

RI

Edson de Oliveira

RI
395

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CARVÃO NA BACIA DO PARANÁ



*199
I/2004*

Por: João Aécio Corrêa Fabrício

	Pág.
I - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Generalidades	01
1.2 - Método de Trabalho	03
1.3 - Conceitos Utilizados neste Relatório	08
II - ESTUDO DOS CARVÕES.	12
2.1 - Fácies Carbonosas ou Tipos Carbonosos	12
2.2 - Rank	13
2.3 - "Grade" de Carvões	15
2.4 - Classificação dos Carvões	16
III - CONSIDERAÇÕES SOBRE A BACIA DO PARANÁ	26
3.1 - Estratigrafia da Bacia do Paraná	28
3.2 - Carvão na Formação Rio Bonito	37
IV - DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS JAZIDAS DE CARVÃO NOS ESTADOS SULINOS	39
4.1 - Jazida de Candiota - RS	39
4.2 - Jazida de São Sepé-Durasnal -RS	43
4.3 - Jazida do Iruí - RS	43
4.4 - Jazida do Leão-Butiá - RS	49
4.5 - Jazida de Charqueadas - RS	53
4.6 - Jazida de Morungava - RS	58
4.7 - Jazida de Chico Lomã - RS	67
4.8 - Jazida de Santa Terezinha - RS	69
4.9 - Jazida Sul de Santa Catarina - SC	72
4.10- Jazida de Figueiras - PR	83
4.11- "Jazida" de Cerquilha - SP	85

V - RESERVAS DE CARVÃO NO BRASIL

86

VI - METODOS DE LAVRA DE CARVÃO

89

I - INTRODUÇÃO

I - INTRODUÇÃO

1.1. Generalidades

A CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Mine_{ra}is é uma companhia de economia mista, vinculada ao Ministério - rio das Minas e Energia, que foi criada em 1970. A CPRM é fundamentalmente uma companhia de prestação de serviços, tanto para órgãos governamentais (DNPM - NUCLEBRAS etc...) como para empresas privadas.

No setor de carvão, a CPRM vem trabalhando, em convênio com o DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral, desde 1971. Também foram executados alguns projetos em áreas - da própria empresa, com recursos próprios.

Antes da efetivação do Convênio CPRM/DNPM, pouco se conhecia de nossas reservas de carvão, inclusive nem se quer se conhecia algumas jazidas hoje consideradas de grande impor- tância.

Como principais resultados da pesquisa efetuada - neste período (1971 - 1978) podem ser citadas:

- Delimitação da jazida do Iruí, com ampliação da reserva conhecida.
- Delimitação da jazida do Leão, com ampliação da reserva conhecida.
- Delimitação da jazida de Charqueadas, com ampliação da jazida conhecida.
- Descoberta de carvão metalúrgico no Rio Grande do Sul, com a delimitação da jazida de Morungava.

- Descoberta da jazida de carvão de Chico lomã (carvão metalurgico), ora em fase de delimitação.
- Descoberta da jazida de carvão de Santa Terezi-
nha - Capão da Canoa (carvão metalurgico), ora em fase de deli-
mitação.
- Descoberta de carvão na região compreendida en-
tre o Rio Araranguá, S.C. e sul de Torres.
- Ampliação das jazidas de carvão de Santa Catari-
na (região Criciúma, Lauro Muller etc...) para norte e oeste (Camada Barro Branco) e descoberto o potencial carvoeiro da Ca-
mada Bonito. Em ambas as camadas foi avaliada sua reserva.

1.2. Método de Trabalho

Como base para o início da maior parte dos projetos foram utilizados os conhecimentos anteriores da área, quer através de algum indício de carvão em afloramento ou de condicionamento favorável indicado por mapas existentes (ressalta-se aqui a grande valia dos mapas feitos por equipes da Petrobrás).

A maior parte do trabalho efetuado pela CPRM, principalmente nos estados do sul, foi através de sondagem, restringindo o mapeamento geológico, levantamento de seções etc..., a áreas isoladas.

As sondas utilizadas variaram de pequenas sondas-rotativas a diamantes, tipo, BBS-1, até sondas ROTARY, tipo FAILING 2.500 A. Também foram utilizadas sondas mistas (rotativa e rotary) tipo WIRTH.

A maior parte dos furos foram testemunhados integralmente e outros só foram testemunhados na Formação Rio Bonito.

A profundidade dos furos variou desde poucas dezenas de metros até 1250 metros.

A maior parte dos furos foram perfilados com GAMA, SP e Resistência.

A metragem perfurada e perfilada nos 4 estados do Sul pode ser assim resumida:

Estados	Atividade	
	Sondagem	Perfilagem
RS	128.000	135.000
SC	124.000	120.000
PR	20.000	22.000
SP	-	-

- Descrição mesoscópica dos testemunhos de sondagem

Os testemunhos de sondagem depois de colocados em caixas de madeira com fundo de material tipo "duratex" são enviadas para o escritório do Projeto. Aqui são descritos mesoscópicamente com o auxílio de lupa de mão. A parte de rocha propriamente dita, depois de descrita, é enviada a um depósito para ser arquivada; e a parte do testemunho que contém a camada de carvão é estudada com mais detalhe e posteriormente analisada.

A descrição da camada de carvão é feita, com o testemunho partido ao meio, no sentido longitudinal, para se obter faces frescas sem o polimento da coroa de diamante. São descritos em detalhes, as lâminas, leitos e camadas de carvão, bem como as intercalações de estéril que por ventura ocorram.

O carvão é descrito como uma rocha, em função de seus constituintes mesoscópicos (litotipos). A classificação utilizada é a americana, proposta por SCHOPF J.M. (1960) com algumas adaptações aos carvões brasileiros.

Os constituintes que devem ser identificados e descritos mesoscópicamente nas camadas de carvão são os seguintes:

a. VITRÊNIO - caracterizado pela ocorrência em lâminas bem individualizadas, aspecto vítreo e brilhante, fratura conchoidal. O vitrênio é o que mais se aproxima do conceito de carvão puro, por conter baixos teores de matéria mineral (cinzas), apenas aquela primária da planta original, ou a de preenchimento de fissuras e fraturas. Por esse motivo a concentração de lâminas de vitrênio numa determinada camada é o principal parâmetro para o seu "grade" ou lavabilidade. Além disso o coque é principalmente formado a partir do vitrênio, desde que o carvão esteja na posição de "Rank" adequado. As lâminas de

- vitrênio são classificadas segundo suas espessuras: a) finas, de 0,5 a 2,0 mm; b) médias, de 2,0 a 5,0 mm; grossas, de 5,0 a 10,0 mm. Abaixo do limite inferior ($< 0,5$ mm) o vitrênio é considerado fazendo parte do carvão detrítico. Acima do superior (> 1 cm), é descrito individualmente.

A concentração das lâminas de vitrênio em percentagem é estabelecida da seguinte maneira: a) Raras, até 5%; b) esparsas, de 5 a 15%; c) moderadas, de 15 a 30%; d) abundantes, 30 a 60%; e) dominantes, mais de 60%. Através dos cartões mostrados na fig. 1, pode-se chegar rapidamente, por comparação direta com a amostra de carvão, a uma definição das espessuras e concentração das lâminas de vitrênio num determinado intervalo descrito.

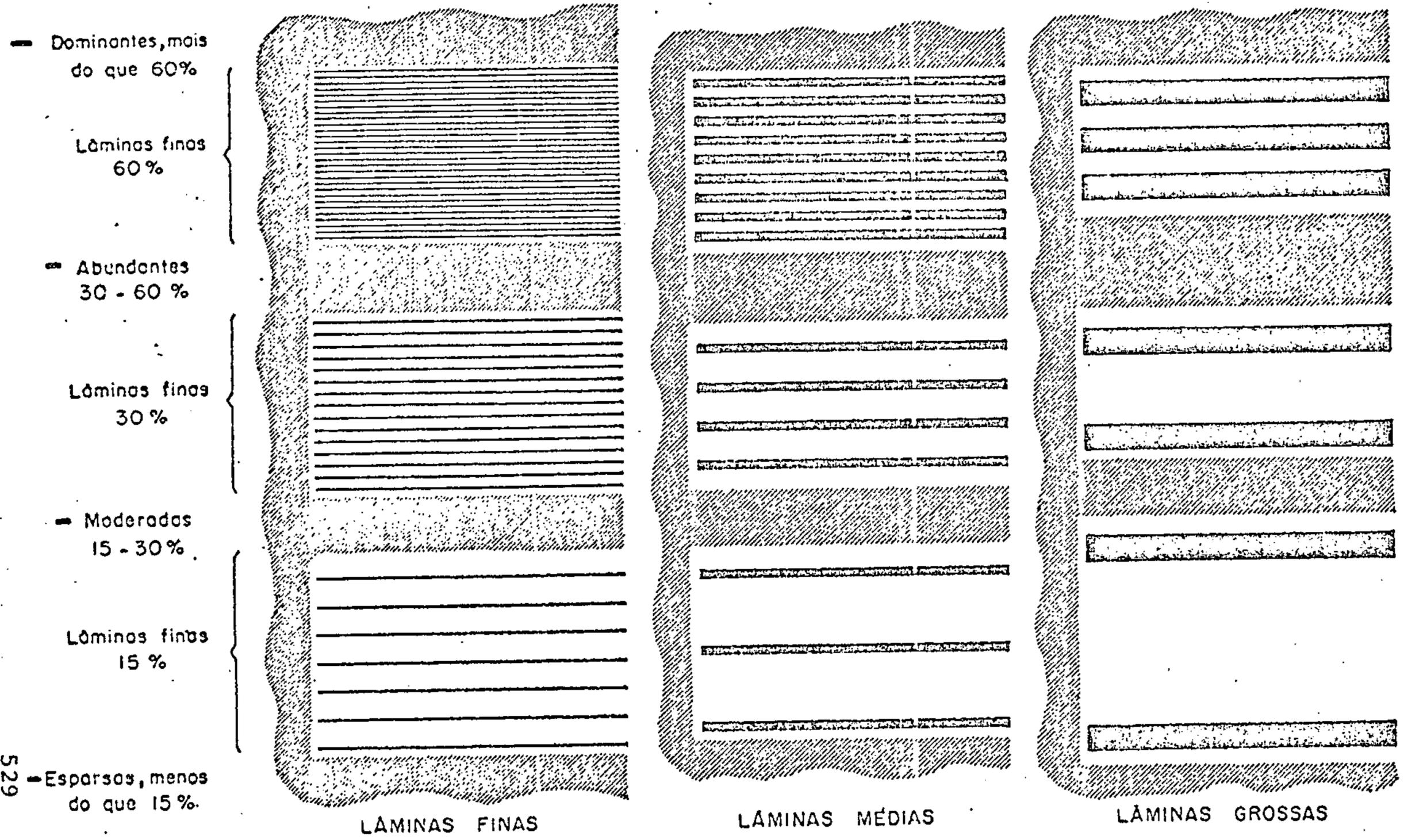
A intensidade do brilho do vitrênio também permite uma avaliação geral do "Rank" (termo discutido logo adiante). Segundo a ordem crescente de "Rank" o vitrênio pode ter o brilho resinoso, brilho vítreo (carvões coqueificáveis) e brilho com aspecto metálico (antracitos).

b) FUSÊNIO - é o constituinte que lembra o carvão vegetal, com aspecto poroso e estrutura fibrosa (quando examinado com lente). Ocorre em lentes ou lâminas finas com poucos centímetros de comprimento. Suja os dedos, é friável, desagregando-se com facilidade em partículas finas a passagem do estilete ou canivete, a não ser que esteja misturado e cimentado por argila, carbonatos, etc...

c) CARVÃO DETRÍTICO (attrital coal) - é a matriz microfragmentada que ocupa os espaços entre as lâminas de vitrênio e fusênio. Todos os fragmentos que tenham pelo menos uma dimensão menor do que 0,5 mm são considerados fazendo parte de carvão detrítico. Seu brilho e textura são variáveis, mas sempre menos brilhantes que as lâminas de vitrênio, e sem a homogeneidade destas ou do fusênio. É o constituinte que apresen

DIAGRAMAS DE CONCENTRAÇÃO, LAMINAS DE VITRÊNIO (EM PRETO) PARA CARVÃO DETRÍTICO (SCHOPF, 1960)

Fig. 12c



529

FIG 1

ta maior teor em matéria mineral, argilas e silte na maior parte, que se misturam mais ou menos intimamente aos fragmentos vegetais à época da formação das turfas. SCHOPF propõe caracterizar o carvão detrítico pelo seu brilho. Albuquerque, L.F.F. e Alcides, J.F.F., 1978 adaptaram aos carvões brasileiros a terminologia proposta por Schopf que pode ser assim discriminada: 1. carvão detrítico com muita cinza (para carvões com 45 a 50% de cinzas); 2. carvão detrítico fosco; 3. carvão detrítico medianamente brilhante; 4. carvão brilhante. O padrão de comparação são as próprias lâminas de vitrênio com mais de 0,5 mm. O último termo (carvão detrítico brilhante) tem brilho muito próximo ao do vitrênio puro; o medianamente brilhante se aplica quando ainda se percebem sub-lâminas ou lentes de vitrênio em volume apreciável (10 a 50%); o carvão detrítico fosco tem aspecto microgranular, isótropo, com pouco ou nenhum vitrênio visível. Exemplo de descrição de carvão - "carvão detrítico fosco com lâminas finas e médias, moderadas de vitrênio".

d) ESTERIL INTERCALADO - são as rochas sedimentares que ocorrem intercaladas nas camadas de carvão, e são percentualmente importantes em jazidas de baixo "grade" (termo discutido logo adiante), como no Brasil. Pode ou não possuir matéria carbonosa e possuem normalmente cor variando do cinza ao preto (inclui-se aqui os "tonsteins" que podem servir de camada guia para correlação).

- Confeção do perfil (log)

O perfil é onde estão relacionados todos os dados obtidos no furo, tais como: descrição das litologias encontradas (inclui aqui uma coluna com a representação das litologias por símbolos); perfis GAMA, SP e Resistência, recuperação da rocha quando testemunhada, detalhe das camadas de carvão etc... .

1.3 - Conceitos utilizados neste trabalho

1.3.1 - Denominações Especiais de Estratos Segundo Suas Espessuras e Disposições.

A designação de camadas de carvão no sentido em que é usualmente empregado no Brasil nas Regiões de mineração implica numa certa impropriedade, uma vez que trata-se na maioria dos casos de zonas de carvão (coal seams e não coal beds), intercalando leitos de carvão e estéril. O uso consagrado deste termo e a falta de camadas unicamente de carvão puro, fez com que se mantivesse essa denominação.

Leitos de Carvão - estratos contendo espessura somada de carvão maior do que 0,01 m até 0,19 m, podendo ocorrer isoladamente ou fazendo parte de uma camada de carvão.

Lâminas obedecem a mesma definição mais com espessura até 0,01 m, e ainda podem ser subdivididas em: finas (0,5 a 2,0 mm); médias (2,0 a 5,0 mm); grossas (5,0 a 10,0 mm).

Camadas de Carvão ou Camada total - é um conjunto de leitos de carvão contendo um número qualquer de intercalações de estéril, com mais de 0,20 m de espessura somada de carvão e pelo menos 40 % de carvão contido em relação a espessura total, mostrando individualidade e distribuição horizontal significativas dentro de uma região ou área de jazida, mesmo que grade lateralmente para leitos de carvão isolados ou níveis de siltitos carbonosos. Usa-se abreviatura C.T.

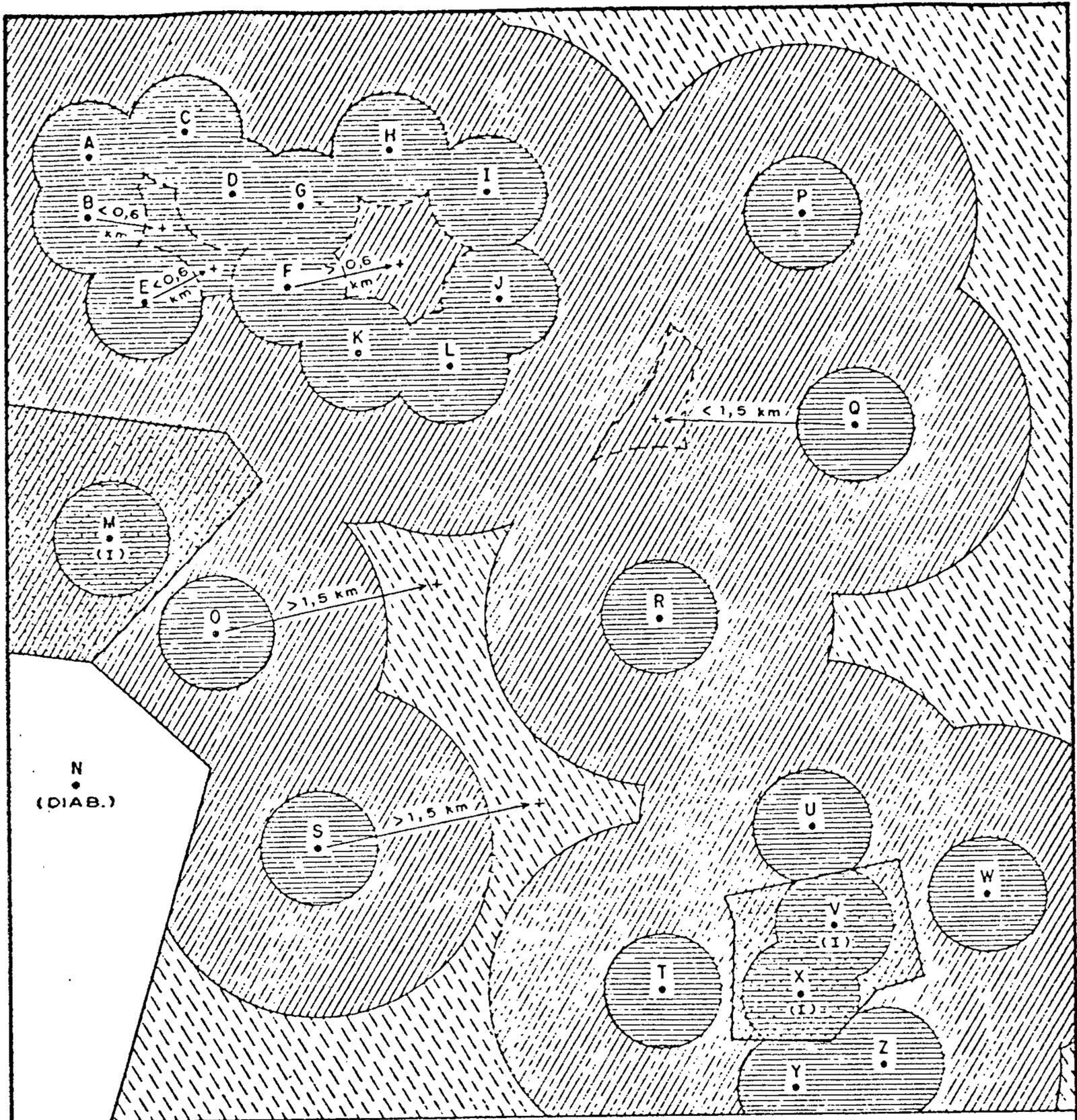
Carvão na Camada - é a espessura somada das diversas intercalações de carvão, leitos e bancos, existentes na camada total. Usa-se abreviatura C.C.

1.3.2. Cálculo de Reservas

Espessura Mínima - foi determinado sempre a partir dos mapas de isópacas de carvão na camada, abstraídos os valores da camada total. A espessura mínima do carvão economicamente minerável depende do custo total do produto vendável (variável com os métodos de mineração, porte da mina, condições do teto, estrutura e profundidade da jazida, eventual superposição das camadas econômicas, processos de beneficiamento, relação produtos beneficiados/minério bruto), bem como o valor das frações úteis obtidas (variável com o poder calorífico, teor de enxôfre, eventual possibilidade de uso como coque, teor de cinzas etc...). Portanto para cada camada de cada jazida - foi estimada uma espessura mínima para que o carvão fosse considerado como reserva, levando em conta a experiência atual de lavra nas minas em operação.

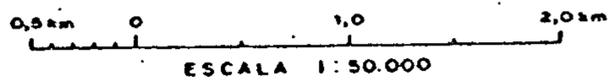
Delimitação de Áreas - para cada jazida e cada camada, dentro das áreas com espessura de carvão superior à mínima, dividiu-se as reservas em medidas, indicadas e inferidas. Os limites definidos abaixo e expressos graficamente na fig. 2, são os que o U.S.G.S. adota para a classificação de reservas de carvão, convertidos milhas em metros, é feitas pequenas aproximações.

Considerou-se como RESERVA MEDIDA aquela contigua aos furos de sonda num raio de 400 m (correspondendo a área de $0,50 \text{ km}^2$). Aplicado este critério restavam frequentemente entre os círculos estreitas faixas que, por estarem rodeadas de furos positivos, permitiam segurança quanto à espessura de carvão; por isso concluiu-se estas faixas também nas áreas de reserva medida, desde que o centro das mesmas não distasse mais de 600 m de qualquer furo (ex. área entre os furos A, B, C, D, E e F na fig. 2).



