aquecimento ambiental;
- Como matéria prima para a obtenção de gás, hidrocarbonetos líquidos e de produtos petroquímicos.

O consumo mundial de carvão foi em 1977 de 2540×10^6 t das quais 640×10^6 t de carvão metalúrgico, ou seja cerca de 25% do total.

As restantes 1900×10^6 t foram na sua quase totalidade consumidas para satisfazer as necessidades referidas no segundo item.

O consumo de carvão para a produção de gás, hidrocarbonetos líquidos e produtos petroquímicos só recentemente começou a ter algum significado em relação ao consumo total mundial, exceção feita à África do Sul, onde desde 1955 se vem efetuando a gaseificação e a liquefação do carvão a nível comercial.

Contudo, o interesse pelo processo vem aumentando, tendo sido construídas, entre 1950 e 1974, vinte e cinco usinas de conversão de carvão em várias partes do mundo.

2.3 - Política carbonífera mundial

Face aos elevados preços atingidos pelo petróleo bruto, à dependência das fontes abastecedoras pouco diversificadas e localizadas em área politicamente muito instável, à próxima escassez a curto prazo e finalmente ao total esgotamen

to das reservas, vêm as nações industrializadas praticando uma ativa política carbonífera que se desenvolve em duas frentes:

Na frente interna, visando:

- O aumento das produções próprias;
- A generalização da utilização do carvão nas novas usinas termoelétricas, incentivando ao mesmo tempo a transformação das antigas queimando derivados do petróleo, para a queima de carvão;
- O aumento da utilização do carvão nas indústrias de transformação;
- A generalização da utilização do carvão no aquecimento ambiental;
- A instalação de usinas de conversão de carvão (gaseificação e liquefação).

Na frente externa, objetivando:

- Assegurar um abastecimento certo, em fontes diversificadas, por meio de contratos a longo prazo e pela implantação mineira no estrangeiro com tomadas de participação ou compra.

A Polônia, a Alemanha Ocidental, a África do Sul, o Canadá e a Austrália, planejam quase todas duplicar a sua produção de carvão nos próximos 10 anos e triplicá-la no ano 2000.

Nos Estados Unidos, a "National Electric Council" prevê para 1985 um consumo de carvão da ordem dos 800 milhões de TEC em usinas termoelétricas.

Também nos E.U.A. se vem assistindo desde o final da década de 60, ao interesse das grandes companhias petrolífe-

ras, como a Continental Oil, a Exxon, a Gulf e a Texaco, pelo desenvolvimento dos programas carboníferos, realizando largos investimentos na tecnologia de conversão, e assegurando ainda posições nos recursos mundiais, na produção e no comércio do carvão.

O mundo prepara-se assim, para a urgente e necessária reestruturação da sua política energética, consciente de que as reservas de petróleo são finitas, e que, mesmo a curto prazo, a produção de petróleo e gás natural não poderão assegurar as necessidades, sempre crescentes, de uma energia sem a qual a nossa civilização entraria em colapso a curto prazo.

3 - ÁFRICA DO SUL: UM EXEMPLO DE AUTO-SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A república da África do Sul, em consequência do seu isolamento político, da inexistência de combustíveis fósseis líquidos no seu território e de limitadas disponibilidades hídricas, viu-se forçada a dedicar desde o início da sua industrialização, uma atenção muito especial ao aproveitamento das suas importantes reservas carboníferas. É assim que, o carvão mineral, supre atualmente 75% das necessidades energéticas do país, comparado com 3% no Brasil.

3.1 - Reservas, produção e consumo de carvão

A estimativa das reservas mineráveis "in situ", até à profundidade de 300 m, com teor máximo de cinzas de 35%, é de $81,3 \times 10^9$ toneladas, das quais 25×10^9 toneladas são recuperáveis nas condições econômicas atuais.

A produção de carvão betuminoso das 42 minas existentes, rondou os 83 milhões de toneladas em 1977, das quais 72 milhões foram consumidas localmente (ou seja, cerca de 10 vezes o consumo do Brasil), tendo sido exportadas 10,5 milhões de toneladas. Foram ainda produzidas 2,5 milhões de toneladas de antracito.

Os aumentos da produção e do consumo no espaço de cinco anos, entre 1972 e 1977, foram respectivamente de 42% e 28%. Em 1972 a produção foi de 58,2 milhões de toneladas e o consumo de 56 milhões de toneladas.

Cerca de 50% da produção é consumida nas usinas termoelétricas, cabendo o restante às estradas de ferro, indústrias, minas, produção de coque e gás, reconversão e usos domésticos.

O carvão ocorre em camadas horizontais de espessuras variando entre 1,0 metros e 8,0 metros, em profundidades que excedem por vezes os 300 metros.

Tal como acontece no Brasil, verificam-se grandes variações na profundidade, espessura, número e qualidade das camadas de uma para outra jazida.

Dado que a lavra das minas sul-africanas é relativamente fácil, os preços do carvão e da eletricidade são inferiores à média mundial.

3.2 - Gaseificação e liquefação

A utilização do carvão para a gaseificação e a liquefação, foi iniciada em 1950 através da South África Coal Oil and Gas Corporation Limited (SASOL).

A usina SASOL I iniciou a sua produção em 1955. Uma nova usina, a SASOL II de maior capacidade, encontra-se em fase adiantada de construção, devendo entrar em laboração em 1981. A sua produção em 1982, suprirá 25% das necessidades em combustíveis líquidos da África do Sul. Além dos hidrocarbonetos líquidos, obtém-se ainda no processo de conversão, dezesseis diferentes produtos petroquímicos e entre eles, sulfato de amônia em porcentagem elevada.

Os processos de conversão foram pesquisados na Alemanha entre 1910 e 1930. Bergius, desenvolveu um processo para a liquefação do carvão por hidrogenação a alta temperatura e pressão, a qual produziu em 1944, nas 18 usinas instaladas, quatro milhões de toneladas de óleo combustível e gasolina para aviação a fim de atender às necessidades da guerra.

Fischer e Tropsch desenvolveram um processo para a redução catalítica do monóxido de carbono, obtendo vários hidrocarbonetos líquidos. Tanto a SASOL I como a SASOL II, utilizam uma variante do processo de síntese estabelecido por Fischer-Tropsch.

No que se refere à gaseificação, são utilizados os processos Lurgi e Koppers - Totzek.

O abastecimento da nova usina SASOL II, que se localiza na vizinhança imediata da jazida, é feito diretamente da mina por correia transportadora. A extração é realizada por quatro "longwall" com oito frentes de lavra contínua, com uma produção máxima possível de 12 milhões de toneladas/ano.

A África do Sul prevê que em 1990 as suas necessidades em petróleo serão satisfeitas pela conversão de 70 a 80

milhões de toneladas de carvão. O consumo total previsto para o ano 2000 destinado à conversão e a outros fins, é de 200 milhões de toneladas.

Pelo exposto se constata que a República da África do Sul prepara-se, ao que tudo indica com pleno êxito, para vencer a grande crise mundial de abastecimento de petróleo, a qual, segundo estudo recentes, deverá começar a fazer sentir os seus efeitos com maior premência a partir de 1990.

4 - A CONJUNTURA ENERGÉTICA BRASILEIRA E O PAPEL DO CARVÃO

O desenvolvimento do Brasil, durante o século passado, foi essencialmente baseado na agricultura, mercê de fatores geopolíticos vários, entre os quais a política econômica imposta por Portugal e também pela Inglaterra, a enorme extensão territorial, a baixa densidade demográfica e o afastamento dos centros mundiais tecnicamente mais desenvolvidos.

Por esta razão, o Brasil fez a sua entrada na chamada Era Industrial já no presente século, resultando em consequência a adoção de um modelo de desenvolvimento industrial tendo o petróleo como fonte energética de base. A incipiente indústria brasileira de mineração de carvão dos fins do século XIX, não encontrou pois, em razão da exiguidade do mercado consumidor, terreno propício à sua expansão, com exclusão de dois curtos períodos durante a 1ª e 2ª Guerras Mundiais, daí resultando a fraca tradição carvoeira do Brasil.

Por outro lado, a produção brasileira de petróleo supre somente 16% da demanda interna, que é atualmente de cerca

de 1.100.000 barris/dia, verificando-se, em consequência, um enorme dispêndio de divisas gastas na importação do petróleo em déficit, o que vem onerando pesadamente a balança comercial, com relexos nefastos na dívida externa e na inflação.

4.1 - Alternativas para o Petróleo:

Três novas fontes de combustível vêm sendo encaixadas no Brasil como alternativas capazes de suprir o déficit de petróleo no abastecimento do mercado interno: o álcool, os folhos betuminosos e o carvão.

4.1.1 - Álcool:

Dada a forte tradição agrícola do país e em especial a da cultura da cana sacarina, os estudos técnicos da utilização do álcool como combustível e o planejamento da produção, encontram-se em fase muito avançada, prevendo-se a sua concretização a muito curto prazo.

Refira-se a este respeito, que o volume de álcool necessário ao fim em vista, além de difíceis problemas de estocagem, exigirá quantidades colossais de matéria prima, obrigando portanto à prática de uma monocultura intensiva em áreas muito extensas e sempre crescentes, que abrangerão vários milhões de hectares, com o conseqüente e progressivo empobrecimento do solo em nutrientes naturais e a necessidade da reposição por adubação química, a curto prazo e em quantidades cada vez maiores, dos elementos exauridos. Para tal torna-se necessário desenvolver paralelamente a mineração de fertilizantes.

O procedimento implicará necessariamente, em um aumento substancial do preço do produto final a obter, o qual se desejaria o mais competitivo possível, e a degradação do solo nacional, riqueza que importa preservar.

4.1.2 - Folhelhos Betuminosos:

Os folhelhos betuminosos são rochas clásticas finas, físseis, que apresentam impregnação de óleo sob a forma de querogêneo, em proporções variáveis. No Brasil tais rochas são encontradas com espessuras de 5 m a 10 metros na formação IRATI, que aflora quase sem interrupções desde o Estado de São Paulo até à fronteira com o Uruguais no Rio Grande do Sul.

No Estado de São Paulo o teor em óleo é baixo, geralmente inferior a 4%. No Estado do Paraná (São Mateus do Sul), os teores variam entre 6,4% e 9,5% e no Rio Grande do Sul, (São Gabriel e D. Pedrito) os teores médios vão de 6,55% a 7,41%.

As reservas conhecidas em barris de óleo (1 barril = 159 litros), são as seguintes:

São Pedro do Sul :	600 x 10 ⁶
São Gabriel :	150 x 10 ⁶
Dom Pedrito :	350 x 10 ⁶
TOTAL :	1.100 x 10 ⁶

As reservas mencionadas, podem vir a ser grandemente aumentadas por uma pesquisa sistemática ao longo das áreas de afloramento.

A PETROBRÁS construiu e tem em funcionamento em S. Mateus do Sul, no Estado do Paraná, uma usina piloto de destilação de folhelhos betuminosos com uma produção de 1000 barris/dia, processando 2.200 t/dia de matéria prima. Além de óleo são também produzidos 36.500 m³/dia de gás combustível e 17 t/dia de enxôfre.

A futura usina comercial, que exigirá vultuoso in

vestimento, (1 bilhão de dólares) prevê uma produção diária de 68.000 barris dos quais 18.000 barris/dia serão consumidos no processamento.

O desmonte e a movimentação do grande volume de matéria prima destinada à usina comercial, (150.000 t/dia) assim como a reposição de terreno e a preservação do meio ambiente, originarão problemas cuja solução é difícil e dispendiosa.

O aproveitamento dos folhelhos betuminosos para a obtenção de hidrocarbonetos representa, no entanto, pelas grandes reservas existentes e mau grado os problemas que envolve, contribuição que deve ser tomada em consideração na difícil conjuntura do abastecimento em combustíveis líquidos do final do século.

4.1.3 - Carvão:

Do enorme esforço que vem sendo desenvolvido na presente década pelo Departamento Nacional da Produção Mineral na pesquisa de carvão, através do convênio DNPM/CPRM, resultou uma notável alteração nos valores das reservas carboníferas do País anteriormente conhecidos.

Assim, as reservas geológicas totais de carvão "in situ" no Brasil, são atualmente estimadas em 14.300×10^6 toneladas, das quais 99,7% se localizam nos Estados de Santa Catarina (2240×10^6 t) e do Rio Grande do Sul (12025×10^6 t). Os resultados já conhecidos dos projetos de pesquisa atualmente em execução pela CPRM, levam no entanto a concluir que o total acima referido poderá passar até ao final do corrente ano para 15.000×10^6 toneladas, o que coloca em evidência a importância do carvão como fonte energética disponível no Brasil. No entanto, estes números

deverão aumentar ainda mais com o prosseguimento da pesquisa nos próximos anos, e alcançar valores que situarão este bem mineral em lugar destacado entre as fontes de energia utilizáveis, e em primeiro lugar como matéria prima para a obtenção de combustíveis gasosos e líquidos e de produtos petroquímicos.