CONVENÇÕES

- 12 FURO DE SONDA
- 22 FURO COM CAMADA AFETADA POR INTRUSÃO
- 17 FURO COM CAMADA DESTRUIDA POR INTRUSÃO
- (DIAB.)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ÁREA DE RESERVA INDICADA
- ÁREA DE RESERVA INFERIDA



Projeto Carvão no Rio Grande do Sul
1978

Fig. 2b



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
— CPRM —

MÉTODO DE CÁLCULO
DE RESERVAS

SUREG
P. ALZEGRE

Eng. TELMO SUFFERT
CREA 11.780 - 8ª Reg.
Des. RENILDO DA SILVA

DNPM
1º DISTRITO

Considerou-se RESERVA INDICADA aquela externa à reserva medida, num raio de 1.200 m, correspondendo a uma coroa circular de área 4,02 km². De modo semelhante ao da reserva medida, incluiu-se também na área de reserva indicada estreitas faixas entre furo desde que o centro das mesmas não distasse mais do que 1.500 m de qualquer furo (ex: área entre os furos J,L,P,Q e R na fig. 2^a).

Considerou-se RESERVA INFERIDA aquela situada além da reserva indicada, mas ainda com espessura de carvão na camada superior ao mínimo estabelecido, até uma distância máxima de 4.800 m dos furos.

CAMADAS AFETADAS OU DESTRUÍDAS POR DIABÁSIO - em caso de camadas com suas propriedades físico-químicas fortemente alteradas e danificadas pela presença de intrusões de diabásio próximos adotou-se o critério de computar somente metade das reservas, na área de influência do furo onde ocorre o fenômeno. No caso de camadas destruídas e até eliminadas da coluna, mas onde se tinha boas evidências, pelos furos vizinhos, da sua existência anterior à intrusão, as curvas de isópacas passam normalmente como se o furo não existisse, e as reservas na área de influência do furo não são computadas para a camada ou camadas destruídas. Em alguns casos onde se tem fortes indicações de que a camada foi depositada e posteriormente erodida por um fenômeno local, o mesmo critério foi adotado.

II - ESTUDO DOS CARVÕES—

II - ESTUDO DOS CARVÕES

O carvão é um combustível fóssil (Kaustobiólito), sólido, originado da acumulação de detritos orgânicos no meio aquático, ao abrigo do ar. Há transformação da matéria orgânica, através de diagênese (fenômenos químicos) e catagenese (fenômenos físicos pela ação da temperatura e tempo geológico), em rocha.

A conservação da matéria orgânica (carbonosa) nos sedimentos em fase de formação é um processo anormal e que não é frequente, isto porque os sedimentos ricos em carbono se formam sobre áreas continentais. O processo mais comum é a destruição total ou parcial pela oxidação de degradação bioquímica aeróbia.

Para o estudo de qualquer carvão são básicos os conhecimentos de facies (composição petrográfica) e o seu grau de evolução ("Rank"). Estes conceitos, e outros abordados neste trabalho, serão agora discutidos.

2.1 - Facies Carbonosas ou Tipos Carbonosos

As substâncias orgânicas que dão origem aos depósitos carbonosos são muito diversas, como pode ser observado nos dias atuais.

Sobre os continentes, os carvões provem de restos de plantas superiores constituídos principalmente de celulose e de lignina. A série ligno-celulósica origina os carvões tipo HÚMICOS, reconhecidos pela alternância de listas brilhantes e listas mates (acumulação de esporos, misturas de microfragmentos lenhosos e de matéria mineral).

Na borda dos continentes, o material possui uma granulometria menor (os grandes fragmentos são selecionados - pela água em movimento) e é grandemente enriquecidos em polens, esporos e algas. O carvão originado é homogêneo, microfragmentado, com aspecto terroso, e é denominado carvão SAPROPÉLICO. Se houver predominância de microsporos tem-se um CANNEL-COAL e de algas tem-se BOGHEADS. Os carvões sapropélicos são intermediários entre os carvões húmicos e os folhelhos betuminosos, que são as rochas formadoras de óleo.

O diagrama da fig. 3 mostra de uma maneira esquemática o que foi dito anteriormente.

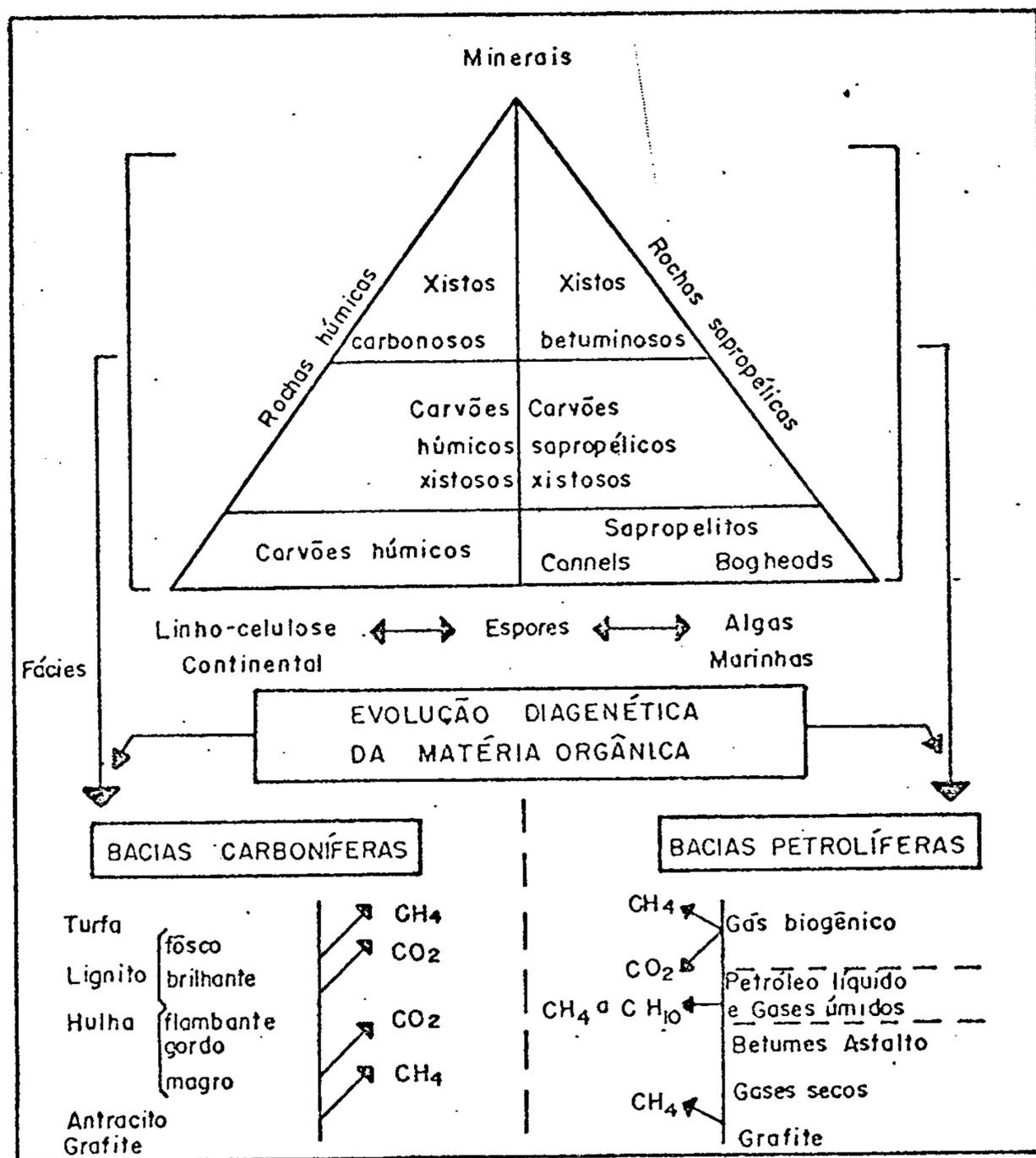
Deve-se aqui adiantar que todos os carvões conhecidos na Bacia do Paraná são do tipo HÚMICO, mesmo alguns que apresentam baixa concentração de lâminas de vitrênio (ex: camada candiota).

2.2 - "RANK"

"RANK", também chamado grau de carbonificação (coalification) ou metamorfismo dos carvões, mede o grau de evolução experimentado durante a sua história geológica, nas séries naturais dos linhitos aos antracitos. O "Rank" é independente do conteúdo em matéria mineral (cinzas) de um carvão e portanto de seu "grade".

O "Rank" é essencialmente função da temperatura - do tempo de atuação desta temperatura sobre uma camada de carvão. As pressões são importantes nas fases iniciais de evolução para compressão e redução de umidade das turfas. Nas fases - mais decisivas de aumento de rank, carvões sub-betuminosos e betuminosos, as pressões não tem influência ou até retardam as reações químicas.

Vários parâmetros são usados para medir o "Rank"



Formação e evolução dos jazimentos de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos nas bacias sedimentares.

FIG. 3

de um carvão, tais como: umidade de equilíbrio, poder calorífico, matéria volátil, carbono fixo e total, teor de hidrogênio, (químicos); poder refletor ou refletância das vitrinitas (micropetrográficos). Este último tem sido considerado o mais preciso e de maior independência em relação a fatores influentes como oxidação, teor de matéria mineral, variação de composição maceral e outros que produzem variações nos resultados de análise químicas sem serem devidas a posição de "rank" no carvão.

2.3 - "Grade" de Carvão

É dado pelo teor de cinzas, ou de matéria mineral. Como as cinzas são os constituintes perniciosos, o "grade" é inversamente proporcional ao seu conteúdo. Outras propriedades como o teor de enxofre, se orgânico ou pirítico; umidade de equilíbrio; poder calorífico; podem ser em determinados casos valores críticos para a caracterização do "grade" de um carvão. Usualmente são feitos ensaios de "afunda-flutua", para determinação do teor de cinza das frações de amostra da camada total que flutuam em líquidos de densidade conhecida.

Usualmente, as amostras de carvão da camada total, após serem britadas a uma dada bitola, são flutuadas em líquidos de densidades conhecidas, para a determinação do teor de cinza, enxofre, etc..., de cada fração (ensaio de afunda-flutua). Os valores do teor de cinzas e os correspondentes valores de rendimentos percentuais em peso são colocados em gráficos adequados denominados de curva de lavabilidade. Esta é a melhor maneira de expressar o "grade" de um carvão.

O "grade" de um carvão é dependente em grande parte de facies, mas possuem conceituações e métodos de abordagem próprios. As curvas de lavabilidade dos carvões, pelo fato de darem-lhes uma caracterização como matéria-prima industrial,

são muito mais bem estudadas que os facies ou tipos carbonosos.

As camadas de carvão do Brasil possuem de um modo geral baixo "grade" e seriam consideradas sub-economicas nos países que são grandes produtores.

2.4 - CLASSIFICAÇÃO dos CARVÕES

A classificação dos carvões pode ser abordado sob vários aspectos como: geológica, química, científica, prática, regional, internacional, comercial etc... . Qualquer que seja a classificação a variação está sempre ligada ao estágio de evolução do carvão.

No Brasil não existe uma classificação própria para carvões, na maioria das vezes é utilizada a classificação Francesa ou a Norte Americana, fig.7.

Para o posicionamento de um carvão dentro de uma ou outra classificação é necessário a determinação de certos - parâmetros. Alguns destes (parâmetros) servem para classificar o carvão em uma ampla faixa de seu estágio de evolução, e outros são decisivos somente em uma faixa limitada.

A seguir são abordados as principais propriedades dos carvões no domínio da química, da física e da petrografia.

a) Índices Químicos e Técnicos da Evolução dos Carvões.

Os índices químicos de medida do grau de evolução dos carvões ("Rank") são bastante numerosos. Para facilitar a apresentação deste item serão estudados separadamente os principais tipos de análises usualmente feito para qualquer carvão - análise elementar, análise imediata e propriedades coqueificantes.

- Análise Elementar

Neste tipo de análise química de carvão é clássico determinar: teor de carbono, teor de hidrogênio, teor de oxigênio, teor de nitrogênio e teor de enxofre. Os valores são sempre referidos a matéria orgânica pura e seca e expressos em percentagens.

Destes parâmetros os mais importantes são o carbono, oxigênio e o hidrogênio, como mostra a fig.4. Nota-se que o hidrogênio é fundamental para a delimitação dos antracitos.

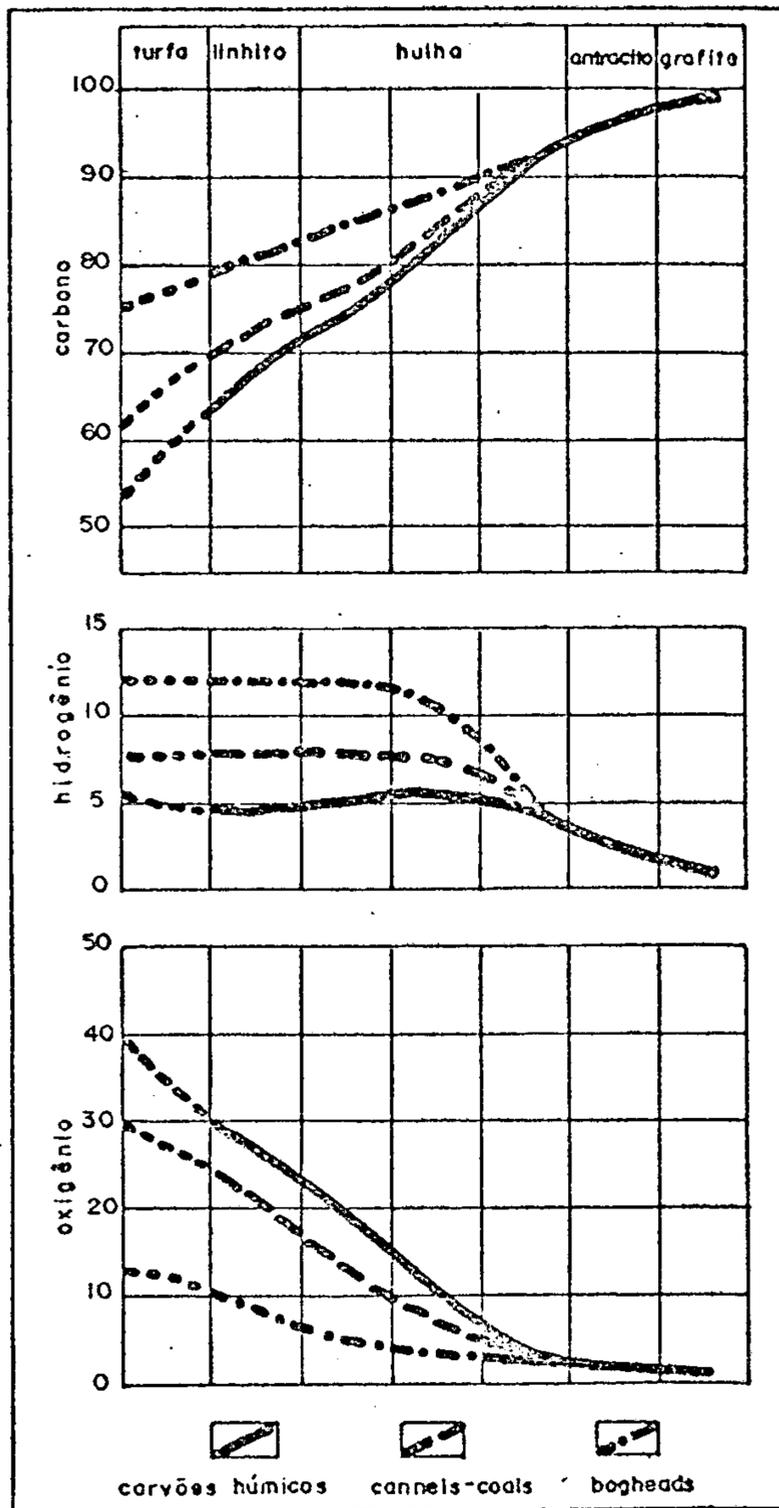
- Análise Imediata

Na análise imediata determina: teor de cinzas, teor de matéria voláteis, poder calorífico e humidade, fig.5.

As cinzas são as substâncias minerais (quartzo, silicatos, carbonatos, enxofre, etc...) que contém o carvão e podem ser provenientes do próprio vegetal que deu origem ao carvão ou de aporte de material secundário (grãos de quartzo, argila etc...). O teor de cinzas é medido com a queima do carvão a 850°C. Sob o ponto de vista da utilização industrial do carvão, cinza é um dos principais fatores que entram em jogo.

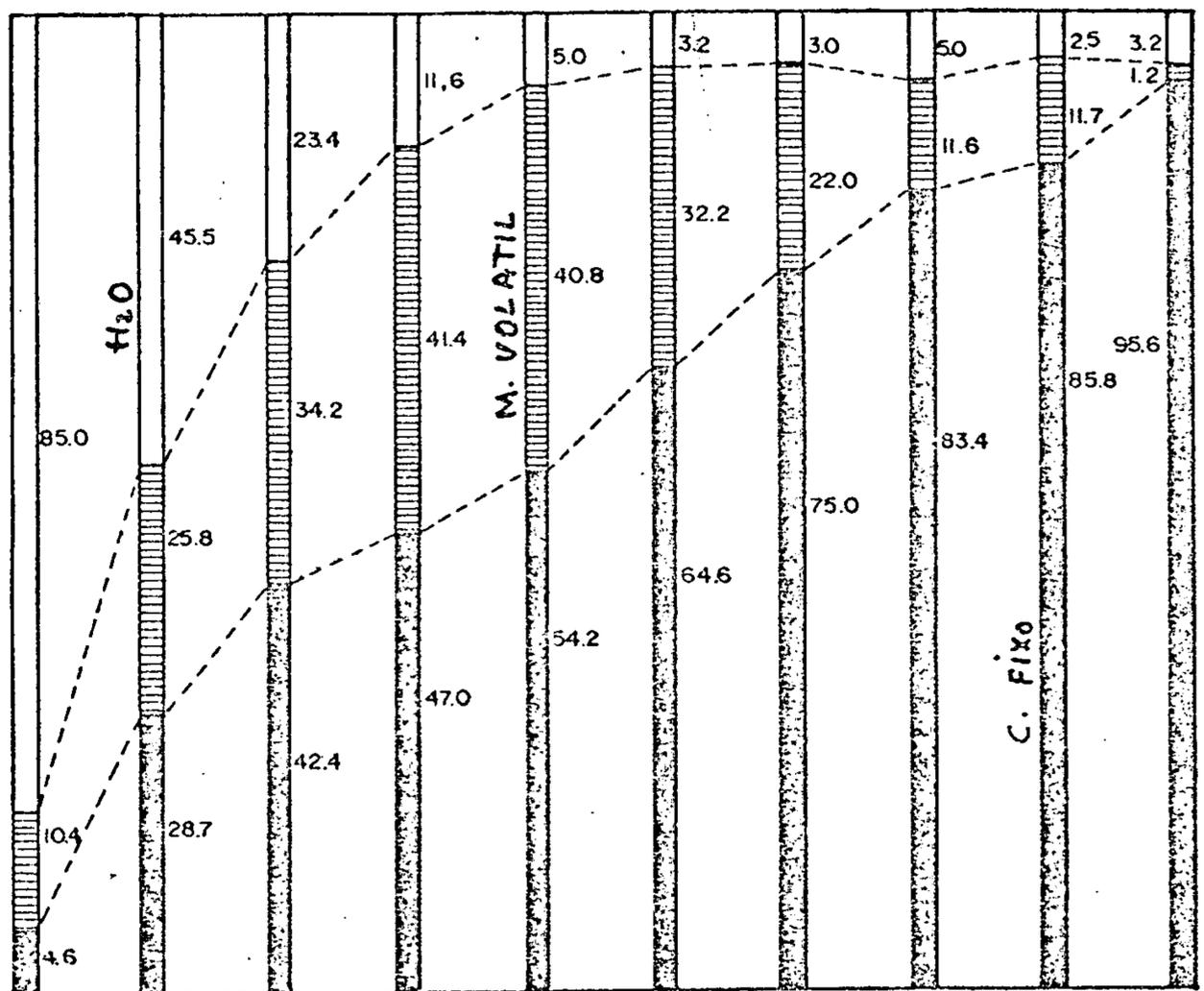
Os carvões possuem em sua composição certos constituintes, originados da deposição de polens, esporos, resinas, ceras etc...), que por aquecimento se transformam em voláteis, e feito sem a combustão do carvão.

A determinação do poder calorífico não só dá o estágio de evolução como também uma idéia do teor de cinzas (são proporcionais); é importante, principalmente na delimitação entre os campos dos lignitos e das hulhas.



Variação da composição química elemental dos carvões húmicos e sapropélicos com a carbonização.

FIG. 4



Evolução de composição química dos carvões com a carboni-
zação.

FIG. 5

A humidade pode ser muito útil, como para o estabelecimento dos acampos das turfas e dos lignitos.

- Propriedades coqueificantes

As propriedades coqueificantes de um carvão são importante em todas as classificações, principalmente quando se trata de carvão destinado aos processos clássicos de siderurgia em Alto Forno que só pode utilizar os ditos carvões a coque.

Um carvão coqueificável é aquele que é capaz de, ao longo de seu aquecimento, ao abrigo do ar, fundir numa zona de temperatura dita "zona plástica", depois de ressolidificar em um sistema vacuolar denominado coque.

Durante a fase em que o carvão está viscoso, a matéria volátil (MV) produzida por pirólise tende a escapar e a passagem do gás na massa fundida origina seu inchamento.