Vale ainda referir, que além do substancial aumento das reservas de carvão sub-betuminoso para utilização em termoelétricas, a pesquisa revelou a existência pela primeira vez no Rio Grande do Sul, de uma jazida de carvão betuminoso de que o Brasil é carente, com reservas geológicas estimadas em 657×10^6 t. Parte desta tonelagem, após beneficiamento, pode ser utilizada como carvão metalúrgico.

Assim, mesmo que se considere somente as reservas atualmente conhecidas, sem entrar em linha de conta com as futuras descobertas, o Brasil encontra-se já em posição favorável para enfrentar a crise de abastecimento de petróleo prevista para o final do século, pela possibilidade do aumento da proporção de carvão no balanço energético do País.

Para tal, deverá no entanto reestruturar rapidamente a sua política energética em moldes semelhantes àqueles que outros países industriais vêm adotando, conforme anteriormente mencionamos, preparando-se assim para a entrada no Novo Século do Carvão sem atrasos que poderiam trazer danos irreparáveis ao desenvolvimento do Brasil.

Impõe-se pois, como passo inicial, o pleno aproveitamento dos recursos carboníferos conhecidos no País, com a instalação de minas de maior capacidade e moderna tecnologia, de forma a poder atender, com um aumento de produção que deverá ser

exponencial, à demanda sempre crescente que essa reestruturação originará.

A atual contribuição do carvão mineral, de que o País possui reservas relativamente importantes, no abastecimento energético do Brasil é insignificante, representando pouco mais de 3% do total, enquanto que o petróleo e o gás natural, que escasseiam, contribuem em conjunto com 43%.

Outro fato que chama a atenção no atual panorama energético brasileiro, é que a lenha e o carvão vegetal suprem cerca de 27% das necessidades de consumo. Nos Estados Unidos, esta porcentagem é de apenas 2%. Ora, como se sabe, a remoção da cobertura vegetal em países tropicais acarreta em geral graves consequências nos aspectos pedológico e climático, provocando a lateritização e a erosão do solo arável e a alteração do regime pluviométrico e da capacidade de drenagem fluvial da região desmatada. Para obstar a tais calamidades, torna-se necessário proceder ao rápido reflorestamento das áreas exploradas, o que implica investimentos de vulto. Assim, por exemplo, o orçamento do Fundo de Investimentos Setoriais para Reflorestamento em 1978, foi de 6 bilhões 383 milhões de cruzeiros, ou seja, quase o triplo dos investimentos na mineração!

5 - OCORRÊNCIAS DE CARVÃO NO BRASIL

5.1 - Linhito

O linhito ocorre na Bacia do Amazonas, na parte ocidental do Estado do mesmo nome, na zona limítrofe entre o Brasil, Peru e Colômbia.

Com o objetivo de determinar o potencial linhítico na região, foi realizado pela CPRM através do Convênio DNPM/CPRM, o Projeto Carvão no Alto Solimões, no âmbito do qual foram executados 84 furos de sondagem com uma metragem total de 14.272 metros.

As intercalações de linhito encontram-se na Formação Solimões de idade Neogênica. São por vezes numerosas, constituindo em geral níveis de 20 a 30 cm de espessura, esparsos e aparentemente sem continuidade lateral. A espessura máxima encontrada foi de 1,65 metros.

As análises revelaram teores médios de cinzas de 47%, teores de carbono fixo de 25% e de 8% de enxôfre.

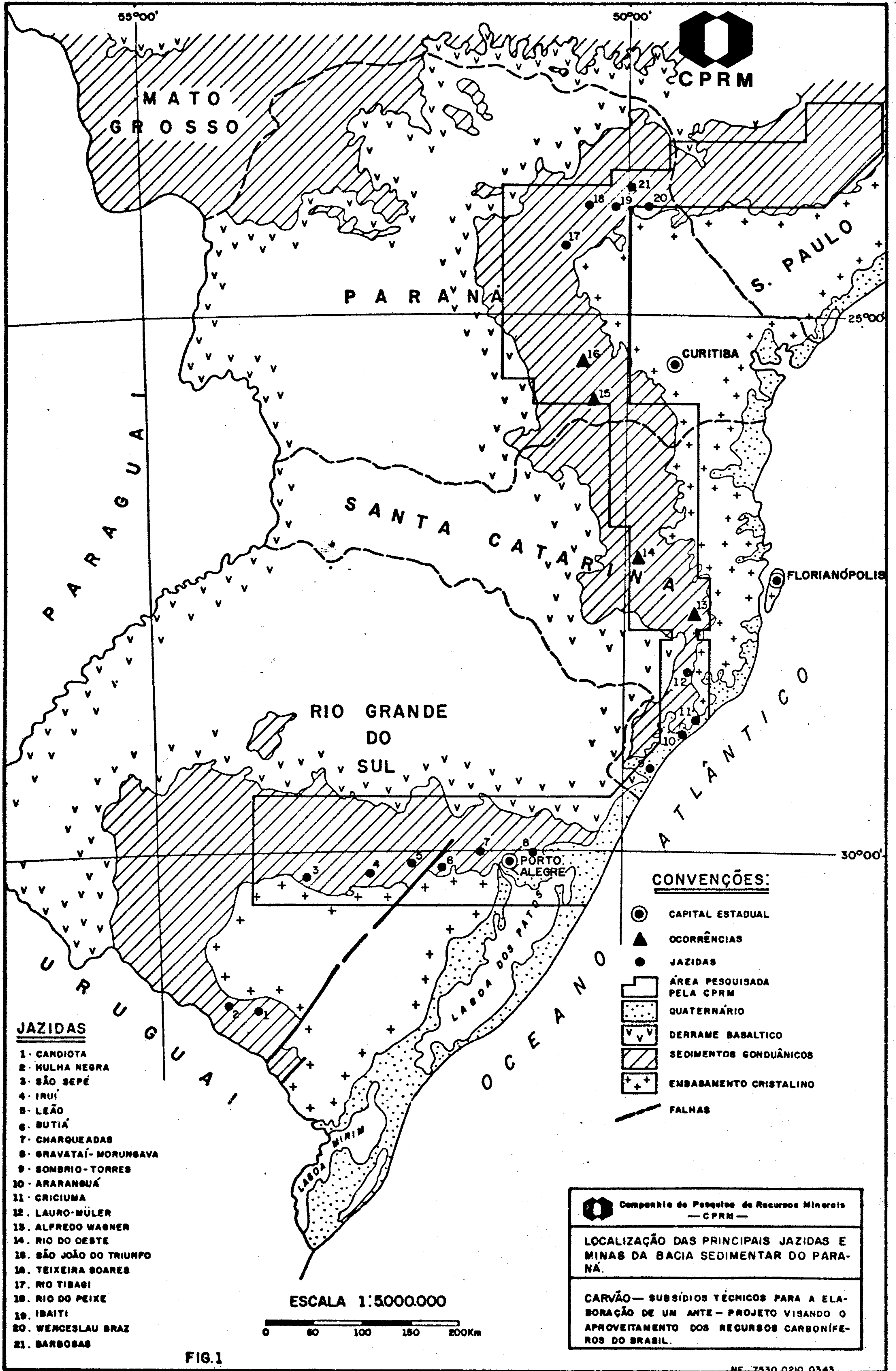
A baixa qualidade do material pesquisado e a reduzida espessura dos leitos até agora encontrados, associados à sua aparente descontinuidade, levam a concluir que as reservas geológicas totais de linhito "in situ", estimadas em 36×10^9 t deverão ser consideradas como de "fonte sub-econômica identificada de linhito", enquanto não foram obtidos novos dados por detalhamento de pesquisa naquela área.

5.2 - Carvão betuminoso e sub-betuminoso

As jazidas conhecidas de carvão betuminoso e sub-betuminoso, são de idade permiana média a superior. Localizam-se todas na Bacia Sedimentar do Paraná e na sua quase totalidade nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (fig. 1). As reservas geológicas "in situ" atualmente conhecidas, são de 2240×10^6 toneladas em Santa Catarina e de 12025×10^6 toneladas no Rio Grande do Sul. As reservas nos Estados do Paraná e S. Paulo são



CPRM



JAZIDAS

- 1. CANDIOTA
- 2. MULHA NEGRA
- 3. SÃO SEPÉ
- 4. IRUI
- 5. LEÃO
- 6. BUTIÁ
- 7. CHARQUEADAS
- 8. GRAVATAÍ-MORUNGAVA
- 9. SOMBRIO-TORRES
- 10. ARARANGUÁ
- 11. CRICIUMA
- 12. LAURO-MÜLER
- 13. ALFREDO WAGNER
- 14. RIO DO OESTE
- 15. SÃO JOÃO DO TRIUNFO
- 16. TEIXEIRA SOARES
- 17. RIO TIBASI
- 18. RIO DO PEIXE
- 19. IBAITI
- 20. WENCESLAU BRAZ
- 21. BARBOSAS

CONVENÇÕES:

- CAPITAL ESTADUAL
- ▲ OCORRÊNCIAS
- JAZIDAS
- ÁREA PESQUISADA PELA CPRM
- QUATERNÁRIO
- DERRAME BASÁLTICO
- SEDIMENTOS GONDWÂNICOS
- EMBASAMENTO CRISTALINO
- FALHAS

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
— CPRM —

LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS JAZIDAS E MINAS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ.

CARVÃO — SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ANTE-PROJETO VISANDO O APROVEITAMENTO DOS RECURSOS CARBONÍFEROS DO BRASIL.

ESCALA 1:5000.000



FIG.1

respectivamente de 47×10^6 toneladas e de 3×10^6 toneladas, sem significação em termos brasileiros.

5.3 - Parâmetros Geológicos de Deposição

A Bacia Sedimentar do Paraná é uma bacia intracra_tônica estável, que esteve sujeita a uma movimentação epirogenética lenta e de fraca amplitude. As formações gonduânicas são, por essa razão, geralmente pouco espessas, salvo em algumas áreas restritas onde localmente se observam espessamentos rápidos e relativamente acentuados, motivados por reativação tectônica contemporânea à sedimentação.

Em consequência da relativa estabilidade da bacia, os movimentos de subsidência durante a deposição da Formação Rio Bonito, portadora de carvão, foram também lentos e de amplitude restrita, originando a deposição de camadas de carvão em número reduzido e com pequena possança.

As características do movimento subsidente refletem-se também negativamente na composição petrográfica do carvão, que se revela em geral pobre em vitrinita, o que explica as fracas propriedades coqueificantes dos carvões brasileiros.

No Rio Grande do Sul, a irregularidade do paleorelevo do embasamento, o qual é ali com frequência o substrato sob o qual se depositou a formação Rio Bonito, associado à movimentação tectônica contemporânea à sedimentação, originaram as grandes variações que se observam tanto na espessura como na qualidade das camadas de carvão, entre as várias jazidas e também dentro de uma mesma jazida.

O conjunto de faciés sedimentares presentes na

formação Rio Bonito definem sistemas deposicionais deltaicos com maior influência dos processos fluviais determinantes de deltas do tipo construtivo.

Em Santa Catarina nos episódios de sedimentação deltaica das unidades litológicas inferior e superior, intercala-se um episódio marinho transgressivo.

6 - CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES BRASILEIROS

6.1 - Características dos produtos brutos e beneficiados

Na maioria dos bens minerais, a qualidade das jazidas pode ser definida à base de dois parâmetros principais: o teor médio do elemento útil e a natureza da ganga (óxido, silicato, carbonato, sulfeto, etc.). O carvão exige abordagem completamente diferente e mais complexa, pois não é apenas fonte de um elemento ou componente útil, mas sim toda a rocha da jazida que constitui a matéria prima. Por isso é indispensável conhecer não apenas os teores dos constituintes úteis (principalmente carbono) e nocivos (cinzas, enxôfre, etc.), mas também a maneira mais ou menos íntima em que se misturam os componentes, a natureza e modo de deposição da matéria prima vegetal, o estado metamórfico a que chegou a jazida através de sua história geológica e as características físicas e químicas do estéril. Numa visão sucinta, há dois aspectos primordiais no estudo das jazidas brasileiras:

6.1.1 - Estágio de evolução ou "rank"

A matéria vegetal, após decomposição anaeróbia inicial, transforma-se em turfa. Pela compactação causada por depósitos superpostos e por leve aquecimento, essa se transforma, sucessivamente em linhito e em carvão sub-betuminoso. Aquecimento e

pressão mais intensos e mais demorados produzem o carvão betuminoso, único cuja gama de qualidades permitem utilização como matéria prima de coque siderúrgico. Continuando-se os processos metamórficos, desaparecem as qualidades coqueificantes e chega-se, sucessivamente, ao antracito, ao meta-antracito e à grafite. Há numerosas subdivisões desses sete estágios apresentados resumidamente. Para cada uma delas variam as características dos carvões e, portanto, as respectivas faixas de aplicações.

6.1.2 - Lavabilidade do carvão bruto

Junto com a matéria vegetal, que dá origem ao carvão, deposita-se maior ou menor proporção de argilas inorgânicas, que resultarão nas cinzas. Quanto menor o teor em cinzas, tanto mais puro e leve o carvão; essa correlação entre as duas propriedades permite separar várias qualidades de produto beneficiado com aparelhos baseados em métodos gravimétricos (jigs, ciclones, mesas concentradoras, etc.). Tanto quanto a proporção de cinzas, é importante considerar sua mais ou menos íntima mistura com a matéria carbonosa. Por exemplo, o carvão bruto da camada Barro Branco em Santa Catarina possui 60% a 65% em cinzas, contra apenas 50% a 55% no carvão de Candiota. Mas nessa última, as matérias orgânica e inorgânica estão muito finamente distribuídas, dificultando a liberação seletiva e conseqüente extração econômica de uma fração mais nobre; no 1º caso, quando da formação da camada, foram depositados alternadamente, ora matéria vegetal mais pura, ora quase só argila, ora misturas mais ou menos equivalentes. Por isso, aí é fácil, em dois beneficiamentos consecutivos, separar três frações: 12% a 20% de carvão de melhor qualidade, com 18,5% em cinzas, 12% a 20% de carvão misto com 40% em cinzas, e finalmente refugo franco. Como há uma gama contínua entre a matéria car

bonosa pura e a argila pura, os teores das várias frações podem ser alterados conforme o interesse econômico, sacrificando a qualidade pelo rendimento ou vice-versa. Em Santa Catarina, por exemplo, pode-se separar só o "filet mignon" da fração nobre; é viável (e já foi feito, industrialmente) baixar a cinza até 15%, mas o rendimento dessa fração baixa de cerca de um terço.

Em vista dessa ampla e complexa variação de qualidade, tanto entre jazidas como dentro de uma jazida, é necessário projetar coordenadamente a mina e a instalação consumidora. Por exemplo, para uma termoelétrica, quanto menor o teor em cinzas do carvão a utilizar, maior será seu poder calorífico e, portanto, mais econômico o projeto da usina, menor o custo de operação e menor o de transporte do carvão e da disposição dos rejeitos. Mas, como consequência, também menor será a proporção de carvão recuperável por tonelada de produção bruta extraída da mina; em consequência, mais caro será esse carvão e menor a vida útil da jazida. Relações semelhantes ocorrem para todas as demais utilizações possíveis, seja na siderurgia, seja na gaseificação ou na carboquímica. Portanto, só um projeto coordenado de produção e consumo pode otimizar os resultados econômicos.

6.2 - Conceitos de reservas

A CPRM, em convênio com o DNPM, executou pesquisas nas principais jazidas do Paraná, de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com exceção da de Candiota. Após análise dos estudos anteriores, foram executados, a partir de 1971 em Santa Catarina e no Paraná e a partir de 1975 no Rio Grande do Sul, 750 furos de sondagem, totalizando mais de 175.000 m. De 1973 em diante foram feitas avaliações das reservas, com critérios tanto quanto possível

uniformes (ocorrendo, entretanto, aperfeiçoamentos gradativos),
expostos a seguir.

a) Procurou-se estabelecer, de acordo com as características do carvão, espessuras mínimas abaixo das quais esse bem mineral foi considerado anti-econômico e, portanto, não minerável. Esses limites variam com a qualidade do carvão e são diferentes para cada jazida, podendo variar dentro da mesma jazida se houver variação lateral de qualidade ou se houver camadas superpostas de diferente constituição. Mudanças futuras de variáveis econômicas ou melhores processos de lavra, beneficiamento e consumo, poderão no futuro alterar esses limites.

b) A partir das informações dos furos de sondagem, dos afloramentos e das frentes em lavra, calcularam-se os volumes e massas de carvão jacente. A cubagem foi sempre executada com critérios conservadores; para cada jazida ou camada, é difícil que um adensamento das sondagens diminua as reservas globais; é bastante provável, pelo contrário, que haja moderadas ampliações. Para cada jazida e, em geral, para cada camada, esse carvão jacente tem características peculiares e variadas. Assim, a totalização de reservas nacionais representa somatório de parcelas heterogêneas, e deve ser usada com muita cautela.

c) As reservas foram classificadas, com base no Código de Mineração Brasileiro, em medida, indicada e inferida, de acordo com a maior ou menor proximidade dos pontos de controle e, portanto, da maior ou menor segurança quanto a volume e qualidade desse bem mineral.

d) Não foram consideradas dificuldades de extração por acidentes geológicos, por coberturas elevadas, pela superposi

ção de camadas em curtos intervalos verticais, etc. De um modo geral, incluindo também as perdas de lavra e beneficiamento, estima-se que, das reservas "in situ", de 40% a 60% possam ser consideradas como reservas recuperáveis, variando com métodos, equipamentos e circunstâncias locais.

6.3 - Dimensionamento de minas

Numa instalação industrial em geral, a localização e o porte da fábrica dependem de 3 fatores primordiais: acesso de matérias primas, considerações técnicas e econômicas do processo de fabricação e mercado de consumo. No caso da mineração carbonífera, pelo contrário, o condicionante mais importante é representado pelas condições de jazimento.

No hemisfério Norte, e em especial nos EUA, há vastas bacias com camadas espessas superpostas, quase planas, e com rendimentos em $\frac{\text{carvão beneficiado}}{\text{carvão bruto}}$ quase sempre maior que 80%.

Aí são viáveis instalações de grande porte, principalmente na mineração a céu aberto. Mas, mesmo nos EUA, são raras as minas superiores a 2 milhões de toneladas como se pode observar nos quadros da página 28. No caso brasileiro, as camadas são em geral finas, com estrutura movimentada por falhas e dobras; quando é necessário recuperar um carvão beneficiado melhor, o rendimento baixa para 30% a 60%. As jazidas têm extensão em geral reduzida e irregular; a dimensão menor varia entre 3 km e 10 km. O transporte subterrâneo é muito oneroso e menos flexível que o de superfície (estudos de alguns anos atrás avaliam a relação de custo de 7:1 !). Por isso, minas menores permitem, em comparação com uma ou duas super-minas, várias vantagens importantes:

- Melhor adaptação às formas irregulares das jazidas.
- Minimização do transporte subterrâneo.
- Minimização do transporte de estéril, através de um pré-beneficiamento à boca da mina.
- Maior flexibilidade, tanto em operação normal quanto em face a acidentes (incêndios, inundações, queda de skips, desabamentos de galerias-mestras, etc.).
- Possibilidade de aperfeiçoamento gradativo da tecnologia nacional, sem precisar importar "pacotes tecnológicos" totalmente novos e, portanto, caros e sujeitos a inaptações ou fracassos.

Julga-se, portanto, viável um aumento a médio prazo do porte das minas a instalar, a partir da faixa atual de 500.000 a 1.000.000 t/ano para 1.000.000 a 2.500.000 t/ano de produto beneficiado. Super-minas de 6 a 8 milhões de t/ano beneficiado, correspondendo a cerca do dobro de extração bruta, constituem objetivo arriscado e inadaptado às nossas condições.

No estudo rápido das jazidas que será feito nos capítulos 7 e 8 serão consideradas necessárias reservas de 15 a 100 milhões de toneladas cubadas por boca de mina. Os menores valores correspondem a jazidas de carvão de melhor qualidade e mais raso, onde o preço e as facilidades de acesso podem compensar a falta de economia de escala.

Da lista das 127 novas minas previstas para operação nos EUA na década 1973/1983, com porte acima de 1.000.000 t/ano, pode-se obter o seguinte quadro:

SISTEMA CAPACIDADE (10 ⁶ t/ano)	A Céu Aberto	A Subsolo	Mista	Total
2,0 a 3,0	8	15	0	23
3,1 a 4,0	1	5	0	6
4,1 a 5,0	1	0	1	2
5,1 a 10,0	4	0	0	4
+ de 10,0	4	0	0	4

Fonte: NIELSEN, George F. - "Coal Mine Development Survey Shows 236.6 Million Tons of New Capacity" - COAL AGE, fev/75, pg. 130/136.

Quadro obtido a partir da lista das 50 maiores minas de carvão dos EUA em 1975:

SISTEMA CAPACIDADE (10 ⁶ t/ano)	A Céu Aberto	A Subsolo	Mista	Total
2,01 a 3,00	16	11	2	29
3,01 a 4,00	6	1	0	7
4,01 a 5,00	3	1	1	5
5,01 a 7,00	2	0	1	3
+ de 7,00	1*	0	0	1

Obs.: * - Capacidade $9,175 \times 10^6$ t/ano.

Fonte: KEYSTONE COAL INDUSTRY MANUAL, citado por COAL AGE, abr/76, pg.36 (EDITORA MC GRAW HILL - NEW YORK, EUA).

7 - JAZIDAS DA BACIA CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE

Cada jazida ou região será estudada, a seguir, sob os seguintes aspectos:

- Condições geográficas e malha de sondagem.
- Principais camadas; forma, estrutura, reservas e qualidade.
- Minas existentes.
- Possíveis utilizações do carvão; localização e porte de possíveis unidades mineiras.
- Comparação com outras jazidas, quanto à qualidade e ao custo de produção.
- Outros aspectos.

Na subdivisão da bacia Sul-Catarinense, preferiu-se empregar o termo "bloco" em vez de "jazida", pois as subdivisões podem ser ou não contíguas e, mesmo no último caso, é possível que haja continuidade física ainda não revelada pelas pesquisas. Há várias características comuns à maioria ou a todos os blocos e que serão citados abaixo para evitar repetições.

Os blocos ocorrem numa faixa de direção NS a NNE-SSW, com extensão conhecida de 150 km e largura máxima de 30km.

A CPRM executou, em convênio com o DNPM, vários projetos de pesquisa de carvão em Santa Catarina; de 1971 a 1977 foram executados 544 furos de sondagem com metragem total de 118.471 m.

As 12 camadas atualmente identificadas situam-se geologicamente na formação Rio Bonito, de idade permiana, situada perto da base dos sedimentos gonduânicos da Bacia do Paraná.

Essa formação, que no sul de Santa Catarina apresenta-se com espessura máxima conhecida de 269 m, é constituída por três unidades: uma inferior, arenítica e fluvio-deltaica (membro Triunfo), uma média, marinha e transgressiva (membro Paraguaçu) e uma superior, arenítica e deltaica (membro Siderópolis). Oito das camadas, entre as quais as quatro de maior interesse, situam-se no membro Siderópolis e as restantes, das quais apenas uma pode apresentar localmente interesse marginal, no topo e na base do membro Paraguaçu.

A estrutura da formação Rio Bonito e das camadas de carvão forma um suave homoclinal, com mergulho de $0,5^{\circ}$ a 1° para SW, recortado por numerosas falhas de rejeito muito variável, por vezes ultrapassando 100 m. Há três direções predominantes de falhamento, em ordem decrescente de importância: NE, N e NW.

O carvão pertence, quase sempre, à categoria "betuminoso de alto volátil". Por isso, a porção com menor teor em cinzas é susceptível de uso para fabricação de coque siderúrgico. Na década de 1940 estabeleceu-se, como qualidade padrão para esse CM, o teor em cinzas de 18,5%.

As camadas principais são: a Barro Branco, situada pouco abaixo do topo da formação Rio Bonito e a Bonito Inferior, situada na base do membro Siderópolis. Além dessas, são dignas de menção a Irapuá (localizada 5 a 12 m abaixo da Barro Branco; é espessa e minerável em trechos muito restritos, com reservas totais inferiores a 10×10^6 t; não será estudada no detalhamento dos setores); a Bonito Superior (em geral menos de 2m acima da Bonito Inferior), a Ponte Alta (cerca de 3m acima da Bonito Superior) e a Pré-Bonito Superior (de 2,5m a 4m abaixo da Bo

nito Inferior).

Do carvão bruto da camada de carvão Barro Branco podem ser obtidos 30% a 35% de carvão beneficiado (chamado localmente "carvão pré-lavado"). Este é desdobrável, numa segunda etapa, conforme a região, em 40% a 60% de $CM_{18,5}$ e em 55% a 35% de CV_{40} ("carvão vapor" com 40% em cinzas). O termo "carvão vapor" será mantido neste trabalho, embora essa fração, com teor em cinzas um pouco maior ou menor, seja utilizável em gaseificação ou outros processos industriais.

O teor em enxôfre das várias camadas diminui de norte para sul; é superior a 2% ao norte de Lauro Müller e, em geral, inferior a 1% ao sul de Criciúma.

Apenas pequena faixa da bacia, contígua aos afloramentos da borda leste ou das janelas de erosão, contém carvão raso, minerável a céu aberto.

7.1 - Bloco do Rio Laranjeiras

Corresponde ao extremo norte da bacia carbonífera de Santa Catarina. Ocorre aí apenas uma camada de interesse econômico: a Barro Branco. O bloco é alongado na direção N, com cerca de 20 km de comprimento por 5 km de largura; na linha longitudinal mediana a espessura de carvão na camada atinge até 1,20 m, de crescendo para as bordas até o limite econômico de 0,50 m. A abertura da malha de sondagens varia de 3 km a 5 km; portanto, o bloco é conhecido apenas em linhas gerais.