O carvão que não apresenta propriedades coqueificantes, quando aquecido ao abrigo do ar perde os constituintes voláteis mas não aglomera, e toma um aspecto terroso, friável.

A medida do grau de inchamento de um carvão se faz fundamentalmente por três processos:

- Medida do Índice de Inchamento livre (Free Swelling Index -FSI). É a medida do botão do coque formado em um cadinho de tamanho pré-estabelecido. Varia de 1 a 9.

- Medida ao Dilatômetro - Mede a variação do comportamento de um carvão quando aquecido em um cilindro, e depois constrói-se a curva.

- Medida por Plastômetro - Mede a variação de comportamento do carvão quando aquecido e submetido a introdução de um eixo com palhetas. Constrói-se também a curva.

b) Índices Físicos da evolução de um carvão

Entre estes, os mais importantes são os ligados às propriedades óticas da matéria orgânica, baseadas no desenvolvimento considerável da microscopia dos carvões.

A observação mesoscópica de uma série de carvões com graus de evolução crescente, permite distinguir uma variação na coloração e no brilho de cada amostra.

Esta observação pode ser feita com maior precisão se for utilizado um microscópico com alguns acessórios adaptados.

O estudo das propriedades óticas dos carvões pode ser feito por refletância, transparência e fluorescência. Sendo a refletância o mais importante e utilizado pelos especialistas mundialmente. As outras duas são utilizadas, para este fim, somente por poucos especialistas.

A REFLETANCIA é sempre medida sobre um determinado maceral, que normalmente escolhe-se a vitrinita. As medidas são calculadas em valor absoluto em relação a uma amostra sintética (safira) padrão, cujo índice de refração "M" e de absorção "K" são conhecidos. A fórmula teórica de calcular o poder refletor é (Fresnel-Beer):

$$R = \frac{(M - N)^2 + M^2 K^2}{(M + N)^2 + N^2 K^2} \quad \text{em que "n" e "k" são os}$$

índices de refração e de absorção do carvão e N o índice de refração do meio de imersão.

A refletância cobre de uma maneira satisfatória - todo a série evolutiva,, exceto os primeiros estágios da diagenese (R < 0,3%)

- Outras propriedades físicas

Existem outras propriedades físicas que são capazes de caracterizar certas etapas do estágio de evolução dos carvões, que são: densidade, microdureza, anisotropia, ótica e raio X.

c) Os constituintes microscópicos do carvão

Os constituintes microscópicos dos carvões recentemente é que estão fazendo parte do elenco de parâmetros utilizados nas classificações dos carvões. A maioria das classificações utilizadas não levam em conta a petrografia dos carvões, portanto não levam em conta as substâncias que deram origem a acumulação dos carvões e nem as condições geológicas em que eles foram depositados e evoluíram. A maioria das classificações foi feita para carvões que contém baixo teor de cinzas, ignorando os carvões do hemisfério sul, como os brasileiros, indianos, sul africanos e australianos.

Infelizmente, qualquer classificação que leva em conta os constituintes petrográficos é difícil de ser por nós utilizada, porque dispomos de poucos estudos referentes a petrografia dos carvões brasileiros.

Neste trabalho será usado ou a classificação tradicional Norte Americana ou a Francesa, fig. 7, que não consideram como parâmetros básicos a petrografia, entretanto, será feito a seguir uma rápida referencia à petrografia do carvão, dada sua grande importância mesmo em outros campos, como por exemplo a mistura de carvões para coque, etc... .

Os constituintes microscópicos dos carvões são teóricamente independentes do modo de observação, como: refletância, transparência ou fluorescência. Entretanto, cada grupo de maceral pode apresentar preferência por um dado método de investigação, como por exemplo, certos constituintes descobertos recentemente não podem ser vistos senão por fluorescência.

Os constituintes elementares das rochas são os minerais e nos carvões são chamados de MACERAIS. Normalmente, a terminologia empregada muda do estado de lignito ao estado de carvão.

Os macerais dos lignitos e dos carvões são geralmente referidos a três grandes GRUPOS, em função de suas propriedades óticas:

1 - O grupo da HUMINITA - VITRINITA, que relembra os produtos ligno-celulósicos gelificados (tecidos e gels);

2 - O grupo INERTINITA, que deriva dos mesmos tessidos originais, mas por uma formação aeróbia (fusinização);

3 - O grupo da LEPTINITA-EXINITA, que relembra os elementos muito dispersos, como os esporos, as cutículas, as resinas, as algas, etc... .

O quadro fig.6 mostra os três grupos de macerais com os respectivos macerais e submacerais. Aqui não será dado maiores detalhes, por fugir do escopo deste trabalho.

MACERAIS DOS LINHITOS				MACERAIS DOS CARVÕES			LITOTIPOS DOS CARVÕES (schopf J.M.)
SUBMACERAL	MACERAL	SUBGRUPO	GRUPO	GRUPO	MACERAL	SUBMACERAL	
Texto-ulminita Ex-ulminita Pirogelinita Levigelinita Flotafinita Pseudoflobafinita	Textinita	Humotelenita	Huminita	Vitrinita	Telenita	Telenita 1 Telenita 2	Vitrênio
	Ulminita				Colenita	Telecolinita Desmocolinita	
	Celexita	Coloccolinita Corpocolinita					
	Corpohumanita	Vitrodetrinita					
	Atrinita Fenuinita	Humodetrinita					
	Esporinita Cutinita Suberinita Resinita Alginita Liptodetrinita Clorofilinita (Betuminita)* (Fluorinita)* (Exudanita)*		Leptinita	Exinita	Esporinita - - Resinita Alginita Liptodetrinita - (Betuminita)* (Fluorinita)* (Exudanita)*		Carvão Detrítico (mistura de macerais)
	Fusinita Semi-Fusinita Macrinita - Escloretinita Inertodetrinita - -		Inertinita	Inertinita	- - Macrinita Micrinita Escloretinita Inertodetrinita Fusinita Semi-Fusinita		Fusênio

* Termo em discussão.

FIG. : 6

CLASSIFICAÇÃO DOS CARVÕES

MV ①	P.R. ②	C. ③	SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO		
			FRANÇA ④	USA ⑤	
			TURFA	TURFA	⑥
		55	LIGNITO TENRO	LIGNITO B 3.500 cal/g	-75
	0,30	66	LIGNITO MATE	LIGNITO A 3.500 - 4.600	-35
				SUB BETUMINOSO C 4.600 - 5.300	
				SUB BETUMINOSO B 5.300 - 5.850	-25
			LIGNITO BRILHANTE	SUB BETUMINOSO A 5.850 - 6.400	
				ALTO VOLÁTIL C	
50	0,50	77		BETUMINOSO 6.400 - 7.250	-10
		80		ALTO VOLÁTIL B	
45	0,75			BETUMINOSO 7.250 - 7.900	
				ALTO VOLÁTIL A	
				BETUMINOSO < 7.800	
	1,25		HULHA	MÉDIO VOLÁTIL	
25				BETUMINOSO	
				BAIXO VOLÁTIL	⑦
				BETUMINOSO	-5
	2,00			SEMI-ANTRACITO	
	2,50	92			
		93	ANTRACITO	ANTRACITO	-4
		95			-3
5,00					-2
		100	GRAFITE	GRAFITE	-1

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| ① MATÉRIA VOLÁTIL | ⑤ CLASSIF. NORTEAMERICANA |
| ② PODER REFLETOR | ⑥ UMIDADE |
| ③ CARBONO FIXO | ⑦ HIDROGÉNIO |
| ④ CLASSIF. FRANCESA | |

FIG. 7

III - CONSIDERAÇÕES SOBRE A BACIA DO PARANÁ

III - CONSIDERAÇÕES SOBRE A BACIA DO PARANÁ

A Bacia do Paraná abrange uma área de aproximadamente 1.600.000 km², dos quais 1.000.000 km² estão no território brasileiro. Estende-se desde as proximidades de Cuiaba e Brasília, ao norte, até Córdoba e Santafé, na Argentina e Montevideu, no Uruguai, ao sul, como mostra a fig.8.

A Bacia do Paraná foi parte do Continente Gonduânico (Suess), sendo definida como uma bacia intracratônica simétrica, preenchida por quase 5.000 m de sedimentos neopaleozóicos, mesozóico e lavas basálticas (600.000 km²).

A sedimentação ocorreu em ambiente pouco perturbado por fenômenos tectônicos, sem atuação de esforços de compressão capazes de produzir dobramentos intensos e falhas inversas. As deformações estruturais existentes ou foram produzidas por movimentos ascendentes e descendentes de considerável amplitude vertical, envolvendo grandes áreas, ou estão relacionadas com falhas de gravidade de pequeno rejeito associadas aos eixos dos grandes arqueamentos regionais, ou ainda são devido à reativação de velhas linhas de fraqueza do Embasamento. Por isso, as unidades litoestratigráficas tem grande continuidade lateral, e apresentam no máximo pequenas variações de facies.

A Bacia do Paraná é delimitada pelo seguinte quadro geotectônico: ao norte, o Maciço do Brasil Central; a nordeste, o Arco da Canastra; a leste, o Maciço Atlântico; ao sul, o Escudo Uruguaio-Sul Riograndense e o Arco de Martin Garcia; a sudoeste o Arco Pampeano-Oriental, e a oeste o Arco de Assunção (fig.8).

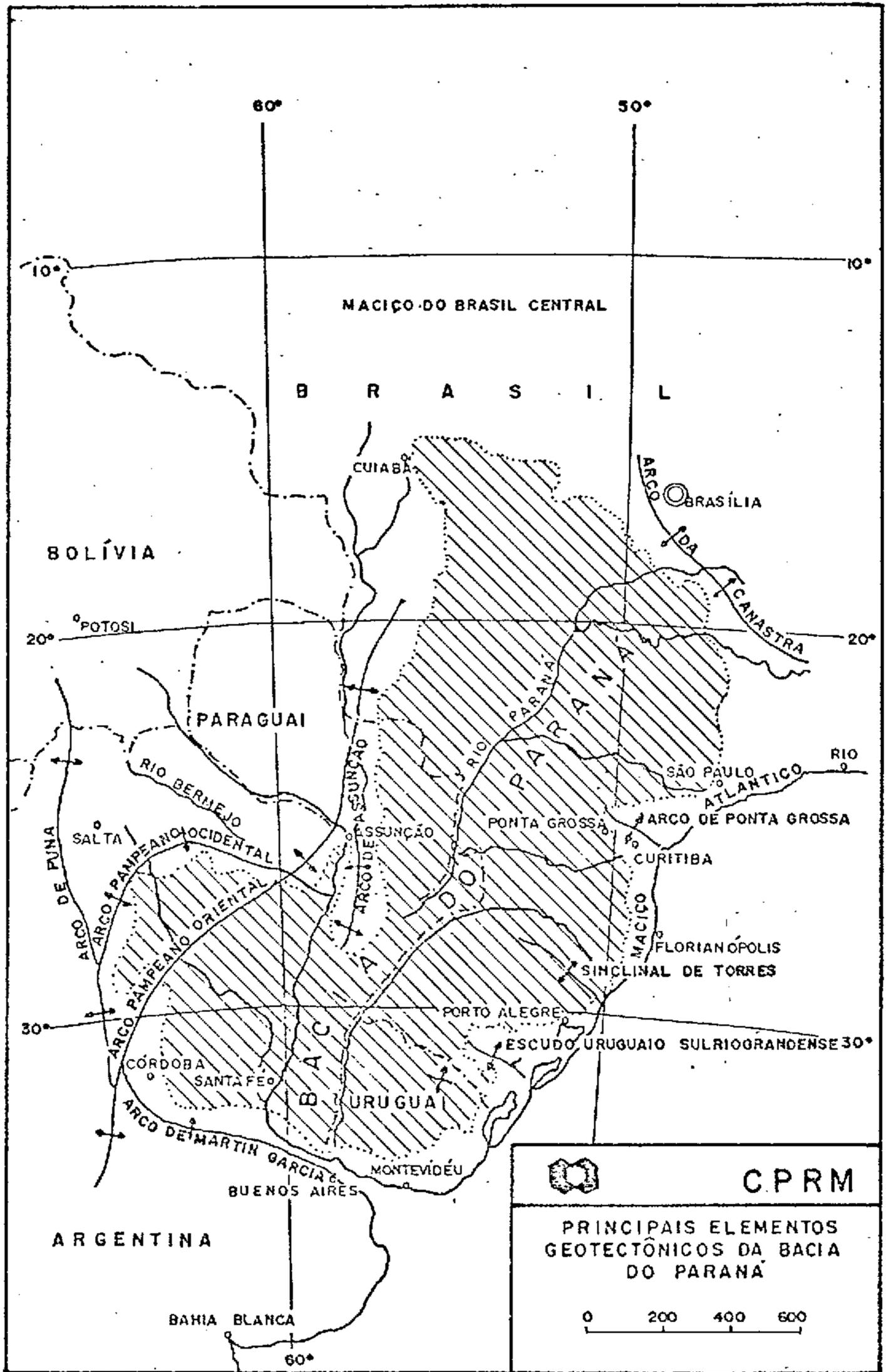


FIG. 8

3.1 - Estratigrafia da Bacia do Paraná

A coluna estratigráfica aqui adotada é a mesma utilizada pelos técnicos da Petrobrás com algumas adaptações, como mostra a fig.9.

Serão abordadas as unidades litoestratigráficas - de modo resumido, pois fugiu do escopo deste trabalho grandes dissertações, ricas em detalhes de cada formação geológica. Serão reservados maiores comentários para a Formação Rio Bonito, por ser a portadora das camadas de carvão.

3.1.1 - Grupo Paraná

O Grupo Paraná, com as formações Furnas e Ponta Grossa foi a primeira deposição em um embasamento cristalino antigo, na Bacia do Paraná.

A Formação Furnas é constituída fundamentalmente por arenitos com estratificação cruzada. São arenitos cinza claros, médios, com alguns níveis conglomeráticos na base. Os grãos são angulosos ou subangulosos e estão envolvidos em uma matriz argilosa a base de caolinita.

A Formação Ponta Grossa, está sobreposta a Furnas, e é constituída por folhelhos e siltitos cinza escuros e pretos, localmente betuminosos, com algumas finas intercalações de arenito, principalmente no topo e na base.

Ambas as formações só ocorrem na porção central da bacia e tem maior expressão nas proximidades de roeste de Londrina, PR, desaparecendo pouco a sul de Curitiba.

COLUNA GEOLÓGICA DA BACIA DO PARANÁ

IDADE	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA			Litologia	Descrição Litológica
	Grupo	Formação	Membro		
Q		Sem denominação			Depósitos de argilas, areias e cascalhos.
K	São Bento	Serra Geral			Basalto toleítico
J		Botucatu	Pirambóia S. Maria		Ar. verm., finos a md. aparecendo em certos locais, na base, st. verm.
R P	Passa Dois	Rio do Rasto	Morro Pelado Serrinha		Ar. fino a md., marrom averm. no topo, e st. da mesma cor, na base.
P		Estrada Nova	Terezina Serra Alta		St. e fh. cz. esc. c. raras interc. de ar.
		Irati			Fh. e st. pr., bet. camadas de margas.
P	Guatá	Palermo			St. arso. cz. esvd., c. lam. - ondulada e irregular.
		Rio Bonito	Siderópolis Paraguaçu		Ar. fino a md. c. camada de cv St. e fh. cz. esvd.
			Triunfo		Ar. cz. cl. md. e gross. e camada de st.
P C	Itararé	Rio do Sul			Fh. varvitos, ritmitos e diamictitos.
		Mafra			Ar. cgl. e diamictitos.
		Campo Tenente			Fh. marrom averm. e diamictitos.
D	Paraná	Ponta Grossa			St. e fh. cz. esc. c. ar. subordinados.
		Furnas			Ar. br. md. a gross., e camadas de st. strat. cruzada.
Pré-C					Granito gross., etc...

FIG. 9

A idade devoniana da Formação Ponta Grossa é bem documentada por abundante fauna de trilobitas, braquiópodos e quitinozóários. Esta idade também atribuída a Formação Furnas porque em certas áreas ambas são contemporâneas.

3.1.2 - Grupo Itararé

O Grupo Itararé tem uma distribuição horizontal - mais ampla do que as Formações Furnas e Ponta Grossa, ocorre praticamente em toda a Bacia do Paraná. Sua maior espessura está na parte central da Bacia (eixo Curitiba-São Paulo e Cuiaba) onde atinge valores superiores a 1.200 m.

O Grupo Itararé pode ser dividido em três formações, denominadas de baixo para cima de : Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul.

As formações diminuem sua espessura ao sul do paralelo que passa por Curitiba, acunhando, já no Estado de Santa Catarina, inicialmente a Formação Campo do Tenente, posteriormente Mafra e depois Rio do Sul. No Estado do Rio Grande do Sul o Grupo Itararé, só ocorre em paleovales do embasamento e geralmente é representado pela Formação Rio do Sul.

- Formação Campo do Tenente

Caracteriza-se pela presença de folhelhos marrom avermelhados e diamictitos cinzas.

Só foi detectado através de poços da Petrobrás, realizados nas proximidades de Campo do Tenente, no Paraná.

- Formação Mafra

Aflora sómente no vale do Rio Hercílio (Paraná) e se constitui de uma sequência de arenitos, conglomerados e diamictitos. Diminui sua espessura para o sul desaparecendo nas proximidades de Dalbergia (SC).

- Formação Rio do Sul

É constituída por folhelhos, varvitos, ritmitos e diamictitos. Tem uma maior distribuição horizontal. Desaparece como formação contínua na altura de Orleans (SC). Esta Formação se depositou em ambiente marinho com acentuada influência glacial.

3.1.3.- Formação Rio Bonito

White (1908) denominou de "Camadas Rio Bonito" a um conjunto de arenitos e siltitos, com camadas de carvão, com espessura de cerca de 160 m, que ocorrem próximos a Lauro Muller, em Santa Catarina.

A Formação Rio Bonito ocorre em toda a Bacia do Paraná, com espessura em torno de 100 a 200 m, atingindo no entanto as maiores espessuras no flanco oeste da Bacia, a sul do Mato Grosso, em Amambaí e Dourados (cerca de 400 m).

Schneider et alii, propõe a formalização das denominações Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, aos três membros da Formação Rio Bonito, que podem ser individualizados na borda leste da Bacia do Paraná, sobretudo ao norte do Rio Grande do Sul.

- Membro Triunfo- compreende a porção basal da Formação Rio Bonito, é constituído essencialmente por arenitos cinza claro, médios e grosseiros até mesmo níveis conglomeráticos, e subordinadamente finas camadas de siltitos cinza escuro. São abundantes as estratificações cruzadas. Na porção intermediária e topo podem ocorrer leitões ou finas camadas descontínuas de carvão.

O Membro Triunfo é tido como depositado em ambiente Continental fluvio-deltaico.

Seu contato com o Grupo Itararé é transicional ou abrupto, quando os siltitos cinza escuro da Formação Rio do Sul passam aos arenitos cinza claro do Membro Triunfo.

- Membro Paraguaçu - compreende a porção média da Formação Rio Bonito, é constituído por litologias finas (siltitos folhelhos e arenitos finos) de cor cinza esverdeado e raramente avermelhados. A laminação paralela é a estrutura dominante nos siltitos.

O membro Paraguaçu foi depositado em ambiente marinho transgressivo de águas rasas.

Neste intervalo não aparece carvão.

- Membro Siderópolis - compreende a porção superior da Formação Rio Bonito, é constituído por arenitos finos e médios com intercalações de siltitos cinza escuro por vezes carbonosos e camadas de carvão. São comuns laminações paralelas e cruzadas.

O membro Siderópolis foi depositado em ambiente marinho litorâneo que progradou sobre a sequência transgressiva do membro Paraguaçu. As camadas carbonosas tiveram origem em lagunas e mangues costeiros que foram recobertos por areias finas e litorâneas.

O contato superior do Membro Siderópolis com a Formação Palermo é transicional ou interdigitado.

Ao sul da cidade de Araranguá, em Santa Catarina, os dois membros inferiores da Formação Rio Bonito tornam-se difícil de ser individualizados. Admite-se que também haja um acunhamento destes Membros para o sul, como acontece com as Formações do Grupo Itararé. No Rio Grande do Sul, acredita-se que só ocorre o Membro Superior com uma maior taxa de rochas finas. Ocorrem arenitos finos, intercalados com grande quantidade de siltitos e subordinadamente folhelhos e margas. A coloração das litologias é invariavelmente cinza a cinza escuro.

A Formação Rio Bonito neste estado, foi depositada quase sempre diretamente sobre uma superfície muito irregular do embasamento em que as diferenças de cota atingiam a centenas de metros, originando grandes variações na espessura e constituição litológica da formação em distância de poucos quilômetros.

3.1.4 - Formação Palermo

A Formação Palermo é constituída por um pacote de siltito arenoso, cinza esverdeado passando amarelado quando alterado. Sua característica principal é a laminação ondulada irregular e fina interlaminação lenticular do material síltico arenoso, dando-lhe um aspecto "rajado" dividido ao finíssimo entre meado de tons cinza claros e cinza escuros. São comuns tubos de vermes preenchidos por material de granulometria pouco mais grossa e com tonalidades mais claras. Localmente pode ocorrer uma ou mais camadas de arenito fino, cinza claro.

De um modo geral, o terço inferior da Formação Palermo apresenta tonalidades mais escuras do que o restante da Formação.

A Formação Palermo, pelas características de suas litologias, constância de espessura e furos de verme, é tida como depositada em um ambiente de plataforma rasa e estável.

O contato superior com a Formação Irati normalmente é transicional.

3.1.5 - Formação Irati

A Formação Irati é constituída por siltitos e folhelhos cinza escuro a preto, folhelhos negros carbonosos ou betuminosos, e margas cinza.

A Formação Irati ocorre em toda a Bacia do Paraná com espessura muito constante (em torno de 50 m). Nos folhelhos carbonosos são abundantes os restos do réptil *Mesosaurus brasiliensis* Mc Gregor.

Os sedimentos da Formação Irati são típicos de deposição marinha.

O contato com a Formação Estrada Nova é gradacional e difícil de ser determinado.

3.1.6 - Formação Estrada Nova

A Formação Estrada Nova é constituída predominantemente por siltitos e folhelhos cinza e cinza escuro (as vezes

- com tonalidades esverdeadas), com algumas intercalações de arenitos finos e muito finos. As litologias da porção basal - Membro Serra Alta - se caracterizam por apresentarem fraturas conchoidal quando espostos em afloramentos. As litologias da porção Superior - Membro Terezina - são finamente interlaminados, contendo níveis e lentes de sílex e calcário oolítico.

O contato Superior com a Formação Rio do Rasto é transicional.

A Formação Estrada Nova é de ambiente Marinho, nerítico raso.

3.1.7 - Formação Rio do Rasto

A Formação Rio do Rasto é constituída por siltitos e arenitos marrom avermelhados. Na porção basal - Membro Serrinha, predominam os siltitos marrom avermelhados e esverdeados, com desagregação subconchoidal, sendo os arenitos muito subordinados. Na porção Superior - Membro Morro Pelado - ao contrário, predominam os arenitos, marrons avermelhados, de granulometria fina a média, muito argilosos, com algumas intercalações de bancos e lentes de siltitos.

A porção basal foi depositada em um ambiente transicional, passando a francamente continental fluvial, altamente oxidante, para o topo.

Relaciona-se estratigraficamente com a Formação - Botucatu, imediatamente sobreposta através de discordância erosiva.

3.1.8 - Formação Botucatu

A Formação Botucatu é constituída por arenitos vermelhos, finos a médios, com grãos arredondados e subarredondados de quartzo, recobertos por uma película ferruginosa. É notável a estratificação cruzada desta Formação.

Na base da Formação Botucatu ocorre o Membro Pirambóia (arenitos finos e siltitos) no Paraná e São Paulo e o Membro Santa Maria (argilitos vermelhos) no Rio Grande do Sul.

A Formação Botucatu é de deposição eólica em clima árido, passando localmente a aquosa (fluvial e lacustre), nos Membros Pirambóia e Santa Maria.

O contato superior com a Formação Serra Geral é discordante.

3.1.9 - Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é constituída por uma sucessão de lavas basálticas toleíticas e subordinadamente arenitos - intercalados. A massa ígnea penetrou nas formações sotopostas - sob a forma de diques e soleiras, principalmente nas litologias de maior fissilidade (Irati, Estrada Nova e Siltitos do Rio Boni to).

A idade dos derrames basálticos varia entre 120 e 130 milhões de anos.

Ao norte da bacia ocorrem discordantemente outras formações sobrepostas a Formação Serra Geral.

3.1.10 - Formação Suprabasáltica

Acima das lavas da Formação Serra Geral ao norte da Bacia, ocorre uma sequência pouco espessa de rochas arenosas de origem continental, fluvial ou eólica (Formação Caiuá e Bauru), que, recobrem grandes áreas.

3.1.11 - Depósitos Quaternários

São depósitos inconsolidados de:

- Argilas aluvionares
- Conglomerados imaturos em forma de leque aluvial
- Areias de dunas e praia etc... .

3.2 - Carvão na Formação Rio Bonito

As camadas de carvão estão situadas estratigraficamente na Formação Rio Bonito. Localmente, pode aparecer finas camadas de carvão no topo do Grupo Itararé, como por exemplo no Estado de São Paulo.

A maior concentração de carvão está, sem dúvida, no topo da Formação Rio Bonito, no Membro Siderópolis, e subordinadamente, na base desta Formação, no Membro Triunfo.

No Rio Grande do Sul as jazidas de carvão estão associadas a paleodepressões do embasamento cristalino, onde a Formação Rio Bonito apresenta maior espessura. As densas florestas que forneceram material para as turfeiras se desenvolveram nas partes mais baixas do embasamento e sua periferia.

Este tipo de condicionamento faz com que cada jazida de carvão existente no Rio Grande do Sul seja individualizada e tenha característica distinta, com relação a quantidade de camadas, tipo de carvão etc. . . .

A maneira mais simples de se pesquisar carvão, neste estado, é a delimitação das áreas de baixo no embasamento cristalino, onde se tem grande chance de existir uma jazida de carvão. Utilizaram-se métodos indiretos de geofísica (sísmica e eletro-resistividade) para determinar a topografia do embasamento. Muitas paleodepressões do embasamento delimitadas pela geofísica foram testados por sondagem e confirmadas a presença de camadas de carvão, como por exemplo, Morungava parte sul, Chico Lomã e Santa Terezinha.

Em Santa Catarina a Formação Rio Bonito foi depositada em uma topografia peneplanizada pelo preenchimento das paleodepressões com sedimentos do Grupo Itararé. As camadas de carvão estão associadas a lagunas e mangues costeiros originados pela formação de barreiras e restingas ao longo de uma costa, onde havia abundância de areias litorâneas.

No Paraná e São Paulo ainda faltam estudos para a definição do ambiente e controle das pequenas jazidas e ocorrências de carvão.

IV - DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS
JAZIDAS DE CARVÃO NO BRASIL MERIDIONAL

IV - DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS JAZIDAS DE CARVÃO NO BRASIL MERIDIONAL

As rochas da borda leste da Bacia do Paraná, afloram nos quatro estados do sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo), em forma de "S" situadas entre o escudo cristalino mais antigo e os derrames basálticos da Serra Geral. Nesta faixa de rochas sedimentar estão dispostos as principais jazidas de carvão conhecidas no Brasil, que de sul para norte podem ser assim enumeradas: Candiota, São Sepé-Durasnal, Iruí, Leão-Butiá, Charqueadas, Morungava, Chico Iomã, Santa Terezinha, no Rio Grande do Sul, Sul de Santa Catarina, em Santa Catarina, Figueiras no Paraná e Cerquilho, em São Paulo, ver mapa anexo fig.10.

A seguir serão discutidas as principais características de cada uma destas grandes jazidas:

4.1 - Jazida de Candiota -RS

A jazida de Candiota é, sem sombra de dúvidas, a maior concentração (reserva) de carvão conhecida atualmente no Brasil, embora seu carvão não seja dos melhores.

Está localizada a sul de Bagé e possui uma área de jazimento de aproximadamente 1.250 km² (fig.11).

A Formação Rio Bonito na área da jazida de Candiota possui uma espessura que varia entre 70 e 100 m, e é constituída fundamentalmente por siltitos e arenitos finos, sendo os arenitos grosseiros e mesmo níveis conglomeráticos mais restritos. As camadas de carvão posicionam-se normalmente no terço médio da Formação Rio Bonito.

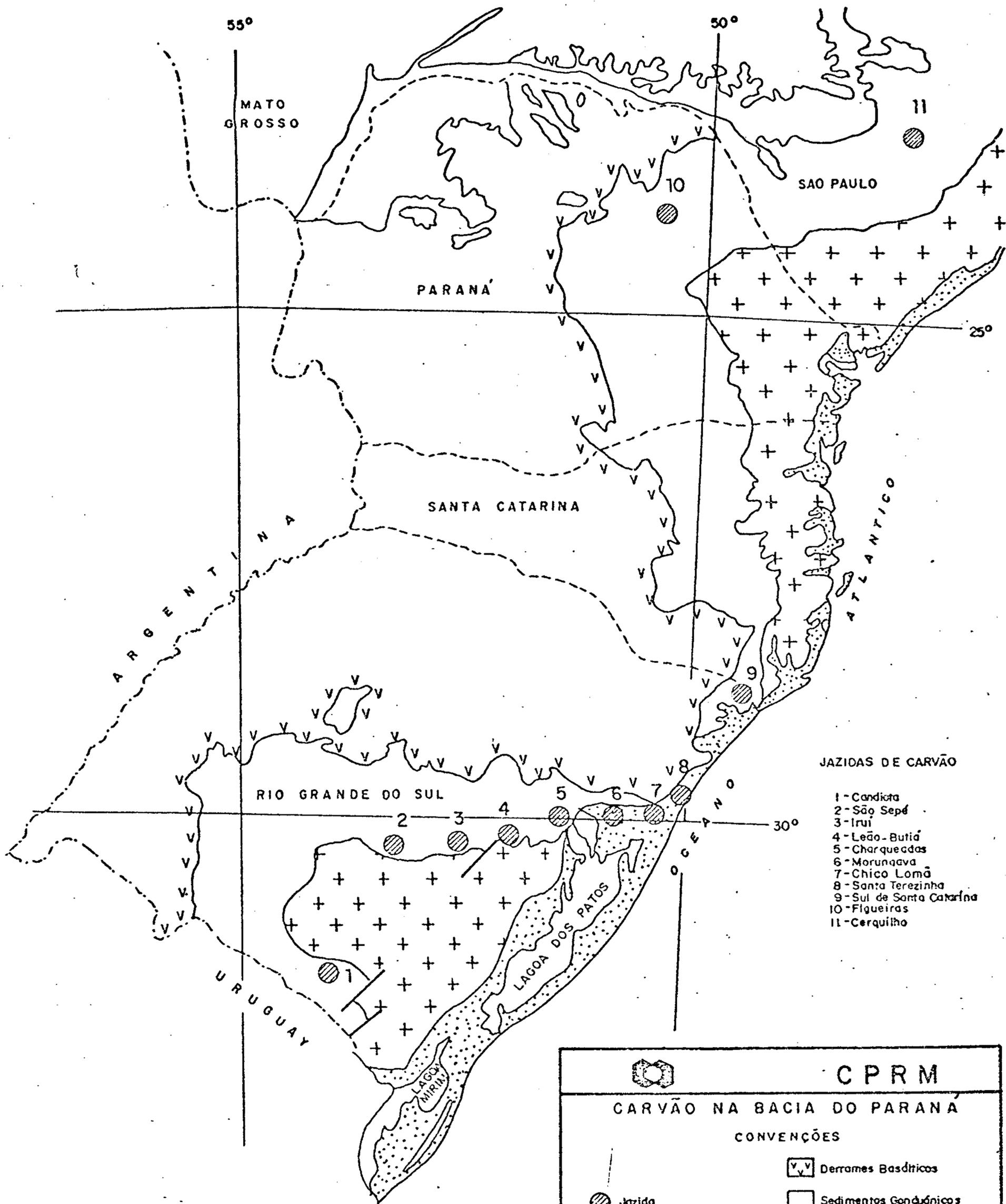


FIG. 10

ÁREA CARBONÍFERA

SEIVAL — CANDIOTA — HULHA NEGRA — HERVAL

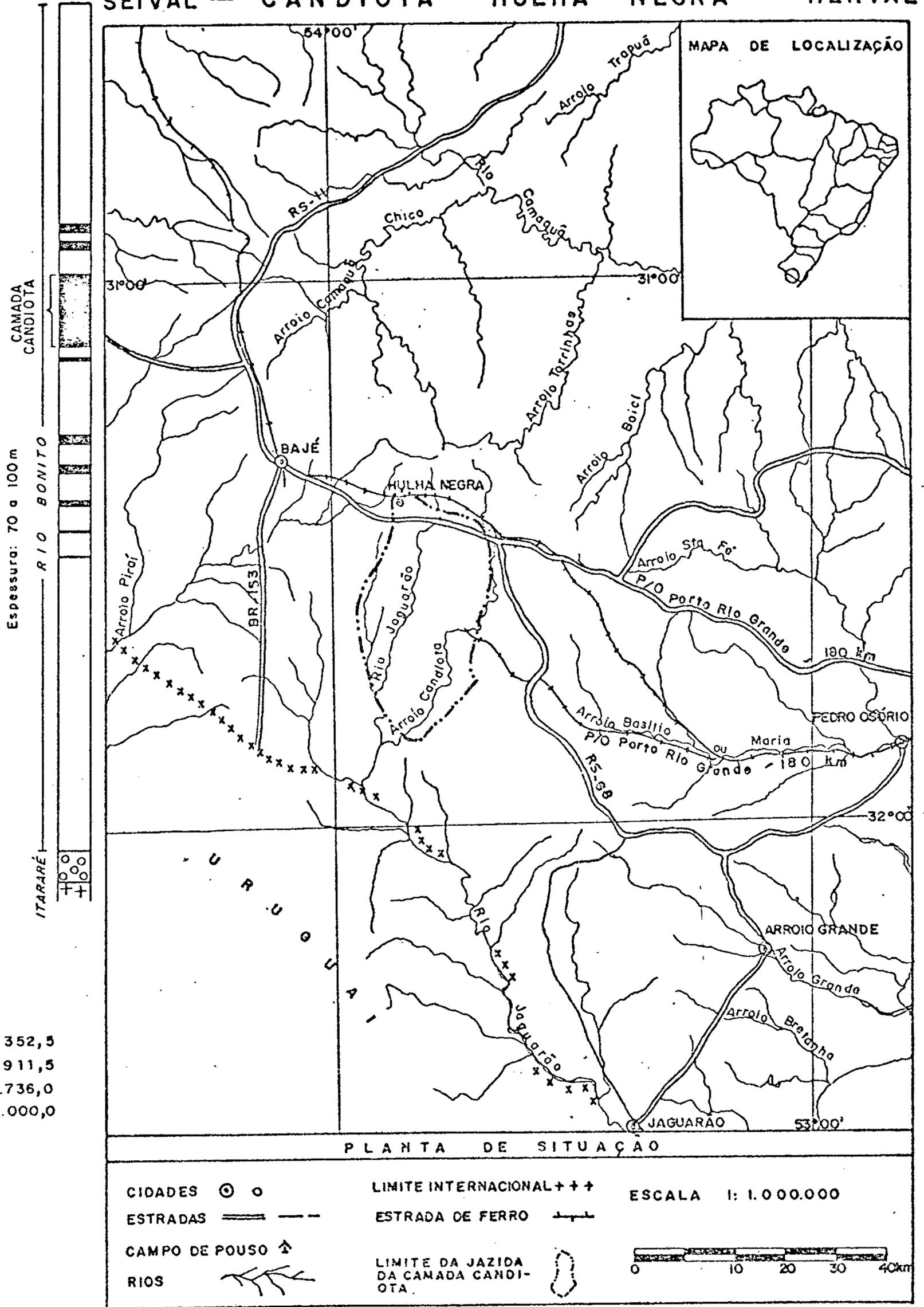


FIG. 11

Na jazida de Candiota são conhecidas pelo menos 9 camadas ou leitos de carvão, com espessuras variáveis. A denominada Camada Candiota é a que apresenta maior interesse econômico, por sua continuidade em uma ampla área com uma espessura invejável, que varia de 2 a 6 m.

A Camada Candiota é normalmente constituída por dois bancos de carvão com uma intercalação de siltito cinza escuro, cuja espessura de estéril oscila em torno de 0,70 m.

A análise imediata do carvão na Camada Candiota apresenta os seguintes resultados:

Unidade	Cinza	Matéria Volátil	Poder Calorífico
7,0%	52,0%	28,0%	3.100 kgCal/kg

A reserva de carvão da Camada Candiota, segundo Schneider (1976) pode ser assim discriminada:

Reserva Medida	:	352,5 X 10 ⁶ t
Reserva Indicada	:	911,5 X 10 ⁶ t
Reserva Inferida	:	6.736,0 X 10 ⁶ t
Reserva Total	:	8.000,0 X 10 ⁶ t

Atualmente a Camada Candiota está sendo lavrada a Céu Aberto pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM. A produção mensal de carvão 60.000 t. O carvão é consumido na Usina Termoeleétrica Presidente Médici em Candiota.

Deve-se ressaltar que apenas 1/10 da jazida de Candiota poderá ser lavrada a Céu Aberto e restante possui coberturas de até 300 m.

4.2 - Jazidas de São Sepé - Durasnal - RS

Nas localidades de São Sepé e Durasnal ocorrem um conjunto de camadas de carvão, parcialmente isoladas, pela erosão, da Bacia do Paraná, que foram agrupadas na denominada jazida de São Sepé -Durasnal (fig.12).

Nestas localidades aparecem pelo menos 3 camadas e leitões de carvão com espessuras variáveis. Destas, apenas uma poderá ser minerada economicamente.

Por se tratar de jazida muito pequena, os conhecimentos disponíveis até o momento são poucos.

Parte desta jazida pode ser lavrada a Céu Aberto e outras através de lavra subterrânea. A cobertura de rocha não atinge 70 m.

A reserva inferida desta jazida é de 12.000.000 t de carvão com as seguintes características:

Umidade	Teor de Cinzas	Matéria Volátil	Poder Calorífico
-	40 - 42 %	25 - 29 %	4.000 kgCal/kg

A jazida de São Sepé-Durasnal, atualmente não está sendo lavrada.

Análises feita em camada de carvão nesta região por equipes da CPRM, indicou tratar-se de um carvão Betuminoso de Alto Volátil C.

4.3 - Jazida do Iruí

A Jazida do Iruí está situada a sul das cidades de Cachoeira do Sul e Rio Pardo, no Rio Grande do Sul, fig.13. Possui uma área de aproximadamente 400 km².

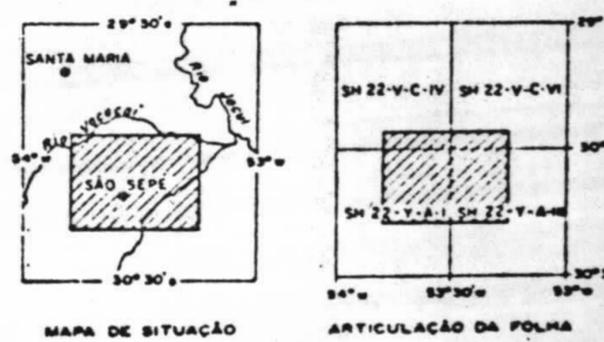
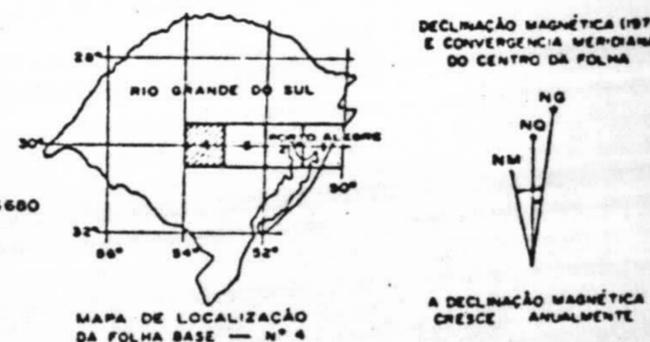


Fig. 12

CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL — SCA-30-RS
- FURO DE SONDA DNPM-GAVRONSKI(1961) — F-20
- ÁREAS DE JAZIDA DE CARVÃO - SÃO SEPÉ —
- AFLORENTOS DE CARVÃO-DURASNAL — x AII