A camada aflora junto ao rio Laranjeiras; para norte, a cobertura é variável entre uma e quatro centenas de metros, nos vales dos rios e nos interflúvios, respectivamente. A propor

ção de estéril na camada total é bastante mais elevada que a média da bacia, devido à presença de um arenito, localmente conhecido como "voadeira", na porção mediana da camada. Isso, em parte, é contrabalançado pela grande preponderância da fração de CM dentro do carvão beneficiado. As condições de acesso e transporte são as mais difíceis da bacia, pelo afastamento dos maiores centros e pela topografia acidentada.

Devido ao conjunto de fatores, considera-se que a reserva, da ordem de 87×10^6 t, deva ser explorada após o pleno desenvolvimento de outras áreas mais rentáveis.

7.2 - Bloco a NW, W e SW de Lauro Müller

Compreende uma faixa alongada, com 35 km de comprimento, desde o rio Hipólito ao norte até às proximidades da cidade de Siderópolis a sul. Grande parte do bloco está sondado em malha de 1 km x 1 km; portanto, há boa segurança quanto ao semi-detalhamento das pesquisas. A topografia é medianamente acidentada. Há duas camadas de interesse econômico: a Barro Branco e a Bonito Inferior.

A camada Barro Branco é contínua em toda a faixa, com 10 km de largura média (aliás, tem continuidade física para norte, no bloco estudado e para sul, no que será visto a seguir). Sua espessura varia de mais de 1,50 m em alguns locais, até 0,50 m nas bordas econômicas. Aflora a leste, em algumas janelas de erosão; é raro sua cobertura ultrapassar duas centenas de metros. Em considerável trecho, sob o chamado "Montanhão" a nordeste de Siderópolis, o carvão está recozido ou destruído por espessa soleira de diabásio.

As reservas totalizam cerca de 200×10^6 t e estão



CPRM

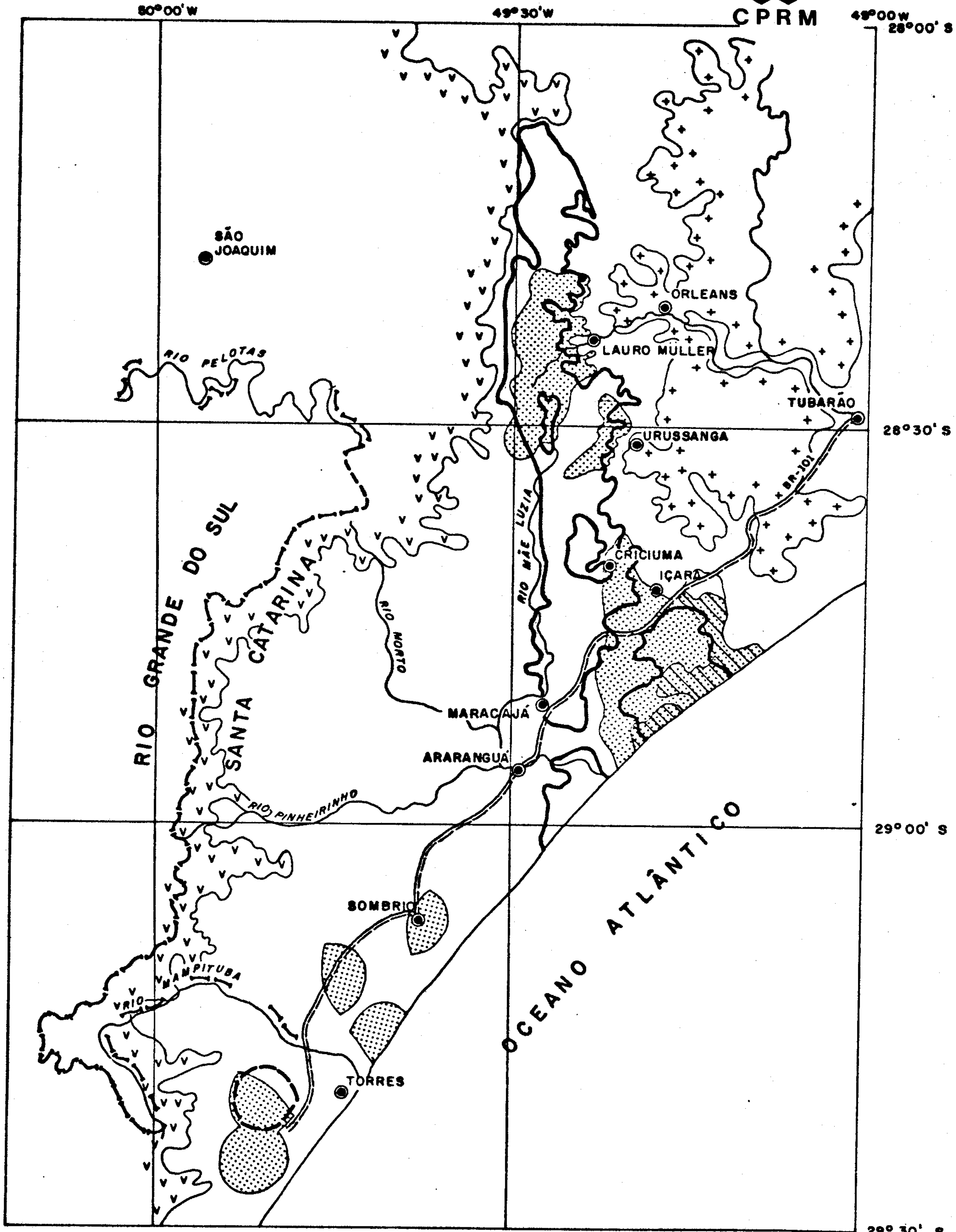


FIG. 2

CONVENÇÕES:

- | | | | | | |
|--|--|--|----------------------|--|------------------------|
| | LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CANADA BARRO BRANCO | | CIDADE | | DERRAME BASALTICO |
| | LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CANADA PONTE ALTA | | RIOS | | EMBASAMENTO CRISTALINO |
| | LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CANADA BONITO SUPERIOR | | ESTRADA PAVIMENTADA | | |
| | LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CANADA BONITO INFERIOR | | LIMITE INTERESTADUAL | | |

ESCALA : 1.750.000



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DA BACIA CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE

CARVÃO — SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ANTE-PROJETO VISANDO O APROVEITAMENTO DOS RECURSOS CARBONÍFEROS DO BRASIL.

NE 7530.0210.0343

sendo lavradas por numerosas empresas: Carbonífera Próspera SA, Companhia Nacional Mineração de Carvão Barro Branco, Carbonífera Metropolitana SA, Companhia Carbonífera Urussanga, Criciúma Ltda, Carbonífera Treviso SA e Carbonífera Palermo Ltda. Há várias minas com porte até 100.000 t/ano de carvão beneficiado e uma de grande porte, recentemente implantada pela 1ª empresa citada, ao norte de Pederópolis. Em FABRÍCIO (1973) são descritas em detalhe três possíveis Unidades Mineiras (U_{10} , U_{11} e U_{12}) com 15×10^6 t até 30×10^6 t de carvão jacente cada, apropriadas para minas com produção da ordem de 500.000 t/ano a 600.000 t/ano. É viável o projeto de minas de maior porte, até um máximo de 1.500.000 t/ano, seja englobando porções de jazida vizinhas a essas UMs, seja minerando também a camada Bonito Inferior sotoposta.

A qualidade do carvão é de média a boa. A proporção da parcela de uso siderúrgico no carvão beneficiado é maior na metade norte da área, que na metade sul.

A camada Bonito Inferior encontra-se de 50 m a 70 m abaixo da Barro Branco em duas jazidas separadas, conforme o mapa ilustrativo, (fig. 2) ambas alongadas na direção NNE: a jazida de Treviso-Lauro Müller, com 129 km^2 de área e 367×10^6 t de reservas totais e a jazida de Rio América, com 32 km^2 de área e 44×10^6 t de reservas globais. Ambas afloram na borda leste. A camada é constituída de numerosos leitos de carvão fosco, separados por intercalações em geral finas de folhelho carbonoso ou folhelho cinza. Na faixa central da jazida principal, a espessura do carvão na camada ultrapassa 2m; o limite econômico foi arbitrado em 0,60 m. A qualidade do carvão é relativamente baixa, motivo pelo qual houve apenas até agora mineração esporádica em pequena escala. Da camada total pode-se prever recuperações médias de

4% de fração metalúrgica, com mais cerca de 30% de fração menos nobre, contendo aproximadamente 40% em cinzas e destinada à ter_{me}letricidade ou outro uso industrial.

As condições topográficas e geológicas e a grande espessura, facilitam projetar, na jazida de Treviso-Lauro Müller, unidades mineiras de elevado porte, tanto na borda aflorante a nordeste como no alto vale do rio Mãe Luzia, onde a profundidade do poço de extração seria inferior a 100 m. Na jazida de Rio América, além das reservas menores em área estreita, parte do carvão está recozido pela intrusão do Montanhão, desaconselhando explora_{ção} a médio prazo.

7.3 - Bloco a NW, W e SW de Criciúma

Esse bloco representa a continuação para sul da região anterior, até às proximidades da cidade de Maracajá. Sob um relevo de plano a ondulado, ocorre apenas a camada Barro Branco, com cerca de 30 km de comprimento por 10 km de largura média. O carvão aflora no extremo nordeste e numa grande janela de ero_{ção} são esboçada no mapa; mergulha para sudoeste até duas centenas de metros. A espessura do carvão na camada é quase sempre menor que 1,00 m; considera-se 0,50 m como limite mínimo econômico. A pesquisa, na quase totalidade do bloco, foi executada com malha igual ou inferior a 1 km x km; há, portanto, grande segurança quanto ao detalhamento da jazida. Verificou-se a existência, principalmente na metade sul, de trechos irregulares de carvão recozi_{do} por intrusões de diabásio. A qualidade do carvão em geral é média; o carvão beneficiado contém proporções semelhantes das frações CM_{18,5} e CV₄₈. As porções mais rasas da área, a nordeste, já estão exauridas por mais de meio século de lavra.

As reservas totalizam cerca de 200×10^6 t. Em FABRÍCIO (1973) são descritas em detalhe 9 possíveis Unidades Mineiras (U_1 até U_9) com 16×10^6 t até 30×10^6 t jacentes cada, apropriadas para minas do porte de meio milhão de toneladas anuais. Quatro minas desse vulto foram instaladas nesta década ou estão em instalação, através da Carbonífera Criciúma Ltda, Carbonífera Metropolitana SA, Companhia Brasileira de Carvão Araranguá e Carbonífera Próspera SA. Devido a irregularidades da jazida e à profundidade baixa, parece inviável economicamente a concentração de lavra em unidades de porte superior a 10^6 t/ano de carvão beneficiado.

7.4 - Bloco a SE de Criciúma

Tem área triangular, situada entre a cidade de Criciúma e o Oceano Atlântico, sob o qual mergulha. Perto do litoral estende-se a planície costeira cenozóica; para o interior, o relevo é ondulado. Parte da região foi sondada em malha de 1 km de lado. As bordas W e SW tem apenas sondagens esparsas; por esse motivo as reservas podem ser bastante ampliadas nessas direções. Ocorrem até três camadas de maior interesse econômico: Barro Branco, Bonito Superior e Bonito Inferior. O carvão aflora em pontos isolados da borda NE e mergulha para SW até 3,5 centenas de metros.

A camada Barro Branco ocorre, com espessura média da ordem de 0,70 numa superfície de cerca de 120 km^2 . Há pequenas minas nas porções mais rasas, operadas pela Carbonífera Barão do Rio Branco SA. Foram cubados cerca de 115×10^6 t de carvão jacente, até o limite mínimo de 0,50 m de carvão na camada. O carvão beneficiado tem aí alta percentagem de CM e baixo teor de enxô-

fre, o que compensa a reduzida espessura média.

A camada Bonito Inferior ocorre em maior extensão, com cerca de 260 km^2 de área e 397×10^6 t de carvão jacente, dos quais 70% com espessura superior a 1 m. Localiza-se de 30 m a 50m abaixo da camada estudada acima. Como em Treviso-Lauro Müller, é constituída de leitos de carvão fosco com pequenas intercalações de folhelho carbonoso ou folhelho cinza. A espessura máxima de carvão encontrada foi 1,70 m; o mínimo econômico é avaliado em 0,60 m. A qualidade do carvão é bastante melhor que o da mesma camada mais ao norte. Estima-se que, da camada bruta possam ser obtidos 8% a 12% de $\text{CM}_{18,5}$ de propriedades coqueificantes muito boas e baixo teor em enxôfre, além de cerca de 40% de CV_{40} . Caso esse misto possa ser usado em termelétricas à boca da mina, adaptadas a um produto com mais cinzas e menor poder calorífico, essa recuperação de 40% pode crescer bastante. É viável também a separação desse CV em duas parcelas: uma melhor, com 30% a 35% em cinzas e outra, para uso à boca da mina, com cerca de 55% em cinzas.