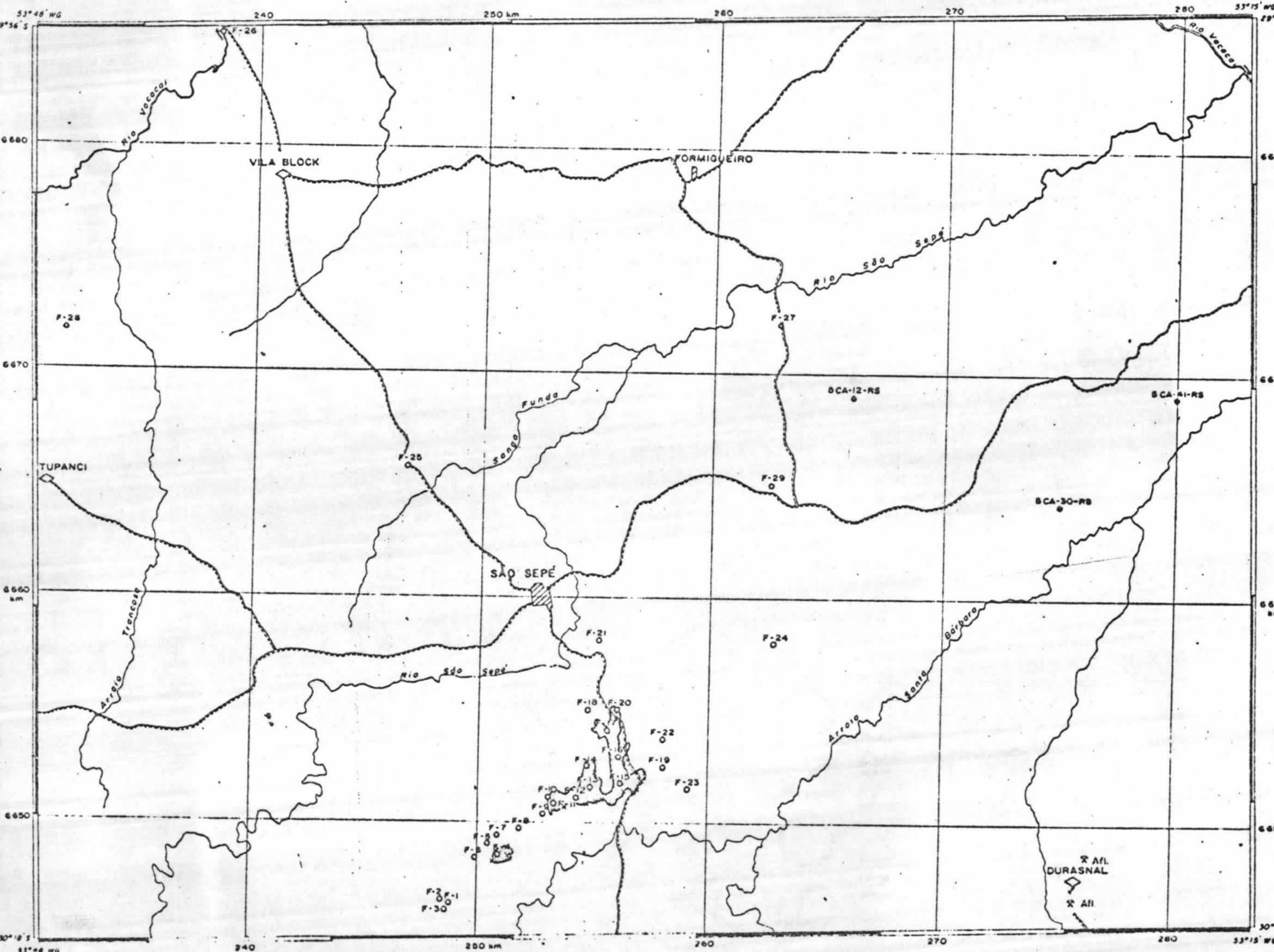
Projeto Carvão no Rio Grande do Sul

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais — CPRM —

ÁREA DE SÃO SEPÉ
LOCALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE CARVÃO E FUIROS DE SONDA

SURTO PORTO ALEGRE	Doc. 2004 AN-100-10000-10000 Doc. CREA 17.402	DNPM 19.0.578170
-----------------------	--	---------------------

PLANIMETRIA E TOPOGRAFIA DECALCADA DOS MAPAS Nº 107-E 1:100.000 DO SBSE (1960-1971) E 1:100.000 DA PETROBRAS (1972)



ESTRADA PAVIMENTADA

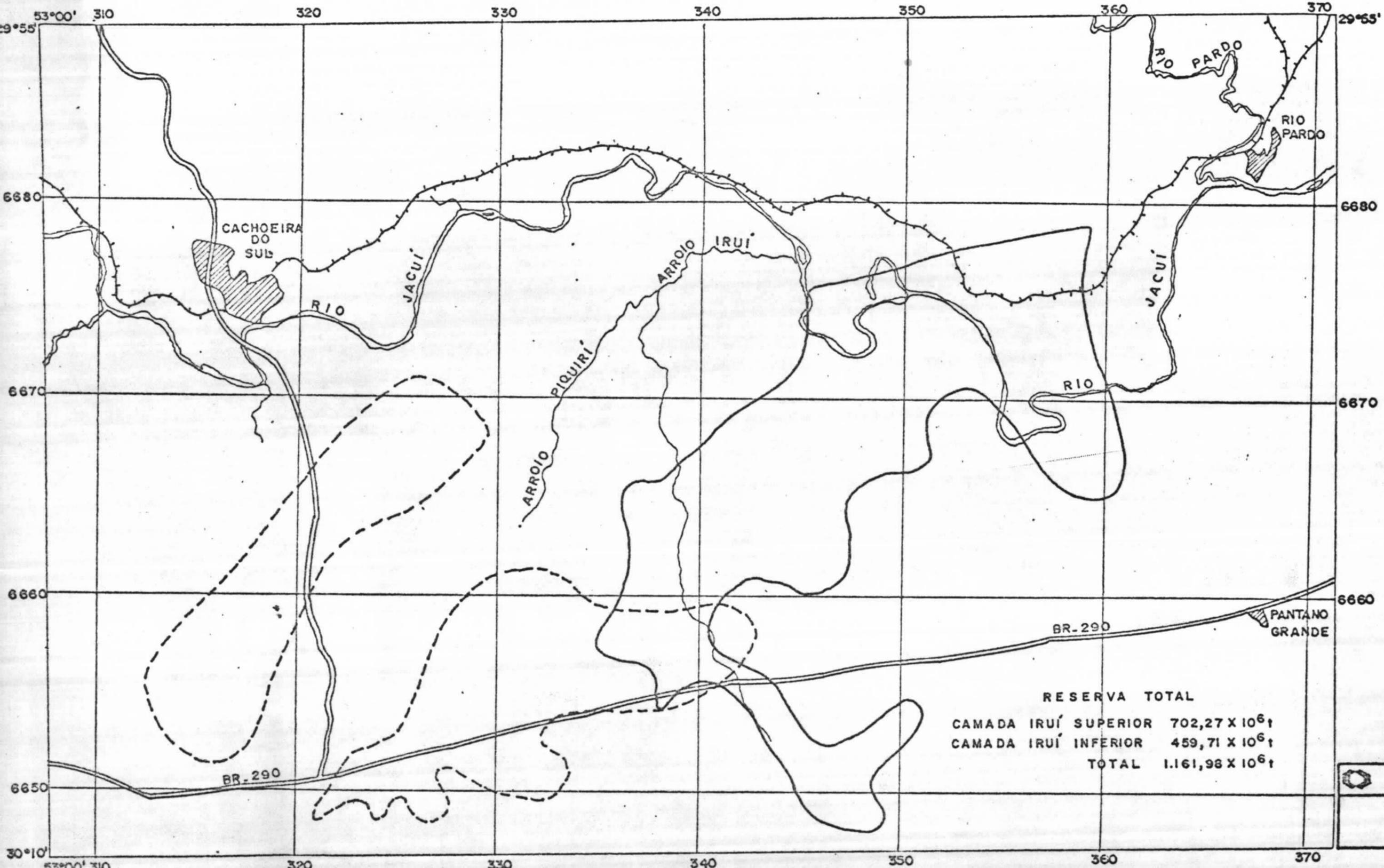
DRENAGEM

CAMADA IRUI SUPERIOR

ESTRADA DE FERRO

CIDADE

CAMADA IRUI INFERIOR



IRUI SUPERIOR
0,60 - 2,40 m

3-60 m

IRUI INFERIOR
0,60 - 1,60 m

FIG. 13

RESERVA TOTAL	
CAMADA IRUI SUPERIOR	702,27 X 10 ⁶ t
CAMADA IRUI INFERIOR	459,71 X 10 ⁶ t
TOTAL	1.161,98 X 10 ⁶ t

A Formação Rio Bonito na grande região da Jazida do Iruí apresenta uma espessura muito variável, inde de poucos metros ao norte, nos paleoaltos do embasamento até 160 m na principal fossa (Fossa do Camaquã no limite oeste da jazida). Uma característica da Formação, na área do Iruí, verificada na grande maioria dos furos, é a elevada percentagem de clásticos grosseiros -60% (arenitos e conglomerados) em relação aos clásticos finos (siltitos e argilitos), testemunhando uma relativamente alta energia do meio deposicional, relacionada com paleoaltos de declives de mais forte gradiente.

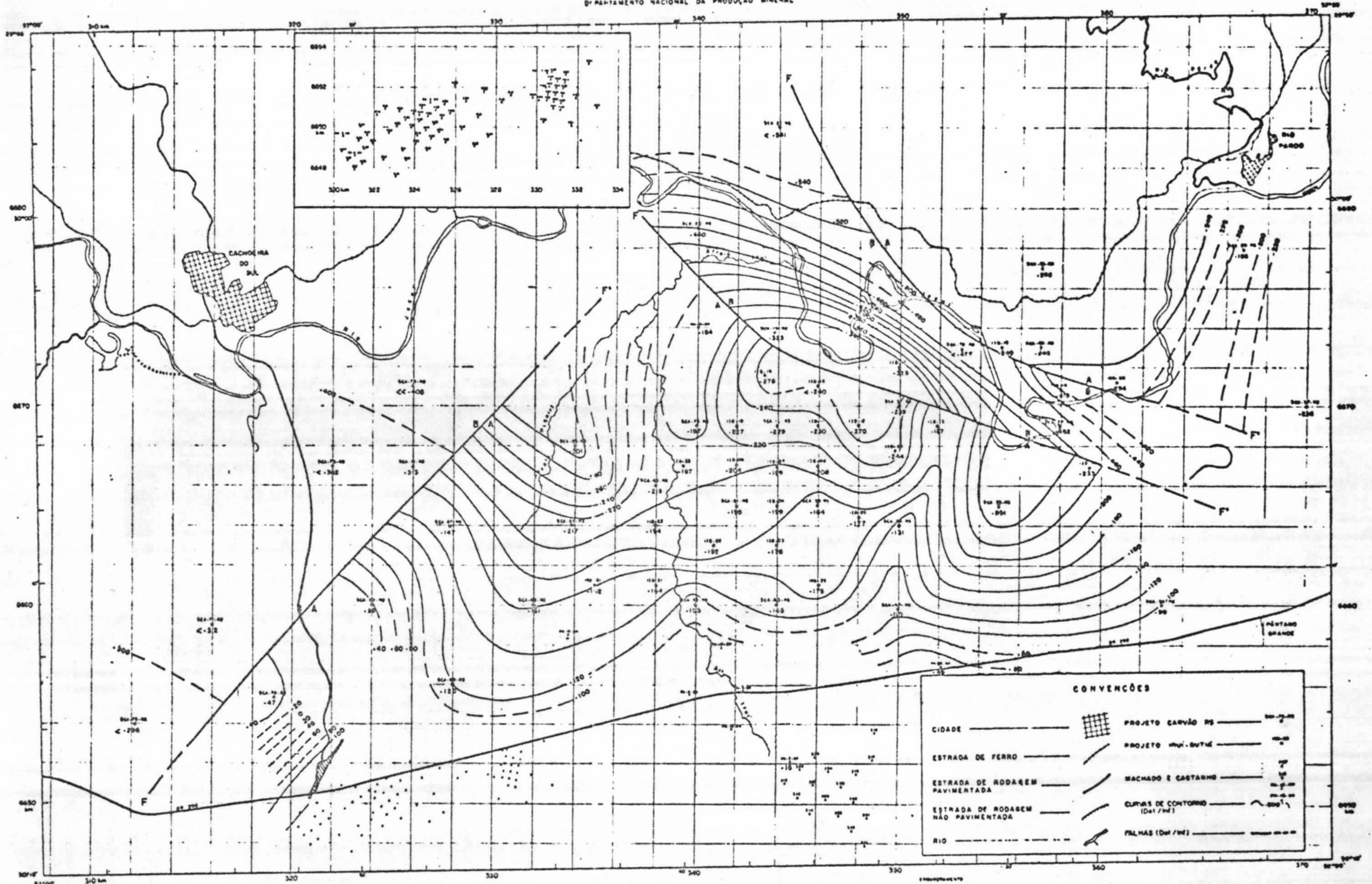
Na Jazida do Iruí são encontradas fundamentalmente duas camadas denominadas de Iruí Superior e Iruí Inferior. Em furos isolados foram encontrados até 4 camadas e vários leitos de carvão, entretanto, tem caráter local.

A camada Iruí Inferior tem maior significado na porção oeste da jazida. Situa-se na maior parte da área na porção média do Rio Bonito, e está muitas vezes dividida em dois ramos, que nem sempre podem ser consideradas mineráveis juntos, pela espessura (0,70m) de estéril intermediário.

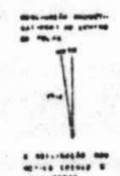
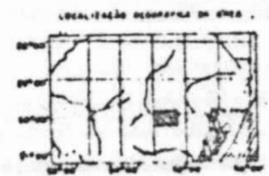
A camada Iruí Superior tem maior significado na porção leste da jazida. Situa-se no terço superior do Rio Bonito e também muitas vezes apresenta-se dividida em dois ramos, com 2,90m de espessura média de estéril.

A distância vertical entre capa e lapa das camadas Superior e Inferior varia de 3 a 60 m.

O comportamento estrutural da região da Jazida do Iruí, como mostra o "Mapa de Contorno Estrutural do Embasamento" - fig.14, pode ser definido como o de uma grande homoclinal com mergulho suave de 30' a 1230' para N-NE, com grandes estruturas de falhamento recortando-a.

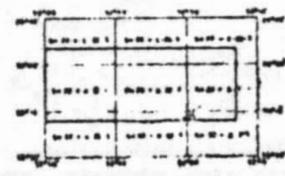


Este levantamento estrutural do embasamento na área do Irui foi realizado em 1964, com base em dados geodésicos e topográficos obtidos em 1962 e 1963.



PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL DO EMBASAMENTO NA ÁREA DO IRUI

ESCALA



CONVENÇÕES

CIDADE	PROJETO CARVÃO RS
ESTRADA DE FERRO	PROJETO MIN. SUTHE
ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA	MACHADO E CASTANHO
ESTRADA DE RODAGEM NÃO PAVIMENTADA	CURVAS DE CONTOURNO (Dm/m)
RIO	FALHAS (Dm/m)

Comissão de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Pereira Reg. CREA 17488
Desenhista Jorge Helder de Oliveira e Ademar Evandro Flores

Avaliações gerais a partir dos resultados de poder calorífico em base úmida, livre de matéria mineral, indicam que os carvões da Jazida do Iruí situam-se na faixa dos carvões -betuminosos de alto volátil C, não aglomerantes, ou seja, não coqueificantes.

A Camada Iruí Inferior parece ser de melhor qualidade de que a Superior, embora na maioria dos furos sua espessura seja levemente menor.

Para obter-se um produto com 40 % de cinzas pode-se estimar um rendimento de até 96 % na Camada Iruí Inferior, enquanto que na Superior os rendimentos não vão além de 53 % em relação a camada total.

A reserva de carvão nesta jazida pode ser assim discriminada:

Camada	Medida	Indicada	Inferida	Total
Iruí Superior	55,68	306,25	340,34	702,27
Iruí Inferior	55,16	110,05	294,50	459,71
Total	110,85	416,30	634,84	1.161,98

A cobertura de rocha acima das camadas varia de poucos metros no sul, onde podem ser lavradas a Céu Aberto, até a proximadamente 400 no norte e nordeste da jazida.

Esta jazida não está sendo lavrada atualmente.

4.4 - Jazida do Leão

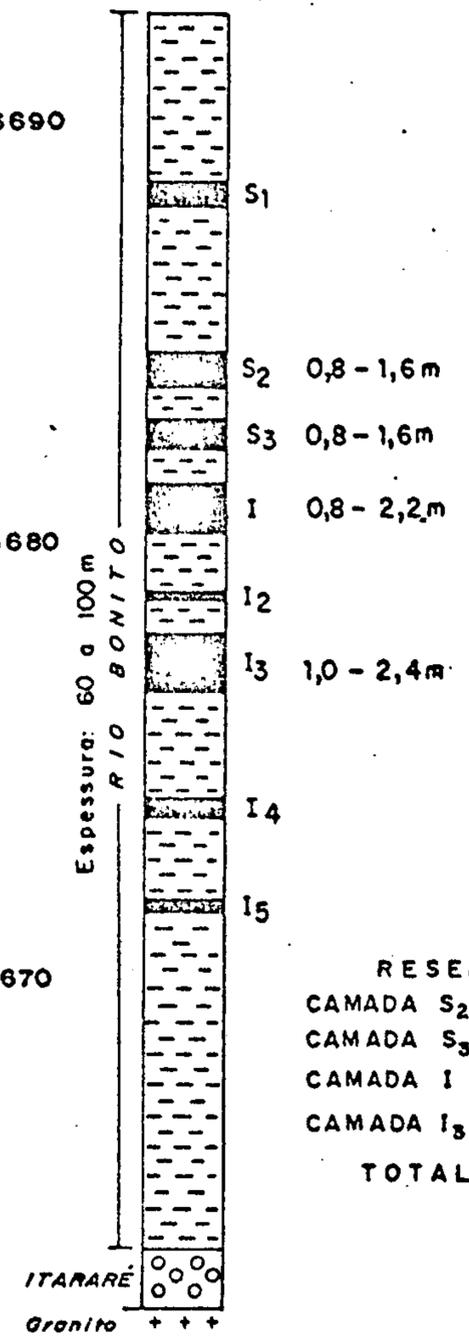
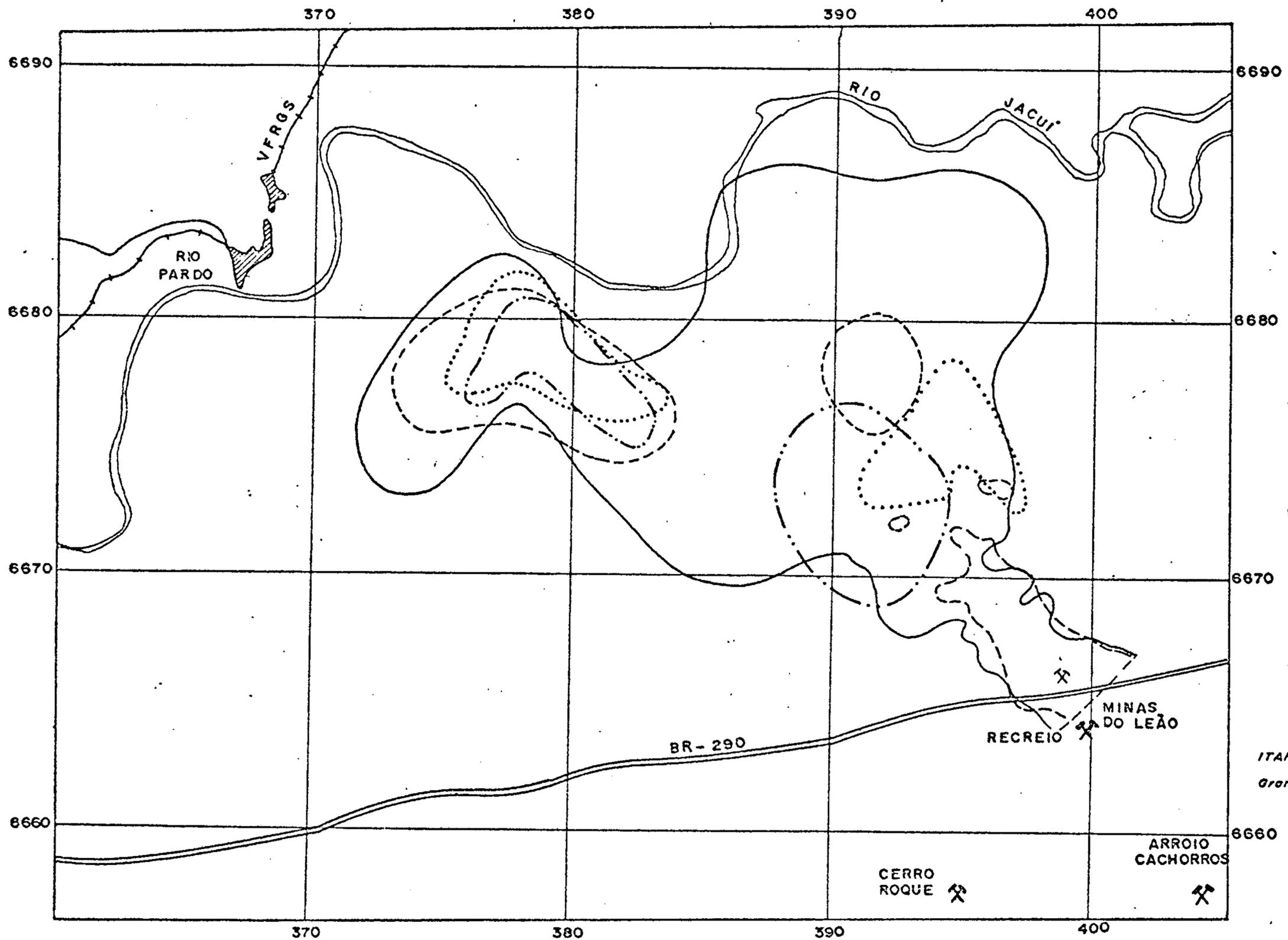
A Jazida do Leão é uma faixa alongada, formando grossiramente um "V" com o extremo noroeste a sul da cidade de Rio Pardo, o vértice entre Butiá e Leão e o extremo nordeste a sul de São Jerônimo, fig.15. Possui uma área de aproximadamente 300 km².

A Formação Rio Bonito na área da Jazida do Leão apresenta consideráveis variações de espessura, com o mínimo de 6 m e o máximo de 123 m. Geralmente no topo do Rio Bonito aparece uma camada de arenito, cinza claro, fino a médio. Na parte média encontra-se uma alternância de camadas de carvão e de siltitos cinza escuros a negros. Abaixo deste pacote depositaram-se siltitos cinza, arenosos, as vezes negros, carbonosos, com lâminas e níveis de carvão, nos quais se intercalam camadas de arenitos finos a grosseiros ou conglomeráticos.

Na Jazida do Leão ocorrem 8 camadas e alguns leitos de carvão, na Formação Rio Bonito, que podem ser enumeradas do topo para a base: S-1, S-2, S-3, I, I-2, I-3, I-4 e I-5. Destas apenas 4 se destacam que são, na mesma ordem S-2, S-3, I, e I-3. A I é a que tem maior interesse econômico.

- Camada S-2

Compõe-se em geral de 2 a 5 leitos de carvão, separados por intercalações de folhelho, comumente carbonoso. Possui uma espessura de carvão na camada variando de 0,8 a 1,6 m. Sua área de jazimento está restrita aos locais indicados no mapa fig.15.



RESERVA TOTAL

CAMADA S ₂	145,49 x 10 ⁶ t
CAMADA S ₃	72,75 x 10 ⁶ t
CAMADA I	478,04 x 10 ⁶ t
CAMADA I ₃	181,07 x 10 ⁶ t
TOTAL:	883,15 x 10⁶ t

CPRM
JAZIDA DO LEÃO

FIG. 15

- Estrada de rodagem (pav.)
- ++++ Estrada de ferro
- ~ Rio
- ▨ Cidade
- - - - - Camada S₂
- Camada S₃
- Camada I
- - - - - Camada I₃

- Camada S-3

Tem uma ampla área de ocorrência, embora os trêchos de espessura econômica sejam restritos, como pode ser visto no mapa fig.15. Esta camada em geral se divide em dois bancos de carvão, separados por pouco mais de 0,5 m de folhelho escuro carbonoso ou folhelho cinza. Em cada um destes bancos de carvão, ainda existe pequenas intercalações de estéril. Possui uma espessura de carvão na camada variando de 0,8 a 1,6 m.

- Camada I

É a camada de carvão economicamente mais importante e a que cobre uma maior extensão, mantendo uma espessura significativa, entre 0,8 a 2,2 m de carvão na camada.

A camada I é constituída em geral de 2 a 6 leitos e bancos de carvão, com intercalações estéreis de folhelho ou folhelho carbonoso. A metade inferior desta camada é quase sempre constituída por carvão sem intercalações de estéril.

- Camada I-3

A Camada I-3 é constituída por 3 a 6 leitos e bancos de carvão, medindo um total de 1,0 a 2,4 m de carvão na camada. O carvão, na maioria dos furos, foi descrito como detrítico fosco, por isso na espessura mínima considerada econômica é de 1,0 m.

Sob o ponto de vista tectônico pode-se dizer que a Jazida do Leão está estruturada em uma grande homoclinal mergulhando suavemente de 30' a 1° para N-NW. Comprovadamente esta Jazida é cortada pela denominada "Falha do Leão" direção N41°E e rejeito de 70 m na sua borda sudeste.

Foram realizadas análises de amostras de canal da Camada I na Mina do Leão, cujos resultados foram: 56 % de carbono fixo (em base seca e livre de matéria mineral) e 12.800 - Btu/lb (em base úmida e livre de matéria mineral) o que permite a classificação deste carvão de "Betuminoso de Alto Volátil C" não aglomerante.

Os carvões das camadas S-2, S-3 e I tem qualidades muito semelhantes, enquanto que o de I-3 é sensivelmente inferior. As 3 camadas citadas anteriormente possuem um rendimento da ordem de 50 % da camada total para se obter um produto final (carvão) com aproximadamente 34 % de cinzas (equivalente a 4.500 kgCal/kg). Enquanto que a Camada I-3 para um produto com o mesmo teor de cinzas o rendimento cai para 30 % da camada total.

O teor de enxofre é muito variável, ocorrem valores dispersos irregularmente pela jazida, tanto inferiores a 1 % como superiores a 5 %.

A reserva de carvão avaliada na Jazida do Leão pode ser assim discriminada:

Camada	Medida	Indicada	Inferida	Total
S-2	41,17	33,58	70,74	145,49
S-3	7,69	32,35	38,51	78,55
I	72,93	103,36	301,75	478,04
I-3	17,72	67,98	95,37	181,07
Total	139,51	237,27	506,37	883,15

A cobertura de rochas acima das camadas de carvão varia desde poucos metros a sudeste, onde algumas camadas estão sendo lavradas a Céu Aberto, até 350 m na parte noroeste da jazida.

A Camada I atualmente está sendo minerada na chamada Mina do Leão da Companhia Riograndense de Mineração através de um poço com 120 m de profundidade. A produção desta Mina é da ordem de 30.000 t/mês de carvão com 36 % de cinzas, que é utilizado na indústria de cimento, geração de termelétrica e outras.

A Companhia de Pesquisa e Lavras Mineráveis, minera parte desta jazida à Céu Aberto, para suprir o fornecimento de carvão a Termelétrica de Charqueadas e indústria de Aços Frios Piratini.

4.5 - Jazida de Charqueadas -RS

A Jazida de Charqueadas está situada na bacia do baixo Rio Jacuí, desde as proximidades de sua confluência com o Rio Taquari até o estuário do Guaíba. A jazida tem forma alongada no sentido EW, com aproximadamente 40 km de comprimento; sua largura média é de 5 km na porção oeste, aumentando para cerca de 15 km na porção leste, fig.16. Abrange uma área de aproximadamente 350 km².

Na área de Charqueadas a Formação Rio Bonito depositou-se numa paleo-depressão do embasamento cristalino, com direção aproximada EW. A descrição litológica desta formação pode ser assim resumida: no topo, ocorre uma sequência de folhelhos e siltitos de cores cinza e cinza escuro com camadas de carvão. Nas bordas da bacia esses folhelhos são frequentemente arenosos, devido à maior velocidade das correntes. A porção

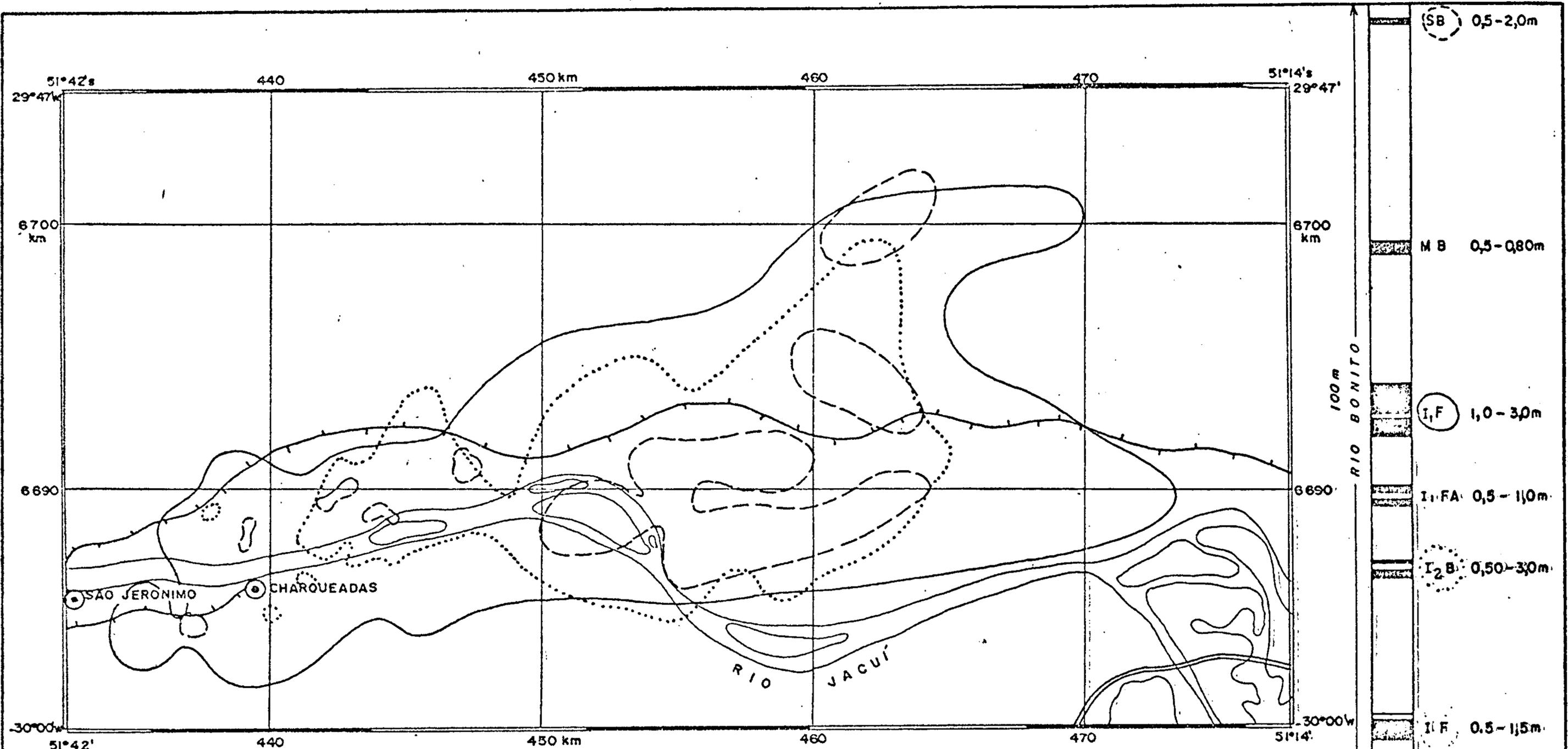
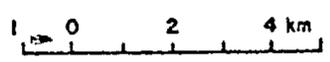


FIG. 16

- ==== ESTRADA DE RODAGEM (Pav.)
- ÁREA DE JAZIMENTO DA SB
- ESTRADA DE FERRO
- ÁREA DE JAZIMENTO DA I,F
- RIO
- ÁREA DE JAZIMENTO DA I₂B
- CIDADE



CAMADA SB	122,21 X 10 ⁶ t
CAMADA I,F	696,78 X 10 ⁶ t
CAMADA I ₂ B	489,68 X 10 ⁶ t
OUTRAS	9,87 X 10 ⁶ t
TOTAL	1.318,54 X 10⁶ t

CPRM.
JAZIDA DE CHARQUEADAS
 (PRINCIPAIS CAMADAS)

inferior é constituída de um conglomerado basal e uma sequência de folhelhos, varvitos, arcóscios imaturos (denominados localmente de "pedra areia") e paraconglomerado de possível origem fluvial-glacial. É possível que esta sequência basal pertença ao Grupo Itararé.

Monteiro (Y. de A) definiu e denominou as camadas de carvão baseado nas sondagens próximas a Charqueadas, conforme suas posições relativas e natureza dos carvões, contidos. As camadas definidas foram, de cima para baixo:

SB - (Superior brilhante)

MB - (Média brilhante)

I¹F- (1ª Inferior fosca)

I²B- (2ª Inferior brilhante)

I³F- (3ª Inferior fosca)

Em outras partes da jazida ocorrem outras camadas e leitos de carvão como a I¹FA, logo abaixo da I¹F.

Há varias semelhanças entre as camadas S-1, S-2, S-3 e I do Iruí com as camadas SB, I¹F e I¹FA e I²B da jazida de Charqueadas.

Há 6 camadas de carvão: SB, I¹F e I²B com grandes extensões e considerável importância econômica; MB, I¹FA e I³F com ocorrências restritas, podendo ser mineradas em pequenas áreas, aproveitando as mesmas instalações fixas de lavra das camadas principais sobrepostas ou sotopostas. As principais serão descritas a seguir:

- Camada SB

Os trechos de maior espessura tem formas irregulares, formando 9 concentrações esparsas isoladas como mostra o mapa fig.6. Esta camada compõe-se geralmente, de 2 a 4 leitos de carvão, usualmente brilhante, com intercalações de folhelho

- cinza a cinza escuro.

- Camada I₁F

É a camada que apresenta maior continuidade em toda a jazida e geralmente apresenta algumas intercalações este-reis (folhelho e siltito cinza a cinza escuro), de espessura - relativamente reduzida.

Pouco menos de um metro abaixo desta camada ocorre um conjunto de 1 a 4 leitos de carvão, que foi denominado de - Camada I₁FA

- Camada I₂B

É a segunda camada em distribuição horizontal; só possui menor distribuição do que a camada I₁F. A Camada I₂B está a distância média de 3,5 m abaixo da lapa da I₁F. Esta camada pode ser dividida em duas partes por uma intercalação de estéril.

As camadas de carvão, juntamente com as rochas do Rio Bonito, estão estruturadas homoclinal, mergulhando para o norte como ângulo em torno de 1°. Não foram perfeitamente delimitadas as falhas que cortam as rochas nesta jazida, a não ser aquelas de pequeno rejeito que ocorrem próximo de zona em mineração. As principais falhas conhecidas tem duas direções - preferenciais N10-20E e N30-40W. Também ocorre uma fossa tectônica, ao norte da área minerada, com direção aproximada EW, e que, provavelmente, está limitada por falhas do mesmo sentido, talvez apresentando degraus.

Os valores médios de 57 % de carbono fixo (base - seca e livre de matéria mineral) e 12.700 Btu/lb (base úmida - da camada I₁F e livre de matéria mineral) colocam o carvão da

- jazida de Charqueadas na classificação de "Betuminoso de alto Volátil C", não aglomerante.

Os leitos de carvão da camada I₁F tem, em média, teor em cinzas próximos de 44 % e poder calorífico (base seca) próximo de 4.150 kgCal/kg. Os valores correspondentes ao produto extraído da frente de lavra em operação, de 53 % de cinzas e 3.100 kgCal/kg são devidos à mistura com folhelhos, seja intercalados, seja encaixantes, resultantes das operações de mineração em escala industrial.

Os leitos de carvão das camadas SB e I₂B tem qualidades um pouco melhores que as de I₁F: cerca de 3 % de cinzas a menos e cerca de 200 kgCal/kg a mais.

Os teores médios de enxofre estão próximos de 1 % com os menores na camada I₁F, os médios na I₂B e os maiores - na SB.

O carvão da camada I₁F é de difícil lavabilidade: há uma fração muito reduzida de carvão de baixa cinza, elevada percentagem de carvão de alta cinza.

A reserva de carvão na jazida de Charqueadas pode ser assim discriminada:

Camada	Medida	Indicada	Inferida	Total
SB	21,95	78,33	21,93	122,21
MB	1,57	0,19	-	1,76
I ₁ F	175,41	313,49	207,88	696,78
I ₂ B	107,99	289,55	92,14	489,68
I ₃ F	7,04	1,07	-	8,11
Total	313,96	682,63	321,95	1.318,54

A cobertura de rocha acima das principais camadas é normalmente considerável, ou seja acima de 250 m, chegando na parte norte da jazida a 400 m. É possível que seja continuidade desta jazida uma área atualmente em pesquisa, próximo da cidade de Guaíba, que poderá ser lavrada a Céu Aberto.

A jazida de Charqueadas está sendo minerada pela Companhia de Pesquisas e Lavras Minerais, através de poço Otávio Reis de 270 m de profundidade, situado junto da Vila de Charqueadas. Aqui está sendo minerada principalmente a camada I₁F e muito raramente a MB e a I₂B .

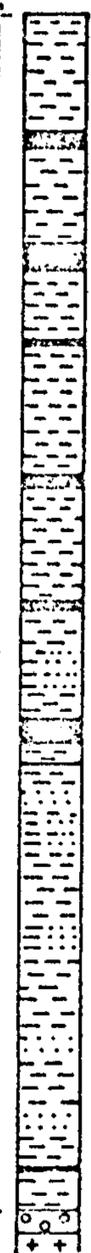
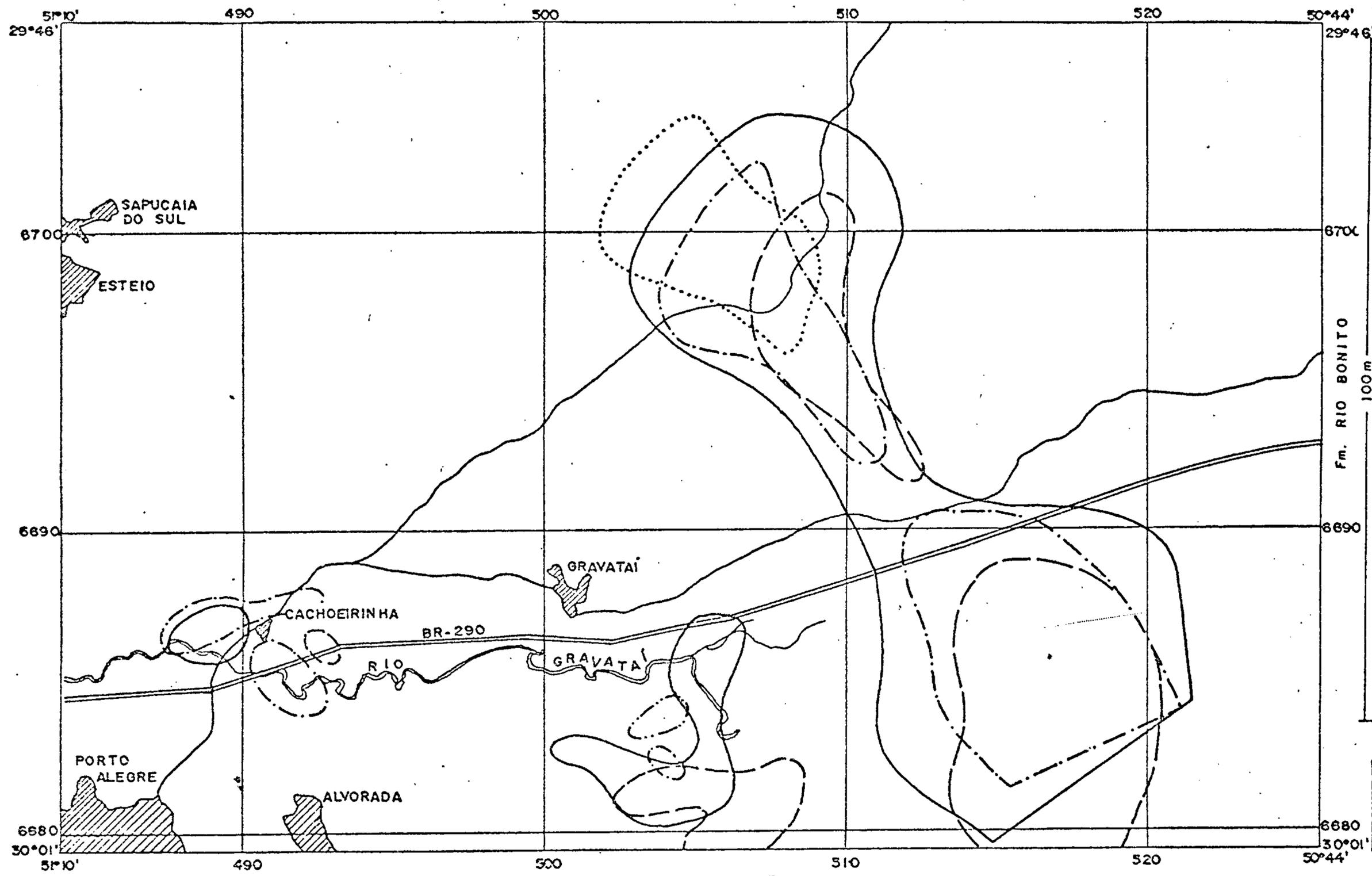
O carvão é utilizado na Termelétrica de Charqueadas e Aços Finos Piratini.

4.6 - Jazida de Morungava -RS

A Jazida de Morungava ^(localiza-se) a nordeste de Porto Alegre, mais precisamente pode-se dizer que sua porção norte situa-se nas proximidades da Vila de Morungava, distrito de Gravataí, como mostra a fig. 17. De um modo geral esta jazida tem a forma de ampulheta, com uma superfície de aproximadamente 250 km². Faz parte da Jazida de Morungava as duas pequenas áreas a leste e a oeste da Cidade de Gravataí conhecida desde a década de 50.

Na Jazida de Morungava são encontradas até 7 camadas de carvão (mais alguns leitos) designados do topo para a base de: Morungava 1, Morungava 2, Morungava 3, Morungava 4, Morungava 5, Morungava 6 e Morungava 7.

As camadas Morungava 1 a 6 estão dispostas em um pacote de rochas carbonosas com espessura em torno de 21 m que está situado estratigraficamente a 35 m abaixo do contato Palermo/Rio Bonito. Dentro deste pacote a soma das espessuras de carvão perfaz 10 a 30 % do total.



- MORUNGAVA ①
- MORUNGAVA ②
- MORUNGAVA 3
- MORUNGAVA ④
- MORUNGAVA ⑤
- MORUNGAVA ⑥
- MORUNGAVA 7

FIG. 17

CPRM
JAZIDA DE MORUNGAVA

CIDADE
 ESTRADA
 RIO

1km 0 1 2 3km
ESCALA

RESERVAS X 10 ⁶ t	①	②	④	⑤	⑥	TOTAL
MEDIDA	0,85	9,72	10,87	3,27	21,34	46,05
INDICADA	0,54	37,99	50,44	16,48	105,51	210,96
INFERIDA	—	57,06	81,20	40,38	221,93	400,57
TOTAL	1,39	104,77	142,51	60,13	348,78	657,58

A camada Morungava 7, está dentro de outro pacote de rochas carbonosas, situada na base da Formação Rio Bonito. Este pacote de rochas é descontínuo e está relacionado com a presença de rochas do Grupo Itararé.