Em estreita faixa de 77 km^2 , nas bordas SE e NE do bloco, ocorre também a camada de carvão Bonito Superior. Na faixa minerável essa camada está de poucos centímetros até 2 m acima da Bonito Inferior, separada da mesma por um banco de arenito fino. É em geral constituído de um leito único de carvão brilhante, com raras e finas intercalações estéreis. Sua espessura atinge um máximo de 1,11 m de carvão na camada; as reservas cubadas totalizam 55×10^6 t de carvão jacente até à espessura mínima de 0,40 m. As análises efetuadas permitem estimar uma recuperação de $\text{CM}_{18,5}$ próxima ou maior que 25% da camada bruta, com quali

dades aglomerantes menores que as do carvão Bonito Inferior. A parcela de carvão vapor, com teor em cinzas de 36% a 40%, somaria mais de 50% da camada bruta, restando 25% de refugo. Uma pesquisa mais detalhada e mais completa poderia, através do desdobramento do carvão vapor em duas frações, obter um esquema de consumo quase total da camada.

Para mineração, há dois trechos primordiais a considerar, cuja melhor delimitação só pode ser feita através de um projeto conjunto de mineração e consumo; em ambos, é viável a cubagem de mais de 50×10^6 t em pequeno raio de operação:

- A borda leste do bloco, com carvão espesso e raso, mas localmente afetado por intrusões.
- A porção centro-sudeste do bloco, com coberturas da ordem de uma centena de metros, mas com maiores espessuras das camadas Barro Branco e Bonito Inferior.

Há ainda pequenos trechos em que ocorrem, com espessuras de 0,40 m a 1,00 m, outras duas camadas: a Ponte Alta e a Pré-Bonito Superior, respectivamente poucos metros acima da Bonito Superior e poucos metros abaixo da Bonito Inferior. O carvão é de baixa qualidade, mas a eventual mineração coordenada e sucessiva de camadas superpostas pode baixar os custos unitários. Essas camadas não foram cubadas, mas as reservas conjuntas não devem ultrapassar 50×10^6 de carvão jacente.

7.5 - Bloco a SE de Araranguá

É uma pequena região, sob a planície costeira, onde a principal camada é a Barro Branco, situada sob profundidades

de 1,5 a 3 centenas de metros. FABRÍCIO (1973) cubou aí 61×10^6 t de carvão jacente em 54 km^2 , com espessuras de 0,50 m a 1,00 m, baseando-se em furos bastante espaçados. As poucas análises indicaram qualidades comparáveis às da mesma camada nas demais áreas.

Houve sondagens mais recentes, executadas especificamente em polígonos de alvarás de pesquisa, por várias entidades, entre as quais a CPM. Entretanto, a integração dos resultados ainda não foi feita. Nessas pesquisas, além da camada Barro Branco, encontrou-se carvão suficientemente espesso para cubagem nas camadas "A", Bonito Superior e Pré-Bonito Superior.

Devido à maior profundidade e a espessuras modestas, considera-se esse bloco como não prioritário para mineração imediata, se bem que viável em futuro a médio prazo.

7.6 - Bloco Sombrio-Torres

Nessa região as camadas de carvão da formação Rio Bonito situam-se a grandes profundidades, sob os sedimentos cenozóicos litorâneos. Há apenas 11 sondagens numa faixa de 15 km x 50 km; várias atravessaram espessas intrusões próximas aos níveis de carvão, diminuindo seu valor econômico, ou mesmo destruindo-o. O mapa da região mostra as reservas em forma de círculos, ao redor dos cinco furos positivos. Isso se deve a que o limite máximo adotado para reservas inferidas foi de 4,8 km (3 milhas, segundo SVANSON, V.E.) do ponto de controle mais próximo. É certo que eventuais sondagens intercaladas estenderão as áreas de jazimento e as reservas.

Apenas as camadas Ponte Alta e Bonito Inferior apresentam-se com espessuras e qualidade que justifiquem conside-

rá-las como reservas. Há três sub-blocos:

- Sub-bloco de Sombrio, onde um furo encontrou a camada Bonito Inferior com 0,64 m de carvão a 670 m de profundidade. As reservas foram estimadas em 38×10^6 t de carvão jacente.
- Sub-bloco ao norte do rio Mampituba, onde dois furos encontraram a camada Bonito Inferior a 740m e a 800m, com 0,56 m e 1,43 m de carvão. As reservas foram estimadas em 101×10^6 t.
- Sub-bloco ao sul da lagoa do Jacaré, já no estado do Rio Grande do Sul, onde dois furos encontraram a camada Bonito Inferior a 900 m e a 1130 m de profundidade, com 0,64 m e 2,05 m de carvão. As reservas foram estimadas em 215×10^6 t. Um desses furos atravessou 2,60 m de carvão na camada Ponte Alta, estimando-se as reservas em 119×10^6 t.

Todas essas reservas foram estimadas considerando o limite mínimo de 0,50 m de carvão na camada. No caso da camada Bonito Inferior, as reservas inferidas somam 89% das totais; no caso da Ponte Alta, considerou-se o total como inferido.

Padronizando os resultados das análises dos seis testemunhos para 18,5% em cinzas na fração metalúrgica e 48% na fração vapor, obtiveram-se as seguintes recuperações teóricas:

	$\frac{CM}{18,5}$	$\frac{CV}{48}$
Camada Ponte Alta	16%	18%
Camada Bonito Inferior	25% a 27%	25% a 68%

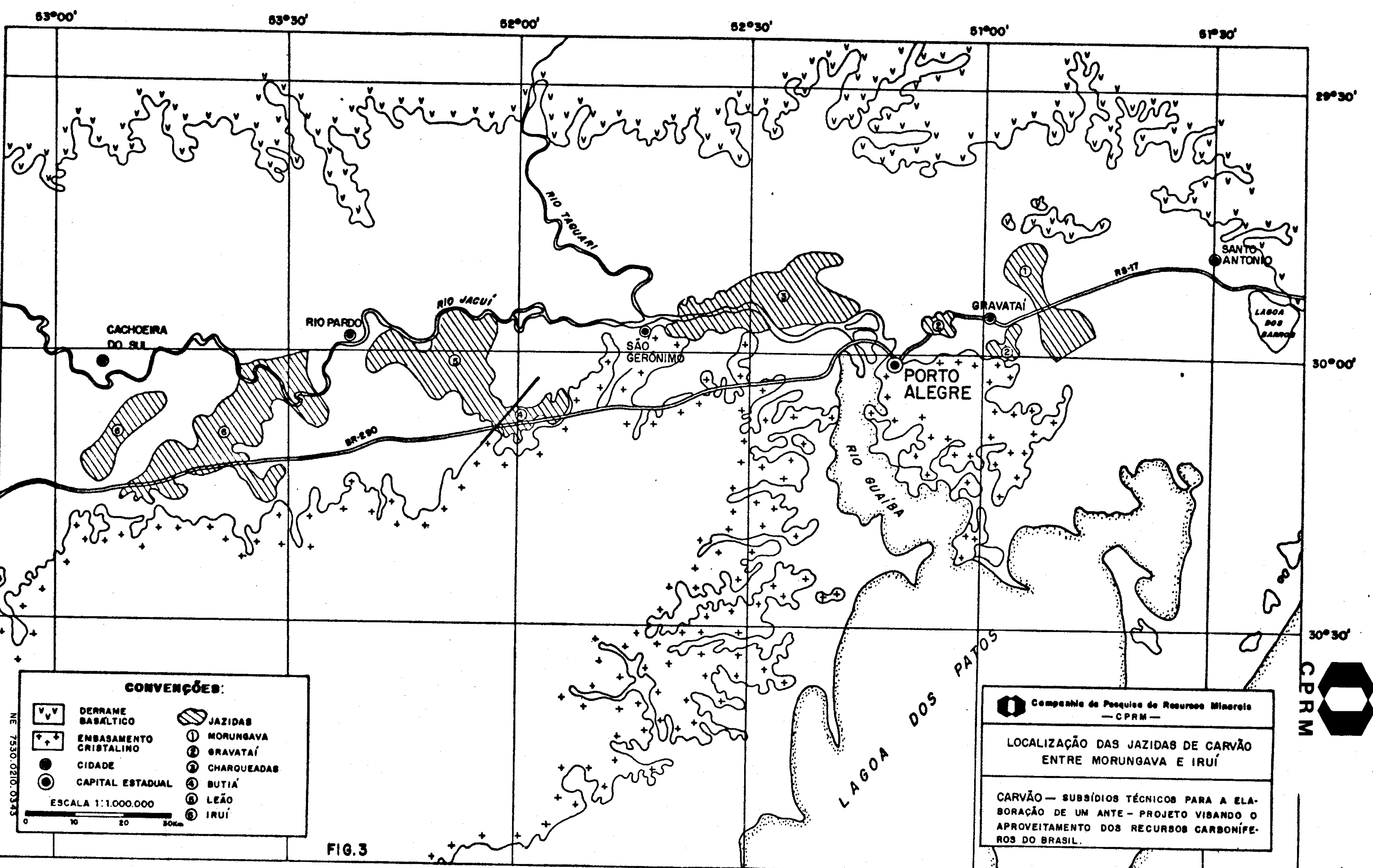
As recuperações percentuais são altas e as qualidades aglomerantes da fração metalúrgica são em geral boas. Entretanto, a grande profundidade faz com que, a curto e médio prazo, a lavra nessa área deva ser preterida em favor de carvões menos profundos. Apenas se outras sondagens próximas encontrarem camadas superpostas de carvão muito espesso e de excepcional qualidade, a jazida poderá ser minerada na próxima década.

Uma hipótese a estudar é o aproveitamento não-convenicional do carvão dessa área por gaseificação "in situ". ALPERN, M.B. (comunicação verbal, 1978) informa que o projeto INIEX, já em escala industrial, a executar em curto prazo próximo à fronteira franco-belga, prevê a gaseificação "in situ" sob alta pressão de várias camadas superpostas a cerca de 800 m de profundidade. A pressão e profundidade viabilizariam a produção direta de um gás com 3 a 3,5 termias/m³, aumentando a velocidade da reação, permitindo a recuperação do metano do carvão e evitando infiltrações nocivas de água.

8 - JAZIDAS DO RIO GRANDE DO SUL

As jazidas situam-se numa faixa sedimentar alongada e sinuosa, chamada Depressão Periférica, ao longo da orla do Escudo Sul-riograndense, numa extensão de aproximadamente 500 km e largura média de 30 km. (fig. 3)

As camadas de carvão encontram-se na formação Rio Bonito, quase sempre em sua metade superior. Esses sedimentos depositaram-se sobre o paleo-relevo pré-cambriano, localmente algo aplainado pelos sedimentos da formação Itararé, basal. Por esse



CONVENÇÕES:

- | | | | |
|--|------------------------|---|-------------|
| | DERRAME BASÁLTICO | | JAZIDAS |
| | EMBASAMENTO CRISTALINO | ① | MORUNGAVA |
| | CIDADE | ② | GRAVATAÍ |
| | CAPITAL ESTADUAL | ③ | CHARQUEADAS |
| | | ④ | BUTIÁ |
| | | ⑤ | LEÃO |
| | | ⑥ | IRUI |

ESCALA 1:1.000.000



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
— CPRM —

LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE CARVÃO ENTRE MORUNGAVA E IRUI

CARVÃO — SUBSÍDIOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ANTE-PROJETO VISANDO O APROVEITAMENTO DOS RECURSOS CARBONÍFEROS DO BRASIL.



FIG.3

motivo a deposição é irregular e localmente descontínua, ocorrendo espessamentos variáveis até 149 m. Não foi possível, até o presente, subdividi-la em membros, como em Santa Catarina; é constituída por um conjunto de faciês apenas indicativos de sedimentação fluvio-deltaica bastante irregular. Isso impede, inclusive, a correlação segura entre as camadas de várias jazidas vizinhas.

Além de outras menores, são conhecidas, ao longo da orla sedimentar, de leste para oeste, as jazidas de Morungava, Charqueadas, Leão e Iruí; mais ao sul, existe a de Candiota. A reserva total de carvão jacente é de 12025×10^6 t, incluindo a pequena jazida de São Sepé e excluindo outras jazidas menores. Também estão excluídas as pesquisas recentes, positivas mas inconclusas, na faixa de Gravataí-Torres, bem como a jazida a sudoeste de Torres, que geologicamente pertence à bacia sul-catari-nense.

O número de camadas superpostas é variável entre as jazidas, até um máximo de 8, das quais nunca mais de 4 apresentam-se, simultaneamente, com espessuras e qualidades econômicas. O carvão pertence à categoria "sub-betuminoso" ou "betuminoso de alto volátil C, não coqueificável", com exceção da jazida de Mo-rungava, onde esse mineral apresenta características coqueifican-tes. Em pontos isolados da jazida de Leão há análises que indicam fracas qualidades aglomerantes para o carvão.

Entre São Sepé e Morungava há dois sistemas principais de falhamento, de direções NW e NE, com movimentação pré-deposicional, sin-deposicional e pós-deposicional. Há estruturas de "horst" e "graben", sendo as últimas os locais preferenciais para espessamento das camadas. O conjunto sedimentar mergulha de

0,5° a 1° para o interior da Bacia do Paraná, em direções perpendiculares à direção da sinuosa faixa de afloramentos.

Até a data, foram executadas pelo convênio DNPM/CPRM no Rio Grande do Sul 101 furos, somando 41.000 m, com vistas à pesquisa de carvão.

As reservas geológicas de carvão jacente das diversas jazidas são as seguintes:

Morungava	657 x 10 ⁶ t
Charqueadas	1.319 x 10 ⁶ t
Leão	883 x 10 ⁶ t
Iruí	1.162 x 10 ⁶ t
São Sepé	4 x 10 ⁶ t
Candiota	8.000 x 10 ⁶ t
TOTAL	12.025 x 10 ⁶ t

Resumindo o Relatório do Projeto Carvão no Rio Grande do Sul, serão abaixo sumariadas as várias jazidas.

8.1 - Jazida de Morungava

Está situada a nordeste de Porto Alegre. Há dois grandes blocos interligados: o Norte (Morungava) e o Sul (Barro Vermelho). Além desses, há dois pequenos blocos isolados, que num senso teórico estrito seriam classificados como jazidas independentes: Gravataí E e Gravataí W.

A sul, onde as profundidades são inferiores a uma centena de metros, a jazida está sob a várzea cenozóica do rio Gravataí; para norte, o relevo dos sedimentos gonduânicos torna-se progressivamente mais acidentado, atingindo, no extremo seten

trional, 6 centenas de metros, sob a "cuesta" basáltica.

A CPRM executou 28 furos na região, dos quais 13 francamente positivos. Os blocos situam-se em depressões do embasamento e contém até sete camadas, denominadas em ordem descendente Morungava 1 até Morungava 7. O carvão pertence ao grupo "Betuminoso de alto volátil", provavelmente ao sub-grupo "B". Serão mencionadas as características de cada camada e de cada bloco.

As seis primeiras camadas situam-se na porção mediana da formação Rio Bonito, num intervalo próximo de 21 m, encaixadas em folhelhos e siltitos, muitas vezes carbonosos. Individualmente, as distâncias verticais entre as camadas são:

- da 1 à 2; da 2 à 3; da 4 à 5 e da 5 à 6:
1 m a 3 m.
- da 3 à 4: 4 m a 6 m.

O estudo das curvas de lavabilidade mostra que podem ser obtidas duas frações úteis: um CM com 15% a 18,5% em cinzas e um CV com 45% a 48% em cinzas. Os teores dos dois produtos podem ser elevados ou baixados com movimentos opostos das respectivas recuperações; a fixação dos parâmetros depende da coordenação adequada entre produção e consumo. Serão dadas abaixo as recuperações teóricas médias das amostras analisadas em bitola de 1/8", valores esses sempre um pouco superiores aos industriais.

Camada Morungava 1 : De ocorrência restrita, compõe-se de folhelhos siltitos carbonosos, ocorrendo pequenos leitos de carvão. As reservas são insignificantes.

Camada Morungava 2 : Possui em média 1,0 m de carvão na camada e a proporção de estéril intercalado é pequena. A proporção de

vitritina é elevada, resultando no carvão de melhor qualidade encontrável na jazida. A média de sete análises indica recuperações teóricas de $33,4\% \text{ CM}_{15} + 28,6\% \text{ CV}_{45}$.

Camada Morungava 3 : É representada por rochas carbonosas ou por pequenos leitos de carvão, sem significado econômico.

Camada Morungava 4 : Possui espessura média de 1,0 m; no bloco Norte há intercalações estéreis espessas, somando 0,5 m; no bloco Sul compõe-se, em geral, apenas de carvão. A qualidade é inferior à da camada 2: a média de oito análises indica recuperações teóricas de $16,5\% \text{ CM}_{15} + 44,3\% \text{ CV}_{45}$.

Camada Morungava 5 : Só tem expressão econômica no bloco Norte, com até 1,75 m de carvão e pouco estéril intercalado. Nos demais blocos nunca atinge 0,50 m de carvão. A proporção de CM_{15} é pequena, inferior a 10%; há, entretanto, grande proporção de CV.

Camada Morungava 6 : É a camada mais extensa e a de maiores reservas. Na média dos furos positivos, apresentou 2,4 m de camada total, com 1,6 m de carvão. A qualidade é baixa: a média de nove amostras indica $12,0\% \text{ CM}_{18,5} + 27,8\% \text{ CV}_{48}$.

Camada Morungava 7 : Situa-se três dezenas de metros abaixo da camada 6, quase na base da formação Rio Bonito. É descontínua e, quando presente, constitui-se de siltitos e folhelhos carbonosos, podendo conter até 0,58 m de carvão de baixa qualidade.

O resumo das reservas, por bloco e por camada está no quadro abaixo, em 10^6 t de carvão jacente.

CAMADA BLOCO	1	2	4	5	6	Total
N (Morungava)	-	28	47	60	152	287
S (B.Vermelho)	-	60	80	-	157	297
Gravataí E	1	16	1	-	31	49
Gravataí W	-	1	15	-	8	24
TOTAL	1	105	143	60	348	657
Limite mínimo de espessura (m)	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	

A descrição sucinta dos blocos é a seguinte:

- Bloco Norte (Morungava) : Situa-se sob a localidade de Morungava, no município de Gravataí. Cinco furos positivos, espaçados de 3,0 a 5,5 km, evidenciaram reservas de 287×10^6 t em quatro camadas, numa área de 63 km^2 . Em três dos furos ocorre diabásio próximo a alguma das camadas. As profundidades variam de 3 centenas de metros a sul até 6 centenas de metros a norte. A camada é limitada a NE, NW e SW por altos estruturais; um adensamento de sondagens pode revelar pequenas ampliações de área e reservas. A SE esse bloco liga-se ao bloco Sul através de um estreitamento da jazida. A estrutura das camadas, do mesmo modo que no bloco Sul, mostra mergulho para norte, com irregularidades locais. O espaçamento dos furos não permite ainda localizar com exatidão e dimensionar as prováveis falhas.

A distância entre as camadas não dificulta a extração sucessiva das mesmas, exceto no caso da camada 5, que está

2,4 m a 4,7 m das vizinhas. Nesse caso, há necessidade clara de um plano cuidadoso de lavra para máximo aproveitamento da jazida. As grandes reservas em área restrita, após um detalhamento das pesquisas, poderão suportar várias minas de grande porte e raio de ação reduzido. No caso de quatro minas, esse raio seria de cerca de 4 km. No caso de apenas uma "super-mina", o raio seria de 8 km.

Tanto o bloco Norte como o bloco Sul apresentam condições topográficas favoráveis ao escoamento da produção e distância de poucas dezenas de quilômetros da área mais provável de consumo, representada pela região metropolitana de Porto Alegre.

. . - Bloco Sul (Barro Vermelho) : Situa-se nos municípios de Gravataí e de Viamão, a sul e sudeste da localidade de Barro Vermelho. Cinco furos positivos, espaçados de 2,5 km a 3,7 km, evidenciaram reservas de 297×10^6 t de carvão jacente em três camadas, numa área de 99 km^2 . Em três dos furos ocorre diabásio próximo a alguma das camadas. As profundidades variam entre uma centena de metros a sul e três centenas a norte. A SW, SE e NE, o embasamento se eleva, segundo informações de pesquisas geofísicas e de raros furos periféricos. Prevê-se que um adensamento aumente bastante a área e as reservas. Para NW o bloco liga-se ao bloco Norte.

A distância entre camadas econômicas é sempre maior que 5 m, permitindo a mineração sucessiva eficiente, com razoáveis cuidados de planejamento. A estrutura é semelhante à do bloco precedente. As grandes reservas, após um detalhamento de pesquisas, também deverão suportar várias minas de grande porte. O

tamanho de cada mina poderá ser menor que no bloco Norte, devido à menor cobertura.

. . . - Bloco Gravataí E : Situa-se em pequena depressão de embasamento, a sul e leste da cidade do mesmo nome. Tem forma sinuosa, com 16 km^2 de área e 10 km de comprimento. Apenas as camadas 2 e 6 apresentam reservas consideráveis. Não foram encontradas propriedades aglomerantes nas amostras testemunhadas. As coberturas variam entre 20 m e 130 m.

As reservas de 49×10^6 t de carvão jacentes, aliadas à situação geográfica, permitem avaliar esse bloco como possível fonte de carvão para termelétrica ou uso industrial na região metropolitana de Porto Alegre. Entretanto, tem prioridade bastante menor que os dois blocos precedentes.

. . . - Bloco Gravataí W : Situa-se em pequena depressão do embasamento, com área de 11 km^2 , sob a área urbana da cidade de Cachoeirinha. Há pequenas reservas, somando 24×10^6 t de carvão jacente, de fracas propriedades aglomerantes. Dificilmente esse bloco será minerado, tanto pelo balanço desfavorável entre custo de extração e valor do produto como pelos danos potenciais à cidade sob a qual se situa.

8.2 - Jazida de Charqueadas

Situa-se sob a porção final do curso do rio Jacuí, com direção principal E/W, tendo 40 km de comprimento por 10 km de largura média. Está sob sedimentos fluviais cenozóicos; na porção norte afloram sedimentos gonduânicos. Há mais de 200 furos de sondagem, dos quais $3/4$ se concentram no extremo oeste, onde a área de influência da mina de Charqueadas está sondada

com espaçamento médio de 0,5 km. A camada I_1F está sendo lavrada aí, desde a década de 1950, pela Companhia de Pesquisa e Lavras Minerais (COPELMI). No restante da jazida a distância média entre furos é superior a 3 km. A CPRM executou quatro furos na borda norte, descobrindo-se extensão da jazida para nordeste.

A jazida está limitada a NW, W e SW por elevações do embasamento; a S, SE e E também há elevações, ainda não bem delimitadas. Para NE está em aberto; notícias da imprensa diária informam que a Companhia Riograndense de Mineração (CRM), detentora de alvarás de pesquisa na região de Santa Rita, município de Canoas, teria encontrado recentemente reservas de cerca de 600×10^6 t.

Há seis camadas superpostas (em ordem descendente: SB, MB, I_1F , I_1FA , I_2B e I_3F), num intervalo médio de 15 m, pouco abaixo do topo da formação Rio Bonito. As 2ª, 4ª e 6ª camadas têm importância muito reduzida. As encaixantes são siltitos, folhelhos e alguns sedimentos mais grosseiros, denominados localmente "pedra-areia". Há muita matéria orgânica dispersa associada ao carvão, tornando-o de beneficiamento difícil. Há numerosas intercalações de diabásio em grande percentagem das sondagens executadas. Na mina de Charqueadas encontra-se com frequência diabásio associado a pequenas falhas.

Há uma depressão central de direção E-W, com 18 km x 3 km, onde as coberturas atingem até quatro centenas de metros. Para sul as camadas sobem até cerca de 100 m da superfície; o flanco norte é irregular, ocorrendo a oposição dos efeitos do flanco da depressão com o mergulho regional.

Os dados de qualidade dos furos de sonda são es parsos e de difícil compatibilização. Estima-se que a média das camadas tenha 41% a 44% em cinzas e poder calorífico superior em base seca (PCSBS) entre 4.100 cal/g e 4.400 cal/g, sendo pior na camada I₁F que nas SB e I₂B. O teor médio de enxôfre está próximo de 1%. O carvão está classificado como "betuminoso de alto volátil C, não coqueificável".

As reservas estão resumidas no quadro abaixo. Na área de influência da mina de Charqueadas, 2/3 das reservas são medidas, proporção que cai para cerca de 1/10 no restante da jazida.

Camada	Limite Econômico (m)	Reservas (10 ⁶ t)	cv. na camada média t/m ²
SB	0,80	122	1,80
MB	0,80	2	
I ₁ F	1,00	697	2,59
I ₂ B	0,80	490	3,21
I ₃ F	1,00	8	
TOTAL		1.319	

As características específicas das camadas são:

Camada SB : Forma grande área irregular na porção central da jazida, além de pequenas concentrações isoladas. Está em média 5,8 m acima da camada I₁F e contém em geral de dois a quatro leitos de carvão brilhante, com espessas intercalações estéreis. A

espessura máxima atinge 2,30 m de carvão.

Camada MB : Ocorre em pequenos trechos, no extremo oeste da jazida, como um ou vários leitos de carvão, geralmente brilhante. Está em média 2,0 m acima da camada I₁F.

Camada I₁F : É contínua, sendo a mais extensa e, com raras exceções, ultrapassando as demais em todas as direções. Tem área de 274 km², com dimensões máximas de 39 km x 15 km. É mais espessa na linha longitudinal mediana, atingindo um máximo de 4,32m de carvão. Consta de carvão fosco e folhelho muito carbonoso, com 10% em média de finos leitos estéreis intercalados.

Camada I₁FA : Compõe-se de um a quatro leitos de carvão fosco, menos de 1 m abaixo da camada I₁F, ocorrendo em pequena área no extremo oeste da jazida. Quando espessa, pode ser minerada em conjunto com a I₁F.

Camada I₂B : Constitui uma faixa E-W com menor extensão (24 km) e largura pouco inferior que a I₁F. É mais espessa na linha longitudinal mediana, onde atinge 5,16 m de carvão. Consta de carvão predominantemente brilhante, ora maciço, ora com pequenas intercalações estéreis. Está em média 3,2 m abaixo da lapa da I₁F.