As litologias intermediárias entre um e outro pacote carbonoso são muito heterogêneas, indo de arenitos grosseiros cinza claro até lamitos avermelhados. São rochas que indicam variações rápidas de ambiente de sedimentação, que produziram de um modo geral tipos imaturos, que devem ter sido oriundos de áreas fontes relativamente próximas.

As características das principais camadas de carvão do topo para a base, são as seguintes:

- Camada Morungava 1

A maior parte da área da jazida aparece apenas como folhelhos e siltitos carbonosos, ou pequenos leitos de carvão. Tem maior expressão na porção sul de jazidas, embora sua espessura seja inferior ao limite considerado econômico para lavra (menor do que 0,60 m), e parte de pequena área de Gravataí leste onde atinge valores de 0,70 m de carvão na camada (ver mapa fig.17)

O perfil típico desta camada mostra dois bancos de carvão separado por um material estéril, em certas áreas pode desaparecer o estéril intermediário.

- Morungava 2

Apresenta uma ampla distribuição horizontal, recobre praticamente toda a área da jazida, embora com espessuras reduzidas na sua porção central. Ao norte da jazida tem média para camada total de 0,95 m, com 0,82 m de carvão na camada e ao sul da jazida os valores aumentam para camada total de 1,05m com 0,86 m de carvão na camada.

O perfil típico desta camada mostra intercalações de estéril distribuídas em vários pequenos leitos nos terços - médios e superior da camada. Raramente a camada é constituída totalmente do carvão.

Nota-se nesta camada uma grande concentração de lâminas de vitrênio, o que fornece por consequência índices de qualidade sob o ponto de vista de "grade" muito favorável.

O intervalo de estéril que separa as camadas Mo rungava 1 e 2 é pequeno, entre 1 e 3 metros.

- Camada Morungava 4

Esta camada apresenta ampla distribuição horizontal.

Ao norte é constituída por muitas intercalações de estéril, tendo média de espessura da camada total de 1,67m, com 1,06 m de carvão na camada. Ao sul, ao contrário, a camada é constituída exclusivamente por carvão, sem intercalações de estéril e tem média de 0,83 m .

- Camada Morungava 5

É uma camada, cuja distribuição horizontal não a tinge toda a jazida. Apresenta desenvolvimento significativo a penas ao norte da jazida, onde apresenta uma espessura de 1,22 m com 1,08 m de carvão na camada.

Seu perfil típico mostra apenas uma ou duas inter calações de estéril, e em vários locais a camada é maciçamente constituída por carvão.

O intervalo de estéril entre as camadas Morungava 4 e 5 é da ordem de 2 a 5 m.

- Camada Morungava 6

É a que apresenta mais ampla e constante distribuição horizontal na área da jazida e maiores espessuras de camada total e na maioria dos casos de carvão na camada. Os seus limites de ocorrências econômica são os limites da jazida, com exceção da área de Gravataí oeste onde a camada Morungava 4 a supera em distribuição horizontal. A camada total tem espessura de 2,55 m, no norte, e 2,32 m, no bloco sul, com 1,86 m e 1,48 m de carvão na camada, respectivamente.

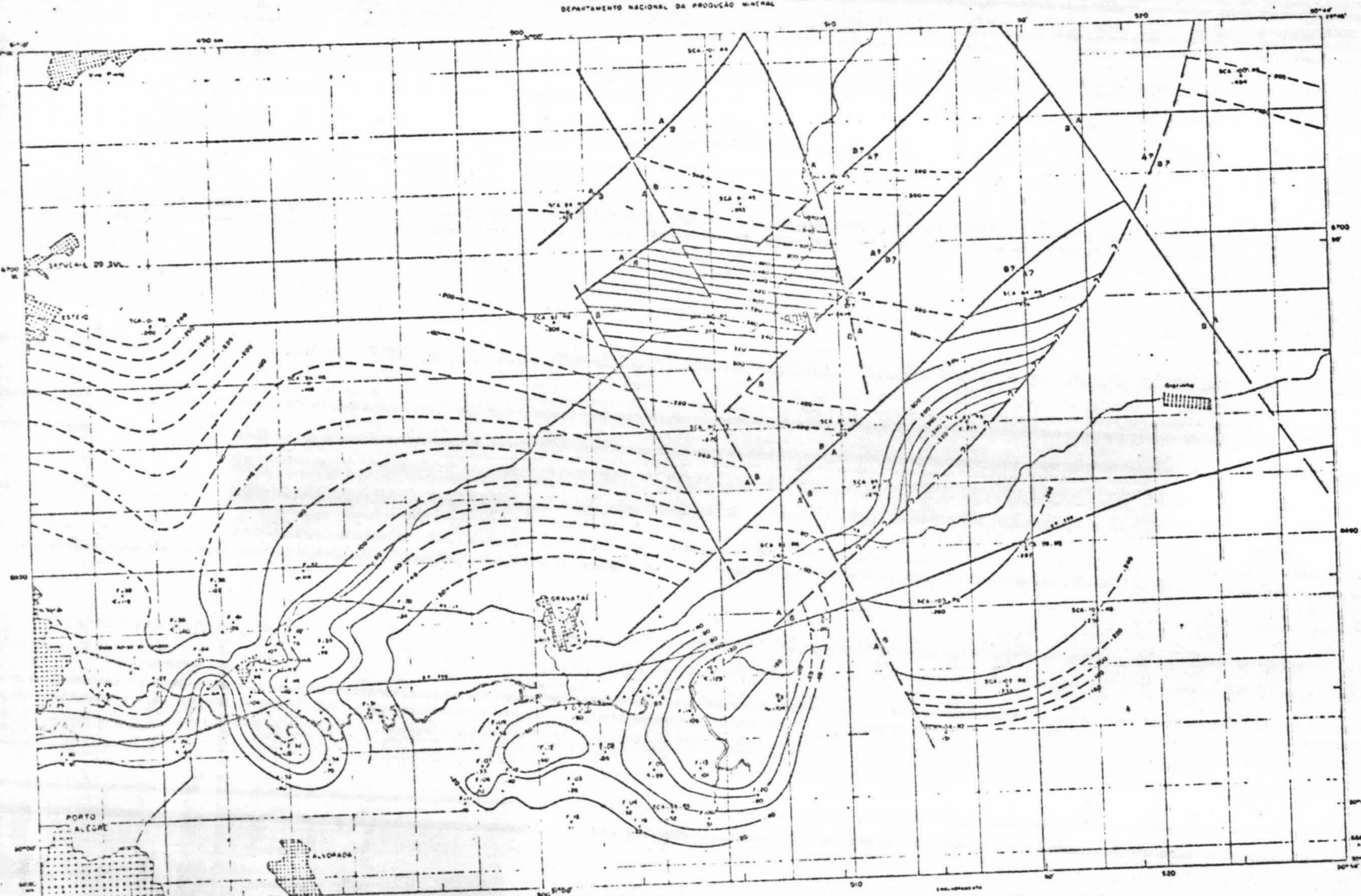
O seu perfil típico mostra um maior número de intercalações de estéril nos terços médios e inferior, aparecendo em muitos furos bancos maciços de carvão no terço superior.

No seu aspecto mais geral a área de jazida de Morungava é semelhante a todas as outras do Rio Grande do Sul, uma homoclinal suavemente mergulhante no sentido do fundo da bacia ou seja, sentido N-NE, fig. 18.

A jazida é cortada por uma complexidade enorme de falhas, cuja posição exata de algumas delas precisam ser confirmadas por maior número de furos de sonda. As falhas principais tem duas direções preferenciais: NE-SW e NW-SE. A seção geológica, fig.19, mostra uma destas falhas.

A característica mais importante do ponto de vista econômico da jazida de Morungava é a existência de propriedades coqueificantes dos carvões. Estas propriedades estão expressas pelos resultados de F.S.I., e algumas poucas medidas de dilatométrica. Foi a primeira jazida de carvão coqueificável descoberta no Rio Grande do Sul.

Uma amostra de carvão da camada Morungava 3 foi estudada em laboratório com a finalidade de classificação do carvão segundo as normas da ASTM. O resultado indicava o posicionamento desta camada como carvão Betuminoso de Alto Volátil B. É também confirmado pelo poder refletor as vitrinitas de



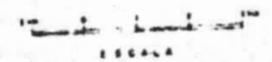
CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- PUNTO DE SONDA
- PROJETO CARVÃO NO
- SARONSKI (DPRU, 1961)
- COPELMI (1971)
- CURVAS DE CONTORNO ESTRUTURAL (Tracado + nível)
- FALHA DE REJETO VERTICAL (Tracado + nível)
- "LIMAS" DE GRANITO APLICANTES

Fig. 9f 18

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL DO TOPO DO EMBASAMENTO

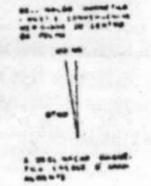


ESCALA

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Geólogo José Alcides Fonseca Ferraz - Reg. CREA 17482
Desenhista: Jorge Manoel de Oliveira

Este planejamento de estrada foi elaborado em 1971.



- 0,68 m.

Para conseguir uma avaliação média dos produtos finais teóricos que se poderia esperar das camadas mais importantes 2, 4, e 6, foram calculados as recuperações e os teores de cinza médio e a partir destes os acumulados. Como por exemplo, pode-se observar os cálculos feitos para a camada Morungava 2, na fig.20 (no canto superior à esquerda). A partir destes dados foram desenhadas as curvas em um gráfico de Mayer, onde pode-se verificar os rendimentos ponderáveis com o teor de cinzas desejado. Na mesma fig.20 estão representadas também as curvas das camadas Morungava 4 e 6.

As curvas mostram que sob o ponto de vista de "grade" aumenta de camada 2 para a camada 4 e desta para a camada 6:

A possibilidade de se obter uma fração nobre com 15 % de cinzas está claramente configurada para a camada Morungava 2, na qual se obtém um bom rendimento ponderal (33,4 % da camada total).

A cobertura de rocha estéril desta jazida varia - de aproximadamente 100 m ao sul, até cerca de 450 m ao norte - da jazida.

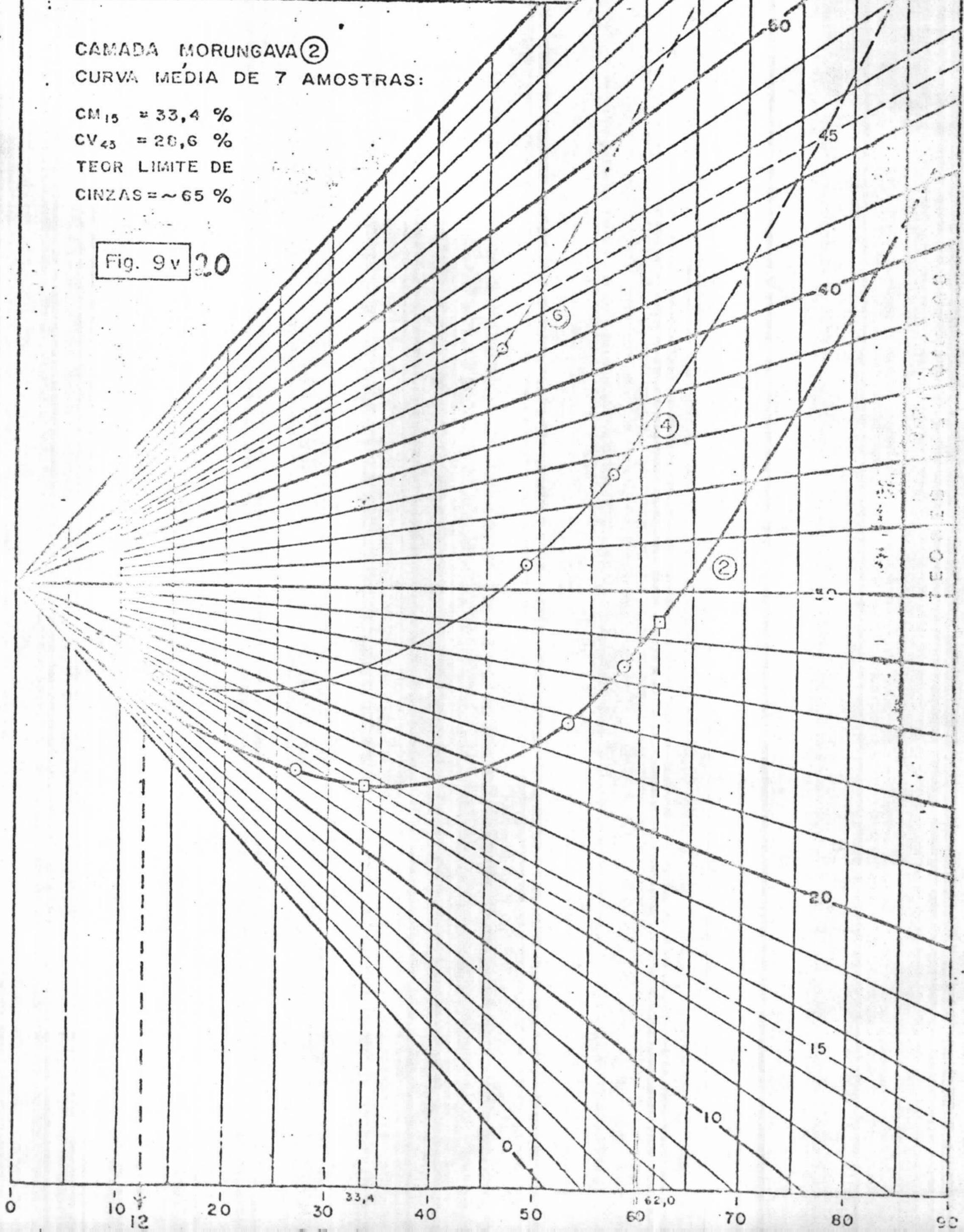
Atualmente esta jazida ainda está sendo pesquisada, sobretudo na parte sul, para ser implantada uma unidade mineira.

	P %	Cz %	ACUMULADOS	
			P %	Cz %
< 1,50	26,95	12,65	26,95	12,65
1,50 X 1,95	26,14	34,88	53,09	23,59
1,95 X 2,00	5,52	56,28	58,61	26,67
> 2,00	36,30	74,15	94,91	44,82
200 MED. 20	5,09	52,27	100	45,20

CAMADA MORUNGAVA ②
 CURVA MEDIA DE 7 AMOSTRAS:

CM₁₅ = 33,4 %
 CV₄₅ = 28,6 %
 TEOR LIMITE DE
 CINZAS = ~ 65 %

Fig. 9v 20



4.7. - Jazida de Chico Lomã - RS

A Jazida de Chico Lomã está situada a sul e sudoeste da Cidade de Santo Antônio da Patrulha no Rio Grande do Sul, fig.21. Abrange uma área de aproximadamente 250 km².

Trata-se de uma jazida recentemente descoberta que atualmente está sendo pesquisada, através de sondagem, pela CPRM. Os dados disponíveis até o momento não são muitos, entretanto, são o suficiente para se inferir as principais características da jazida.

Nesta jazida aparecem pelo menos 4 camadas de carvão, das quais as duas inferiores são mais importantes. Todas as camadas apresentam-se muito ramificadas (com grande quantidade de intercalação de estéril) em direção a leste e ao norte da jazida. Em certos casos a espessura da estéril é tão grande que a ramificação torna-se outra camada de carvão.

Em cada veio deste as intercalações de siltito cinza escuro varia em números de 3 a 5 leitões.

A litologia do Rio Bonito nesta área é predominantemente fina, constituída por siltitos cinza escuros e subordinadamente folhelhos da mesma cor. No topo e na base desta formação ocorrem bancos de arenitos médios e mais raramente grosseiros e conglomeráticos (esse último na base) as camadas de carvão ocorrem na porção média de formações.

A densidade de furos nesta área não permite fazer maiores considerações sobre o condicionamento tectônico da área, entretanto pode-se afirmar que existem algumas falhas.

O carvão pelo que se sabe apresenta propriedades coqueificantes com F.S.I. acima de 2. A penúltima camada, de cima para baixo, é a que apresenta o melhor rendimento em carvão, apro

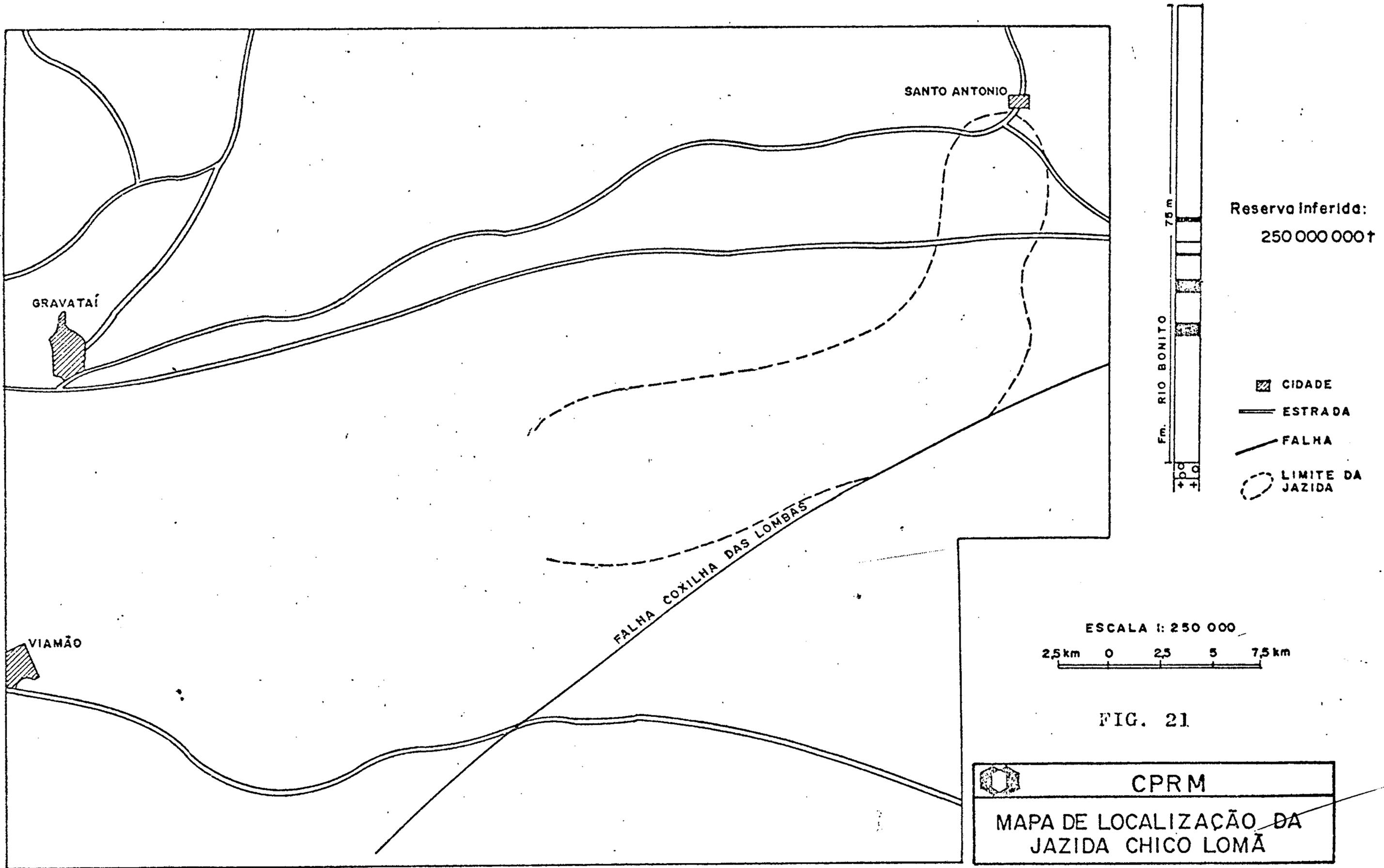


FIG. 21


CPRM
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA
 JAZIDA CHICO LOMÃ

- ximadamente 50%. (para um carvão de aproximadamente 35% de cinzas), enquanto que a inferior atinge valores em torno de 35-40%, em relação a camada total.

A reserva inferida da jazida é da ordem de 250.000.000 t.

A cobertura de rocha estéril varia de 250 m, a oeste, até 350 m nas proximidades de Santo Antônio.

4.8. - Jazida de Santa Terezinha - RS

A Jazida de Santa Terezinha está situada no lito - ral, junto ao Oceano Atlântico na altura dos balneários de Santa Terezinha e Capão da Canoa, Município de Osório no Rio Grande do Sul, fig.22. Abrange uma área de aproximadamente 300 km².

Também é uma jazida recentemente descoberta, cujos dados disponíveis são mais escassos do que a de Chico Lomã. Atualmente só são conhecidos os dados de 4 furos de sonda.

A Formação Rio Bonito, na área desta jazida sofre um aumento em sua espessura para o norte, em direção à chamada "sinclinal de Torres"- estrutura definida pelos técnicos da Petrobrás.

As camadas de carvão estão situadas estratigraficamente na porção média superior desta formação. As camadas de carvão se distanciam umas das outras em direção ao norte, sentido de maior sedimentação.