Camada I₃B : Ocorre em pequenas áreas da porção oeste da jazida, composta em geral por um a três leitos de carvão fosco ou folhelho carbonoso, à distância média de 3,7 m sob a lapa da camada I₂B.

O carvão de Charqueadas, extraído atualmente pela COPELMI da camada I₁F tem duas utilizações: após beneficiamento, a fração melhor, com cerca de 35% em cinzas, é usada como carvão redutor siderúrgico na Aços Finos Piratini SA; outra parcela, com

53% em cinzas e PCSBS de 3.100 cal/g é usado em termelétricidade à boca da mina.

Embora as poucas análises tenham indicado que o carvão das camadas SB e I₂B é em média pouco melhor que o atualmente minerado na I₁F, é improvável que se possa obter, em grandes volumes industriais, uma fração nobre com cinza muito inferior a 35%. Por isso, o carvão dessa jazida deve ser empregado em termelétricidade ou em instalações industriais próximas às minas, compatíveis com sua baixa qualidade. Note-se que a jazida comporta numerosas minas de elevado porte, com raio moderado de ação. A atual mina de Charqueadas, em 20 anos de operação, lavrou apenas 2% da área total.

8.3 - Jazida de Leão

A jazida de Leão-Butiá está situada ao sul de Rio Pardo e São Jerônimo. Tem a grosseira forma de um "V". É dividida por uma falha com rejeito da ordem de 70 m, em duas metades: a leste (Butiá), quase exaurida, e a oeste (Leão), explorada apenas em sua porção mais rasa, pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM).

A jazida de Leão é alongada no sentido SE-NW, com cerca de 30 km de comprimento. Situa-se sob terrenos levemente ondulados, onde afloram as formações gonduânicas. No extremo sudeste há mais de uma centena de sondagens, em malha de 0,5 km, executadas pela CRM. No restante, há 19 furos esparsos da CPRM, em espaçamento mínimo de 4 km.

As camadas depositaram-se em depressão do embasamento, limitada por elevações do mesmo. Exceto na porção sudes-

te, esses limites estão apenas esboçados pelas pesquisas; assim, um adensamento de sondagens assegurará consideráveis aumentos às reservas. Foram identificadas até oito camadas, das quais quatro de maior importância econômica: em ordem descendente, S_2 , S_3 , I_1 e I_3 . As encaixantes são siltitos e folhelhos e as intercalações estéreis são em geral carbonosas.

Camada S_2 : Consiste em geral de dois a cinco leitos de carvão, com 30% em média de estéreis na camada total.

Camada S_3 : Em geral consiste de dois leitos ou bancos de carvão, separados por cerca de 0,5 m de folhelho carbonoso. A espessura de estéreis intercalados, em média, é equivalente à de carvão na camada.

Camada I_1 : É a mais extensa, contínua em toda a jazida. Consiste, em geral, de dois a seis leitos e bancos de carvão, com intercalações estéreis somando um terço da camada e localizadas em sua metade superior. Sob a camada I_1 há, como leito-guia, quase sempre um paraconglomerado de grânulos, denominado "pedra-areia".

Camada I_3 : Consiste, em geral, de três a seis leitos de carvão detrítico fosco com muita cinza, contendo cerca de um terço de estéril na camada total.

. - A jazida pode ser dividida geologicamente em dois blocos:

- O bloco Leão-Francisquinho, a Leste, também denominado Plataforma do Leão, que se desenvolve como um suave homoclinal, sem falhas internas de vulto, com mergulho para NNE entre as profundidades de 1 centena e 3,5 centenas de metros. A

formação Rio Bonito tem aí espessuras entre 5 dezenas e 7 dezenas de metros.

- O bloco Rio Pardo, a Oeste, também denominada do "graben" do Leão, que corresponde a uma depressão alongada na direção E-W ou ESE-WNW ainda não perfeitamente definida, com dimensões de 12 km a 15 km por 5 km a 8 km. É evidenciada pelos resultados de apenas quatro furos espaçados, sendo limitada por prováveis falhas de grande rejeito. As camadas de carvão estão a profundidades entre 3,5 centenas e 4 centenas de metros e a formação Rio Bonito tem espessuras entre 6 dezenas e 12 dezenas de metros.

Apenas a camada I apresenta comprovada continuidade de entre os dois blocos; há necessidade de adensar as pesquisas para verificar se as áreas de jazimento das demais camadas também pertencem a uma só área contínua.

As reservas, por bloco e por camada, estão no quadro abaixo em 10^6 t de carvão jacente:

CAMADA BLOCO	S ₂	S ₃	I	I ₃	Total
Leão-Francisquinho	59	31	336	121	547
Rio Pardo	86	48	142	60	336
TOTAL	145	79	478	181	883
Limite mínimo da reserva cubada (m)	0,80	0,80	0,80	1,00	

No bloco Leão-Francisquinho a camada S₂ ocorre,

cerca de uma dezena de metros sob o contato Palermo/Rio Bonito, em duas áreas: uma a sudeste, pesquisada em detalhe, com máximo de 1,46 m de carvão na camada e outra, a noroeste, evidenciada até o presente por apenas um furo, com 1,21 m de carvão. A camada S_3 ocorre, com espessuras econômicas, na porção central do bloco, com um máximo de 1,10 m de carvão, na porção mediana do intervalo vertical entre as camadas S_2 e I. A camada I, com 184 km² de jazimento, mais extensa, ultrapassa os limites das demais, com espessura máxima de 1,83 m de carvão, situando-se em média 4,5 m sob a lapa da camada S_2 . A camada I_3 ocorre, em média 7,6 m abaixo da I, apenas na porção central do bloco, com no máximo 1,83 m de carvão. Das reservas totais, 23% são consideradas medidas. Na margem nordeste desse bloco, houve erosão pós-deposicional das três camadas superiores. A noroeste, dois furos mostram intrusões de diabásio prejudicando ou destruindo os carvões.

No bloco Rio Pardo as camadas econômicas apresentam-se com espessuras médias maiores e também separadas por intercalações mais espessas. A S_2 é positiva nos quatro furos, com máximo de 1,77 m de carvão; a S_3 em dois furos, com máximo de 1,67 m de carvão; a I em quatro furos, com máximo de 1,51 m de carvão e 136 km² de área cubada; a I_3 em dois furos com máximo de 2,51 m de carvão. Devido à esparsa sondagem, apenas 4% das reservas desse bloco estão na categoria medida.

Dispõe-se de apenas quatro a dez análises densimétricas de cada camada, o que permite apenas uma visão sucinta da qualidade dos carvões.

O carvão jacente das três camadas superiores cor

responde a um produto com 34% em cinzas, semelhante ao atualmente extraído da mina do Leão (onde o produto bruto é desdobrado em 30% de fração nobre com 20% em cinzas, 30% de carvão termelétrico com 40% em cinzas e 40% de refugo. As proporções e os teores das frações recuperadas podem ser ajustados ao esquema de consumo, em virtude da boa lavabilidade do carvão.

O carvão jacente cubado da camada I₃ corresponde a um produto com 53% em cinzas, semelhante ao ora extraído em Charqueadas, com proporções mínimas da fração nobre.

O carvão pertence à categoria "sub-betuminoso de alto volátil C, não coqueificável". Cerca de um terço das análises, em locações e camadas esparsas, indicaram fracas propriedades aglomerantes para a fração flutuada em densidade 1,50 (F. S. I. de 1,0 a 2,5). Isso indica que talvez parte do carvão da jazida possa ser usada em pequenas proporções nas misturas de coqueria.

Apesar do espaçamento entre furos, foi possível comprovar que há pelo menos quatro falhas de grande vulto, com rejeitos entre uma e três centenas de metros, mas cuja localização precisa necessita de pesquisas mais detalhadas.

Os teores de enxôfre variam muito e irregularmente, desde menos de 1% até mais de 5%.

Em conclusão, o carvão dessa jazida tem lavabilidade razoável e contém elevada proporção de componentes adequados para usos industriais, como fabricação de cimento, gaseificação, liquefação, etc. O intervalo entre camadas é suficiente para permitir uma mineração sucessiva das mesmas, exceto no caso

da camada S₃, que está cerca de 1,5 m das sobreposta e sotoposta. Nesse caso, apenas um método de lavra especial e preciso permitirá recuperação adequada de todas as camadas.

8.4 - Jazida de Iruí

Situa-se a sudoeste da cidade de Rio Pardo e a sudeste da de Cachoeira do Sul. Sua porção sul está sob terrenos ondulados onde afloram sedimentos gonduânicos; a sul da BR-290 a flora em dois trechos. A porção norte está sob a planície aluvial do rio Jacuí, alcançando profundidades superiores a 400 m.

A formação Rio Bonito tem espessura muito variável e irregular, governada pela topografia do paleoembasamento, com um máximo de 159 m. As sequências geológicas são também muito variáveis, com elevada proporção de clásticos grosseiros. Há, além de finas ocorrências isoladas duas camadas principais:

- A Camada Superior, mais extensa, situa-se na base do terço superior da formação. Na maioria dos furos, sobre a capa dessa camada há dois pacotes de arenito médio a muito grosseiro, característicos. O carvão é detrítico fosco, com baixas concentrações de vitrênio, tendo em média 30% em volume de estéril na camada total. A cerca de 1/3 da altura, da lapa para a capa, encontra-se um leito-guia de argilito claro.
- A Camada Inferior, situada em geral de 6 m a 11 m sob a precedente, sendo composta de carvão de baixa qualidade.

É frequente a bipartição de ambas as camadas, tendo os estéreis intermediários, em média, 3 m de espessura (cama-

da superior) e 1 m (camada inferior), respectivamente. Nesses casos, as reservas só incluem os ramos mais espessos.

O pacote sedimentar mergulha de $0,5^{\circ}$ a $1,5^{\circ}$ para norte, havendo pelo menos três falhas de vulto:

- Uma falha NE, situada ao sul de Cachoeira do Sul, associada a um alto estrutural alongado na mesma direção.
- Duas falhas NW, na porção nordeste da bacia, formando uma fossa de largura variável entre 3 km a 10 km.

As reservas foram cubadas acima do limite mínimo 0,80 m de dez blocos; são raros os locais em que ambas as camadas sejam simultaneamente espessas. O quadro abaixo resume as reservas cubadas:

CAMADA	BLOCO	ÁREA (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)
SUPERIOR	Sul da BR-290	34	66
	Principal (central)	134	353
	Rio Jacuí	60	165
	Nordeste	41	91
	Outros (3)	13	27
	TOTAL	282	702
INFERIOR	BR-290	131	281
	Oeste	104	175
	Furo 1IB-17	2	4
	TOTAL	237	460

Os principais blocos são os seguintes:

Camada Superior - Bloco ao Sul da BR-290 - Está situado entre as localidades de Pantano Grande e Capané. Tem forma irregular, com maior dimensão de 12 km. A camada aflora ao sul da área, onde foram cubadas 17×10^6 t até à profundidade de 50 m, e que poderão ser, parcial ou totalmente, mineradas a céu aberto.

Camada Superior, Bloco Principal (Central) - Está sob o rio Iruí, a profundidades entre 1,4 e 2,8 centenas de metros. É alongado em direção nordeste, com 19 km x 6 km. Contém mais da metade das reservas da camada Superior, tendo vulto suficiente para comportar várias minas de grande porte.

Camada Superior, Bloco do Rio Jacuí - É delimitado pela fossa tectônica já citada, por onde corre um trecho do rio Jacuí. As coberturas variam de 3 centenas a mais de 4 centenas de metros. Seu limite a noroeste ainda está indefinido. Pelas maiores profundidades, é considerado como não prioritário, nessa jazida.

Camada Superior, Bloco Nordeste - Está a nordeste do precedente. As reservas são pequenas, entre 2,4 e 3,7 centenas de metros. Os limites NW, NE e E estão indefinidos, podendo ocorrer consideráveis extensões da jazida.

Camada Inferior, Bloco da BR-290 - Está próximo à localidade de Capané. Aflora a sul, e mergulha até 1,6 centenas de metros a norte. Contém 38×10^6 t de carvão até 50 m de profundidade e que poderão ser, parcial ou totalmente, mineradas a céu aberto. Em alguns locais há superposição com espessuras econômicas da camada Superior.

Camada Inferior, Bloco Oeste - Está separado do resto da jazida pelo alto já citado. A sondagem é muito esparsa e os limi-

tes estão abertos em três direções. As profundidades variam entre 1,3 e 3,7 centenas de metros. Por enquanto, representa apenas um recurso potencial, à espera de pesquisas de semi-detalhe.

Blocos Isolados - Há três na Camada Superior e um na Inferior, sem significado econômico de vulto.

As informações sobre qualidade são escassas. O carvão está entre as classificações "sub-betuminoso A" e "betuminoso de alto volátil C, não coqueificável". A percentagem de carvão nobre, flutuável em densidade 1,50, na maioria das amostras é inferior a 6%.

A partir das informações dos testemunhos e dos ensaios de lavabilidade foram calculadas as recuperações de um CV padrão, com 40% em cinzas e PCSBS de 3740 cal/g, que corresponde, aproximadamente, à fração flutuada em densidade 2,0. Estimou-se que, na camada Superior a recuperação média é de 53% da camada bruta, o que resulta num rendimento médio de 2.400 kg de carvão beneficiado jacente por m² de jazida. No caso da camada inferior a recuperação baixa para 38% e o rendimento para 1.500 kg/m². Uma amostra de canal antiga, extraída pela CRM na região de afloramento da camada Inferior forneceu teor em cinzas global inferior a 42%, indicando provável melhor qualidade nessa área.

Conforme variar para mais ou para menos o teor em cinzas do CV padrão, ter-se-ão variações correspondentes nas recuperações. Conclui-se, portanto, que essa jazida contém um carvão de qualidades inferiores as da jazida de Leão. Acrescentando o fator desfavorável da maior distância ao mercado consumi

dor, a extração por mina subterrânea será, relativamente à jazida de Leão, anti-econômica nas condições atuais. Apenas a porção extraível a céu aberto, pelos menores custos unitários, poderá ser competitiva, no caso de criar-se um mercado consumidor para carvão vapor ou industrial de qualidade média a baixa.

8.5 - Jazida de Candiota

Não houve pesquisas nessa jazida pelo convênio DNPM/CPRM. Assim, resumem-se abaixo informações extraídas de SCHNEIDER, A.W. (1978):

"A jazida de Candiota constitui a maior jazida de carvão do Brasil".

RESERVAS (em 10 ⁶ t)	A Céu Aberto	Mina Subterrânea
Medida	302,50	50,00
Indicada	250,00	661,50
Inferida	-	6.736,50
T O T A I S	552,50	7.447,50
	8.000,00	

"As "camadas Candiota" formam dois bancos mineráveis economicamente: a "camada inferior", com cerca de 2 m de espessura, separada da "camada superior" por um leito de argilito com propriedades cerâmicas e espessura média de 80 centímetros; a "camada superior" tem possança semelhante à inferior".

"O carvão "r.o.m." tem 52% em cinzas, 1,9% em en

xôfre e PCS de 3.200 kcal/kg".

"A partir da curva de lavabilidade, o carvão de Candiota dá as seguintes recuperações:

Camada superior : 14%

Camada inferior : 10%

Segundo NAHUYS, J. (1972) esse carvão pertence à categoria "sub-betuminoso". Pela classificação baseada em poder refletor, seria classificado como "linhito duro", pois o valor de 0,47% é inferior a 0,50%, limite mínimo das hulhas.

Em candiota há grandes reservas de carvão raso, suscetível de mineração a céu aberto, totalizando mais de 0,5 bilhões de toneladas. Entretanto, é necessário acentuar que, das 8 bilhões de toneladas em que se estima essas reservas, mais de 80% pertencem à categoria "inferida, lavrável por mina subterrânea". Por isso, há que levar em conta que essas vastas reservas ainda estão em estado potencial e não podem ser consideradas "provadas" (medida + indicada). Além disso, a lavra subterrânea, mais onerosa, dificultaria a competitividade desse carvão de baixa lavabilidade.

A fina intercalação entre esse carvão de baixo "rank" e matérias minerais faz com que a lavabilidade seja difícil. Por isso, não se vislumbra melhor consumo para o mesmo que a queima, sem seleção, em termelétricas à boca da mina, como é feito atualmente na Central Termelétrica Presidente Médici.

Ainda, segundo SCHNEIDER (op.cit.):

"A demanda atual, quando a Usina funciona a plena carga (126 megawatts) corresponde a 800 mil

toneladas/ano de carvão. Com a ampliação, prevista para 1981, até o total de 446 megawatts, o consumo de carvão deverá atingir 2,8 milhões de toneladas/ano.....As reservas medidas, em Candiotá, alcançam 300 milhões de toneladas, as quais são suficientes para atender a usina de 1.000 megawatts durante 50 anos, ou então, uma usina de 2.000 megawatts durante 25 anos".

8.6 - Jazidas Menores

Além de ocorrências esparsas, há quatro jazidas ainda a citar:

8.6.1 - Jazida de Butiá - É uma faixa alongada na direção SW-NE, a leste de Leão, contendo o prolongamento das camadas S_1 , S_2 e I, a profundidades entre zero e uma centena de metros. Dessas camadas, a segunda foi minerada por mais de meio século e considerada exaurida. Segundo técnicos da mineradora, COPELMI, estudos de reavaliação em curso permitirão retomar a lavra em alguns trechos.

8.6.2 - Jazida de Arroio dos Ratos - Está cerca de 20 km a sul de São Jerônimo. Foi considerada exaurida em 1956. Segundo técnicos da mineradora, COPELMI, restam cerca de 6×10^6 t de carvão de boa qualidade em condições difíceis de lavra.

8.6.3 - Jazida de Faxinal - Está localizada numa faixa alongada E-W, cerca de 20 km a sul de Arroio dos Ratos. Segundo informações de técnicos da prospectora, COPELMI, contém reservas de 10×10^6 t a 20×10^6 t de carvão sub-betuminoso de qualidade boa a ótima, lavrável a céu aberto.

8.6.4 - Jazida de São Sepé - Situada entre 5 km a 10 km a sul da cidade de mesmo nome, contém $3,4 \times 10^6$ t de reservas com espessura típica de 1,09 m de carvão em 1,46 m de camada. A média dos ensaios indica 40% a 42% em cinzas, 4.000 cal/g e altos teores de enxôfre. As coberturas são baixas. Três furos pioneiros da CPRM, cerca de uma dezena de quilômetros a nordeste, encontraram camadas sub-econômicas.

9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

À vista do panorama atual, de pequenas reservas petrolíferas e de baixos teores nas grandes reservas de folhelho betuminoso, o carvão é o grande recurso energético brasileiro, ao lado da energia hidráulica. A qualidade é inferior à da maioria dos carvões dos EUA e da Europa e as condições de jazimento são, às vezes, desfavoráveis. Apesar disso, é viável seu uso em larga escala, a custos econômicos moderados e como forma indispensável de minorar nossa dependência energética.

As principais formas de utilização que devem ser ampliadas ou criadas são:

- Carvão metalúrgico, com 15% a 18,5% em cinzas, extraível da bacia sul-catarinense e da jazida de Morungava.
- Carvão industrial nobre, com 20% a 35% em cinzas, extraível principalmente da jazida de Leão e, em menor escala das de Charqueadas e de Iruí no RGS e da camada Bonito Inferior em Santa Catarina. Esse carvão pode ser utilizado como reductor direto, em siderurgia, em indústrias de

cimento ou como matéria prima para gaseificação ou liquefação.

- Carvão vapor termelétrico, de baixo poder calórico, com 40% a 55% em cinzas, extraível como sub-produto em todas as jazidas. É o produto único em Candiota e pode tornar-se o principal em Iruí, em Charqueadas e na camada Bonito Inferior de Santa Catarina.
- Carvão gaseificável "in situ", como recurso potencial nas camadas profundas do nordeste do Rio Grande do Sul.

Deve ser estreitada a colaboração entre as equipes de planejamento da prospecção e das de planejamento das indústrias consumidoras, pois o carvão é uma matéria heterogênea. As características e custos das frações beneficiadas são estabelecidas como compromisso necessário entre dois fatores: as propriedades do carvão jacente e as necessidades do consumidor.

A delimitação de Unidades Mineiras e o planejamento das minas de grande porte não podem ser executados à parte de um estudo simultâneo e coordenado da estrutura de consumo, pois ambos são intimamente interdependentes.

Paralelamente à elaboração do necessário planejamento para o aumento da produção (instalação de minas de grande porte, pesquisa de novas áreas e delimitação e detalhamento de jazidas já conhecidas) e do consumo, necessário se torna também providenciar a atualização e aquisição de "know-how" pelos técnicos brasileiros, não só no que tange às mais recentes técnicas

de pesquisa e lavra, como também do processamento, beneficiamento e conversão do carvão. Os carvões brasileiros e sul-africanos, mostram grande afinidade, por terem sido semelhantes as condições geológicas que condicionaram a sua deposição. Por outro lado a República da África do Sul é atualmente um dos países mais avançados nas técnicas de mineração e do aproveitamento do carvão como fonte energética.

Em consequência recomenda-se aquele país, como o mais favorável para a preparação de técnicos nos modernos métodos de pesquisa, mineração, preparação de carvão metalúrgico, termoeletricidade, gaseificação e liquefação. (Usinas SASOL I e II).

Os E.U.A., seriam o país indicado para o estudo dos novos processos de gaseificação Hygas, CO₂ Acceptor, Bi-Gás e Synthane, atualmente no estágio de usinas-piloto em funcionamento, assim como das técnicas de combustão em leito fluidificado, ciclos combinados gás-vapor, transformação direta em geradores magneto-hidrodinamicos (M.H.D.), hidroprocessamento (refinação por solventes), pirolise e produção de gás de baixo B.T.U., utilizado como propulsor nas usinas de ciclos-combinados e M.H.D.

Face ao agravamento progressivo que conduzirá à grave crise já prevista para o ano 2000, do abastecimento de produtos petrolíferos, as atividades esboçadas no presente trabalho objetivando o pleno aproveitamento dos recursos carboníferos do País, deverão ser acionados com a maior brevidade possível, visando a obtenção de resultados a curto prazo.

10 - BIBLIOGRAFIA

BURNTON, R.E. - "Coal In South Africa" - Mining Survey, vol. 90, nº 3, 1978.

BURNTON, R.E. - "Coal: An Indian Summer as Energy Source" - S.A. Mining and Engineering Journal, pag. 49/53, September/78.

CAYE, B.R.; POZZA, E.V.; FABRÍCIO, J.A.C.; SUFFERT, T. - Projeto Carvão no Pré-Barro Branco; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG/PA, Porto Alegre, 1975.

DAEMON, R.F.; ABOARRAGE, A.M. - Relatório Integrado dos Projetos: Carvão no Extremo Norte de Santa Catarina, Prospecção de Carvão no Paraná II, Carvão no Estado de São Paulo; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-PA, DEPEM/DIPROE, Rio de Janeiro, 1976.

FABRÍCIO, J.A.C. et alii - Projeto Carvão de Santa Catarina; Relatório Integrado até Outubro de 1973, DNPM/CPRM - SUREG/PA, Porto Alegre, 1973.

FABRÍCIO, J.A.C.; CAYE, B.R.; SUFFERT, T. - Projeto Carvão Norte de Santa Catarina; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-PA, Porto Alegre, 1975.

FABRÍCIO, J.A.C.; FERREIRA, J.A.F.; SUFFERT, T. - Projeto Carvão em Araranguá-Torres; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-PA, Porto Alegre, 1976.

FERREIRA, J.A.F.; SUFFERT, T.; SANTOS, A.P. - Projeto Carvão no Rio Grande do Sul, Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-PA, Porto Alegre, 1978.

HAMMOND, A.L.; METZ, W.D.; MAUGH, H.T. - "O Futuro Energético do Mundo" - Zahar Editores, 1975, Rio de Janeiro.

HENNIES, W.T.; SALGADO, O.R. - "Contribuição da Mineração de Carvão no Abastecimento Energético" - Anais do VII Simpósio Brasileiro de Mineração.

KEYSTONE COAL INDUSTRY MANUAL - Coal Age, Abr/76, McGraw Hill - New York - NY - USA, pág. 36.

MAIA, R.G.N.; GODOY, H.K.; YAMAGUTI, H.S.; MOURA, P.A.; COSTA, F.S.F.; HOLANDA, M.A.; COSTA, J.A. - Projeto Carvão no Alto Solimões; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-MA, Manaus, 1977.

MINING STATISTICS - Department of Mines, Republic of South Africa, 1977.

NAHUYS, J.; CAMARA, M.R.S. - Carvão de Candiota, suas características químicas e petrográficas; Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Boletim nº 59 - Porto Alegre RS, 1972.

NIELSEN, G.F.; - "Coal mine development survey shows 236,6 million tons of new capacity" - Coal Age, Fev/75, pag. 130/136.

SALOMÃO, E.P. - In "Refazendo a Política Mineral" (mesa redonda) - Minério, Extração e Processamento; Ano 2, nº 23, Dez./78/Jan./79, São Paulo.

SCHNEIDER, A.W. - Contribuição ao Estudo dos Principais Recursos Minerais do Rio Grande do Sul; Companhia Riograndense de Mineração, Porto Alegre RS, 1978.

SORE, J.C. - In "Ressources Charbonnières Mondiales et Rôle Du Charbon Dans L'Economie Énergétique De La Fin Du

Charbon Dans L'Economie Énergetique De La Fin Du Siècle" -
Industrie Minerale, Fev./77, Paris.

SUFFERT, T.; CAYE, B.R.; DAEMON, R.F. - Projeto Carvão Boni
to Gaseificável; Relatório Final, DNPM/CPRM - SUREG-PA, Por
to Alegre, 1977.

TAGER, F.S.I. - In "Coal" - Mineral Resources of the Repu
blic of South Africa; 5ª Edição 1976, Handbook 7, Ed. C.B.
Coetzee - Pretória, África do Sul.