Pouco se sabe sobre a qualidade do carvão como um todo na bacia, entretanto, os dados mais significativos de análise de carvão, são os da camada superior do furo 7GT-05-RS, situado em Santa Terezinha, que apresentou um rendimento de 75% de carvão - com 18,5% de cinzas (teor igual aos do carvão nacional utilizado atualmente nas misturas para fabricação de coque pela indústria siderúrgica). Este foi o melhor carvão nacional analisado nos laboratórios da CPRM. Estes dados precisam ser confirmados em ou

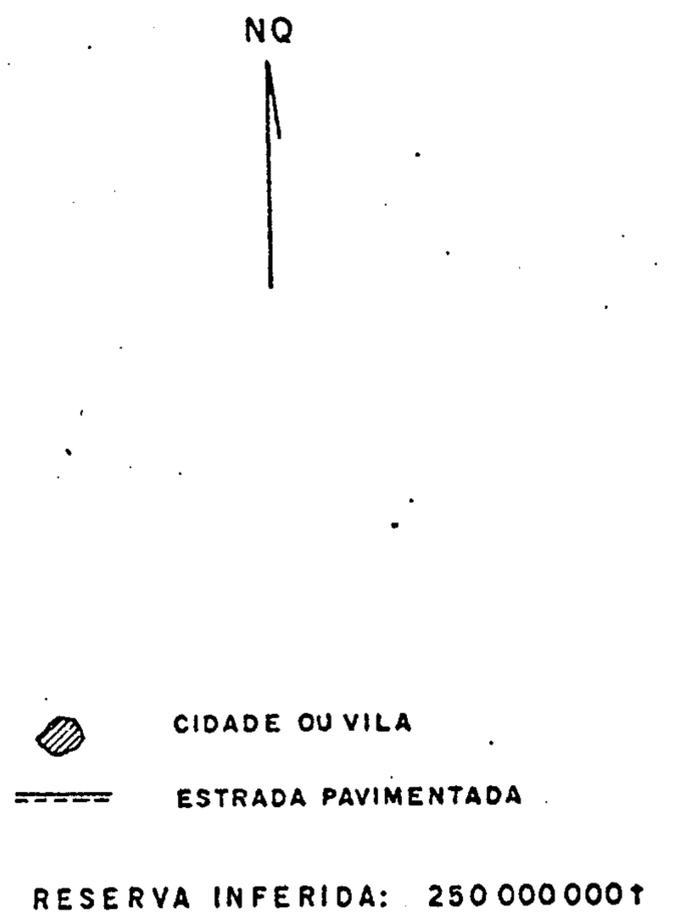
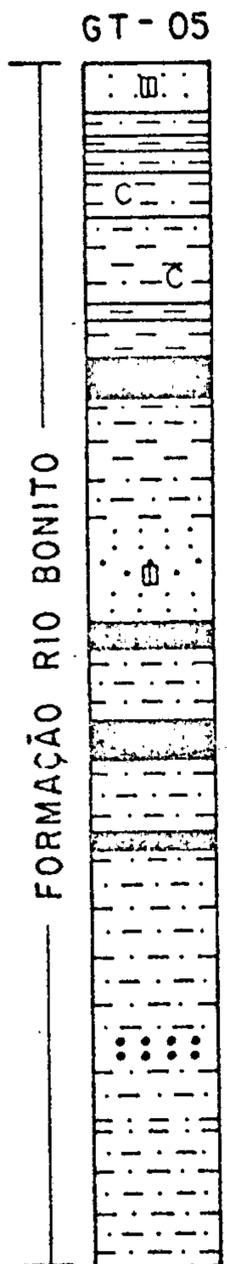
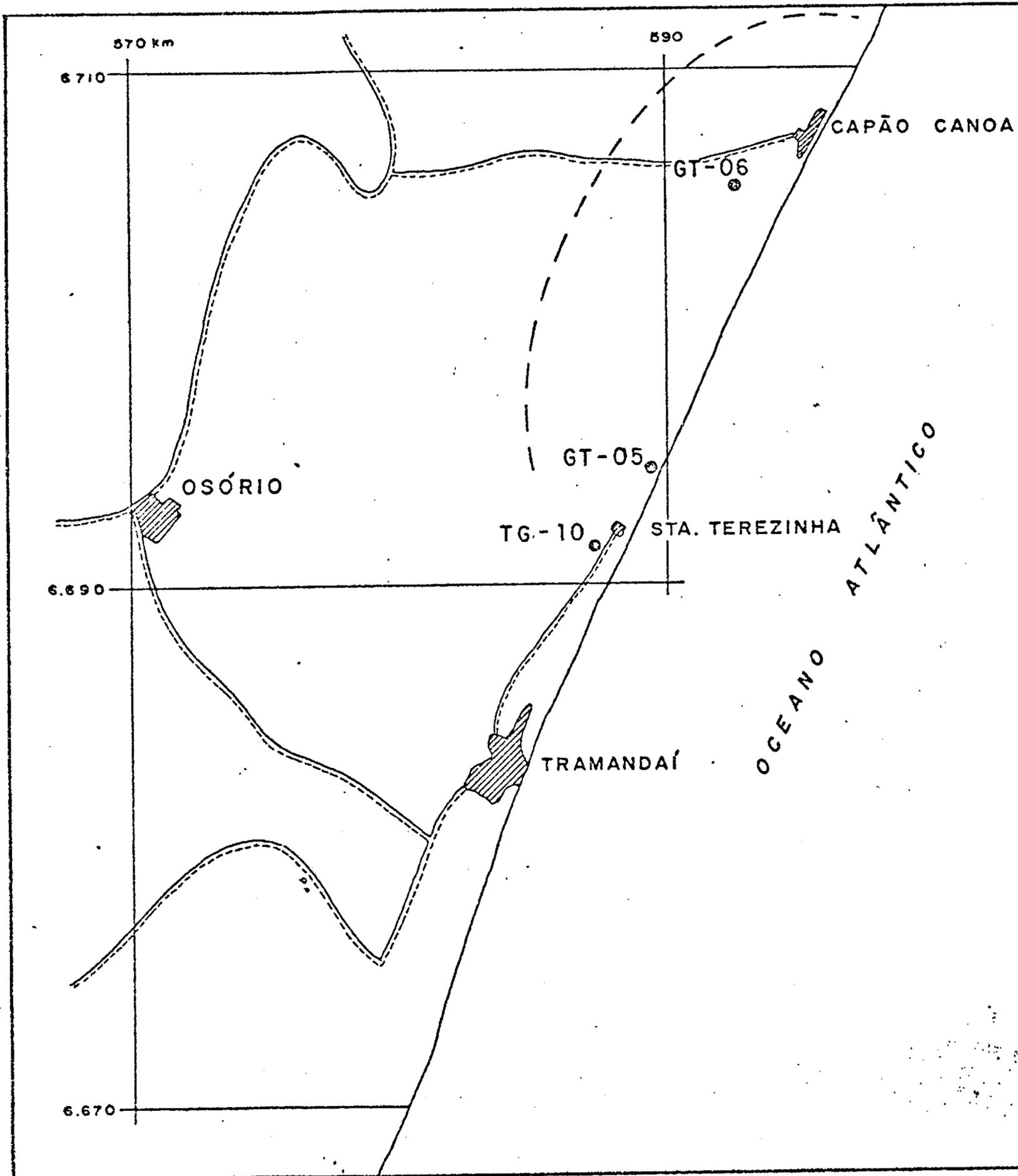


FIG. 22


CPRM
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA
 JAZIDA DE SANTA TEREZINHA
 RS

- tros pontos da jazida.

A reserva inferida da jazida é da ordem de 250.000.000 t.

A cobertura de rocha estéril varia de 750 m na parte sul, a 850 m ao norte.

4.9 - Jazida Sul de Santa Catarina - SC

A denominada Jazida Sul de Santa Catarina se estuda desde as nascentes do Rio Iaranjeiras, na encosta da Serra Geral a norte-noroeste da cidade de Lauro Muller, até os balneários do Rincão (em Içara), Morro dos Conventos e Arroio do Sillva (em Araranguá) e daí segue em direção ao sul até as proximidades da divisa dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na altura de Torres fig.23. Abrange uma área de aproximadamente 1000 km².

Na maior parte desta área a Formação Rio Bonito é constituída por seus três membros - Triunfo (arenitos e raramente conglomerados e siltitos com raras camadas de carvão); Paraguaçu (siltitos e folhelhos cinza esverdeados) e Siderópolis (arenitos finos e médios com intercalações de siltitos com as principais camadas de carvão). A maioria das camadas de carvão estão situadas no Membro Siderópolis, no terço superior da Formação Rio Bonito. Jazem pelo menos 10 camadas de carvão, que são denominadas de cima para baixo: Treviso, Barro Branco, Irapuá, "A", "B", Ponte Alta, Bonito, Pré-Bonito, "C" e "D", conforme fig.23 .

Destas, a Barro Branco é a mais importante sob o ponto de vista econômico, devido a sua ampla distribuição horizontal com espessura apreciável e a qualidade de seu carvão - para fins siderúrgicos. Em segundo lugar, destaca-se a Bonito, pela sua área de jazimento e grande espessura, sendo sem dúvida uma considerável fonte de carvão energético. Com menor importância podem ser assinaladas as camadas Irapuá e Ponte Alta,

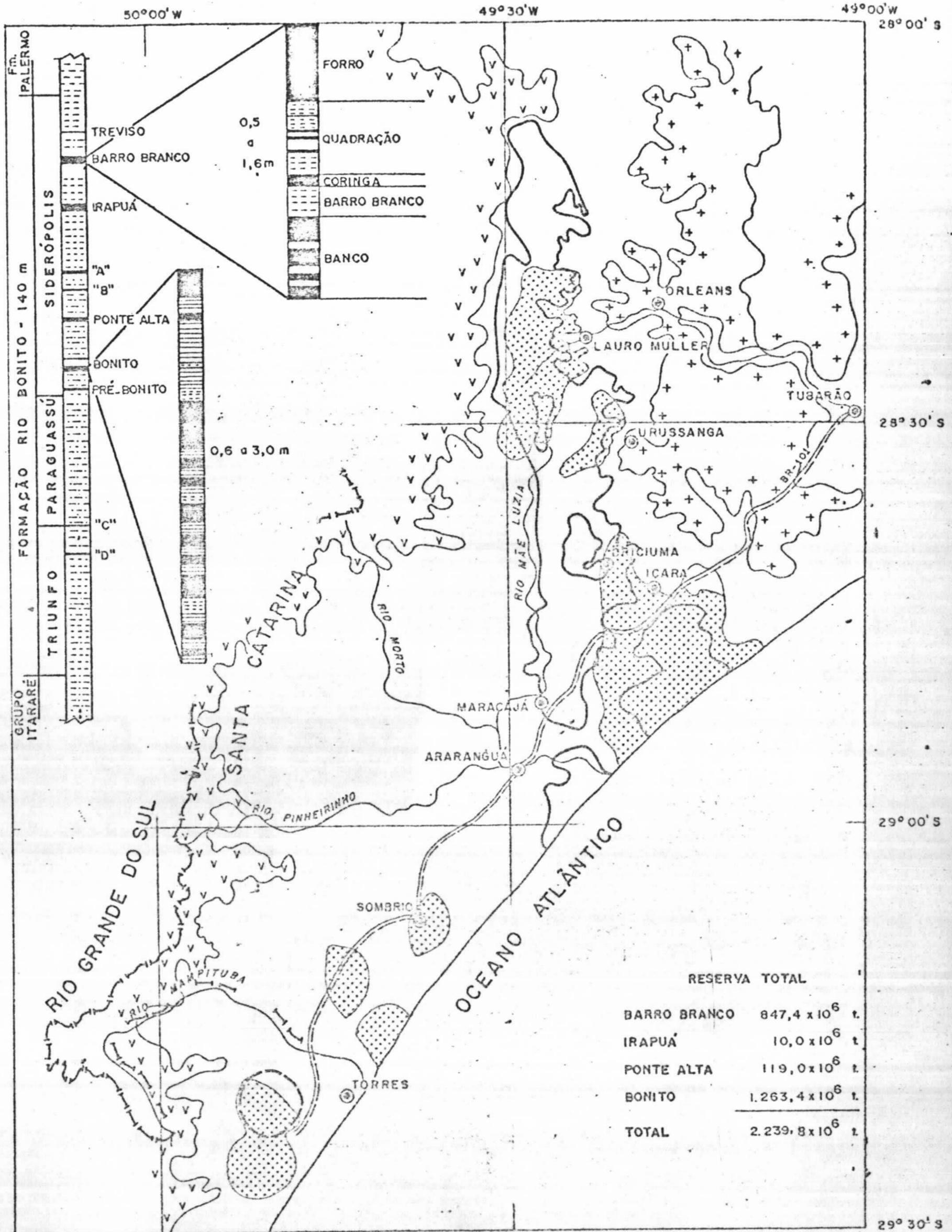


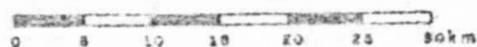
FIG. 2

FIG. 23

CONVENÇÕES:

- LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CAMADA BARRO BRANCO
- CIDADE
- DERRAME BASALTICO
- LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CAMADA PONTE ALTA
- RIOS
- EMBASAMENTO CRISTALINO
- LIMITE DA JAZIDA CUBADA-CAMADA BONITO INFERIOR
- ESTRADA PAVIMENTADA
- LIMITE INTERESTACUAL

ESCALA: 1.750.000



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- CPRM -

LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DA BACIA CARBONIFERA SUL-CATARINENSE

- que ocorrem com boa espessura sómente em áreas restritas.

- Camada Barro Branco

A Camada Barro Branco é constituída por leitões e camadas de carvão com intercalações de siltitos e folhelhos em proporções equivalentes em espessura.

As maiores espessuras de carvão na camada (superior a 1 m) encontram-se no eixo da Bacia, diminuindo para ambos os lados (W e E). Ver mapa de Isópacas do carvão na camada Barro Branco anexo fig.24.

A Camada Barro Branco com espessura superior a 0,50 m (espessura considerada limite econômico), apresenta a seguinte reserva de carvão:

Reserva Medida	-	239,1 X 10 ⁶ t
Reserva Indicada	-	387,1 X 10 ⁶ t
Reserva Inferida	-	221,1 X 10 ⁶ t
Total	-	847,3 X 10 ⁶ t

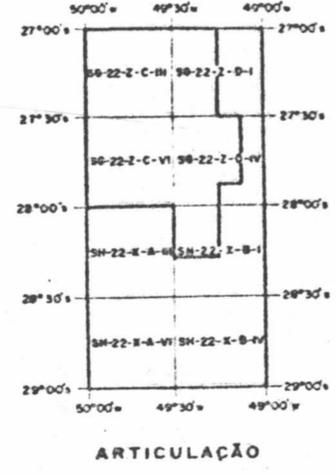
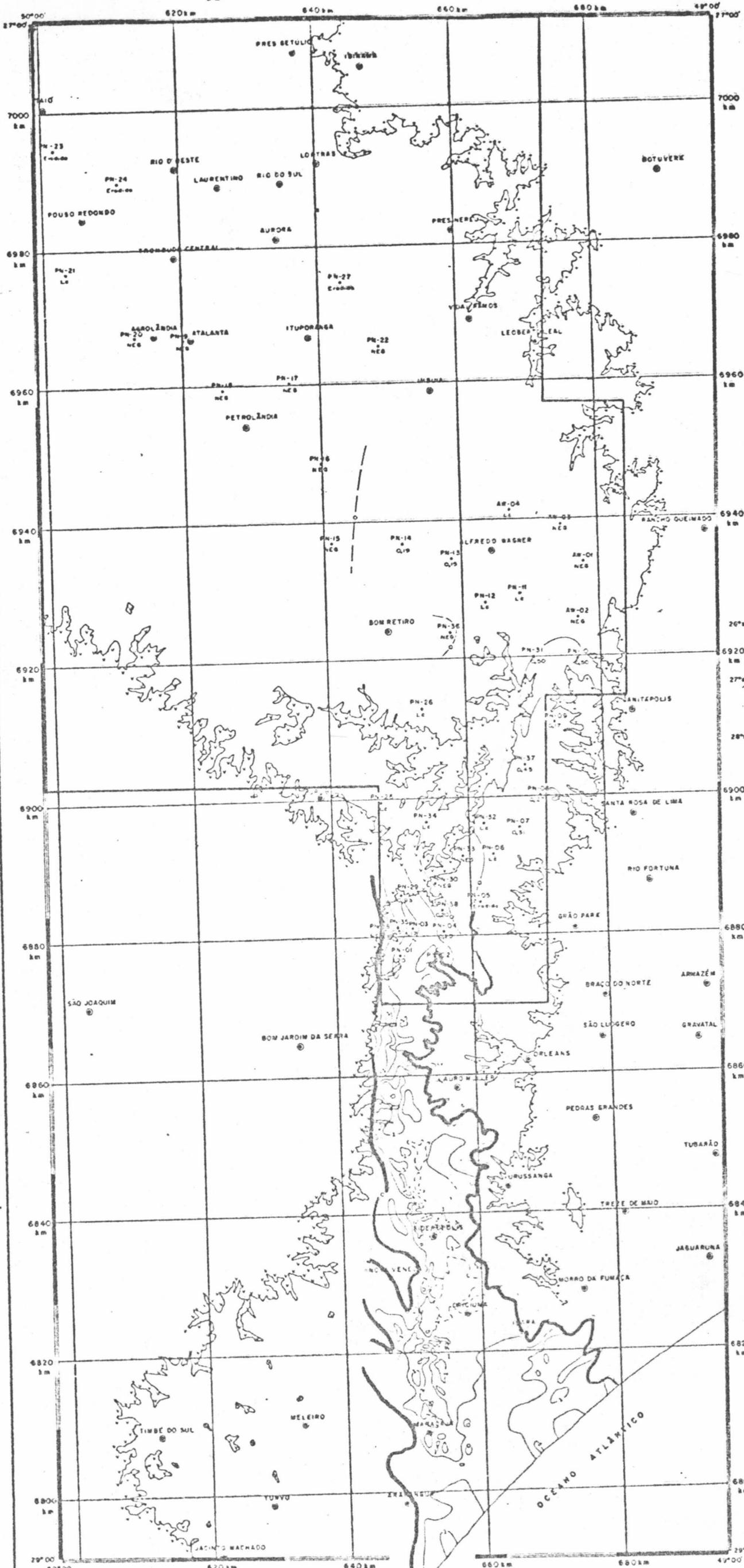
Entretanto, a reserva de carvão lavrável é menor, devido a presença de falhas e intrusões de diabásio e também do método de lavra a ser empregado.

O carvão na Camada Barro Branco, de um modo geral, possui melhores características na borda leste da bacia, piorando levemente para o centro e borda oeste. As minas situadas na borda leste (Santana e Barrô Branco) lavram carvão de melhor qualidade do que as que lavram no centro da bacia (Criciúma, Metropolitana, CBCA).

Em média, 70 % da camada total (capa e lapa) é estéril e 30 % de material vendável, denominado pré-lavado. Do pré-lavado pode-se fracionar dois tipos de carvão, nas seguintes percentagens; 50 % de carvão metalúrgico (com 18,5 % Cz; 1,70 % enxofre; 30 % material volátil; 5 de FSI e 6.800 cal/g) e 48 % carvão vapor (com 40,0 % de Cz.; 3,0 % enxofre e 4.800 -

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1976
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA

A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRESCERÁ ANUALMENTE



- CONVENÇÕES**
- ⊙ CIDADES
 - CONTATOS GEOLÓGICOS DEFINIDOS E APROXIMADOS
 - V V V V FORMAÇÃO SERRA GERAL
 - PRÉ-CAMBRIANO
 - LIMITE DE AFLORAMENTO DA CAMADA BARRO BRANCO
 - CURVA DE ISOPACAS (TRACEJADA = INFERIDA) EM METROS
 - PH-07 FURO DE SONDA
 - CARVÃO NA CAMADA
 - NEB NEGATIVO PARA A CAMADA
 - LE LÂMINA(S) DE CARVÃO



Projeto Carvão Norte de Santa Catarina
1975

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPRM

MAPA DE ISOPACAS DE CARVÃO
NA CAMADA BARRO BRANCO

SURES PORTO ALEGRE
CRIAÇÃO: JACINTO WACHADO
DESENHO: PEDRO RODRIGUES
CNPq

Topografia e geologia decorados de Guezzi, W. e Foid, F.J.-1970.
Mapa geológico do território de Centro-Oeste e Sudeste de Santa Catarina.
Escala: 1:500,000, PETROBRAS, DESUL, SESES - Porto Branco - Paraná

- cal/kg). O restante é refugo.

O rendimento médio de carvão na Camada Barro Branco oscila em torno de 1.000 kg.

A Camada Barro Branco aflora em uma linha sinosa de direção norte-sul e vai mergulhando suavemente 30' a 1º para oeste-sudoeste. As maiores coberturas da camada de carvão estão a oeste e a sudoeste com 350 m.

- Camada Bonito

A Camada Bonito geralmente é constituída por dois bancos de carvão intercalados com siltitos e folhelhos carbonosos (Bonito Superior e Bonito Inferior), que tem espessuras de de siguais, separados por um banco de material estéril (arenito e siltito). O banco inferior, possui uma espessura média, nas á reas mais importante, em torno de 1,5 m de carvão na camada.

As maiores espessuras de carvão na camada estão - localizadas em quatro áreas principais, a saber do norte para o sul (Mapa de Isópacas do Carvão na Camada Bonito) anexo fig.- 25 .

- Área de Treviso-Lauro Muller
- Área do Rio América
- Área a Sul de Criciúma
- Área de Araranguá-Torres

A camada Bonito, com espessura superior a 0,50 m (espessura considerada como limite econômico), apresenta a se guinte reserva de carvão:

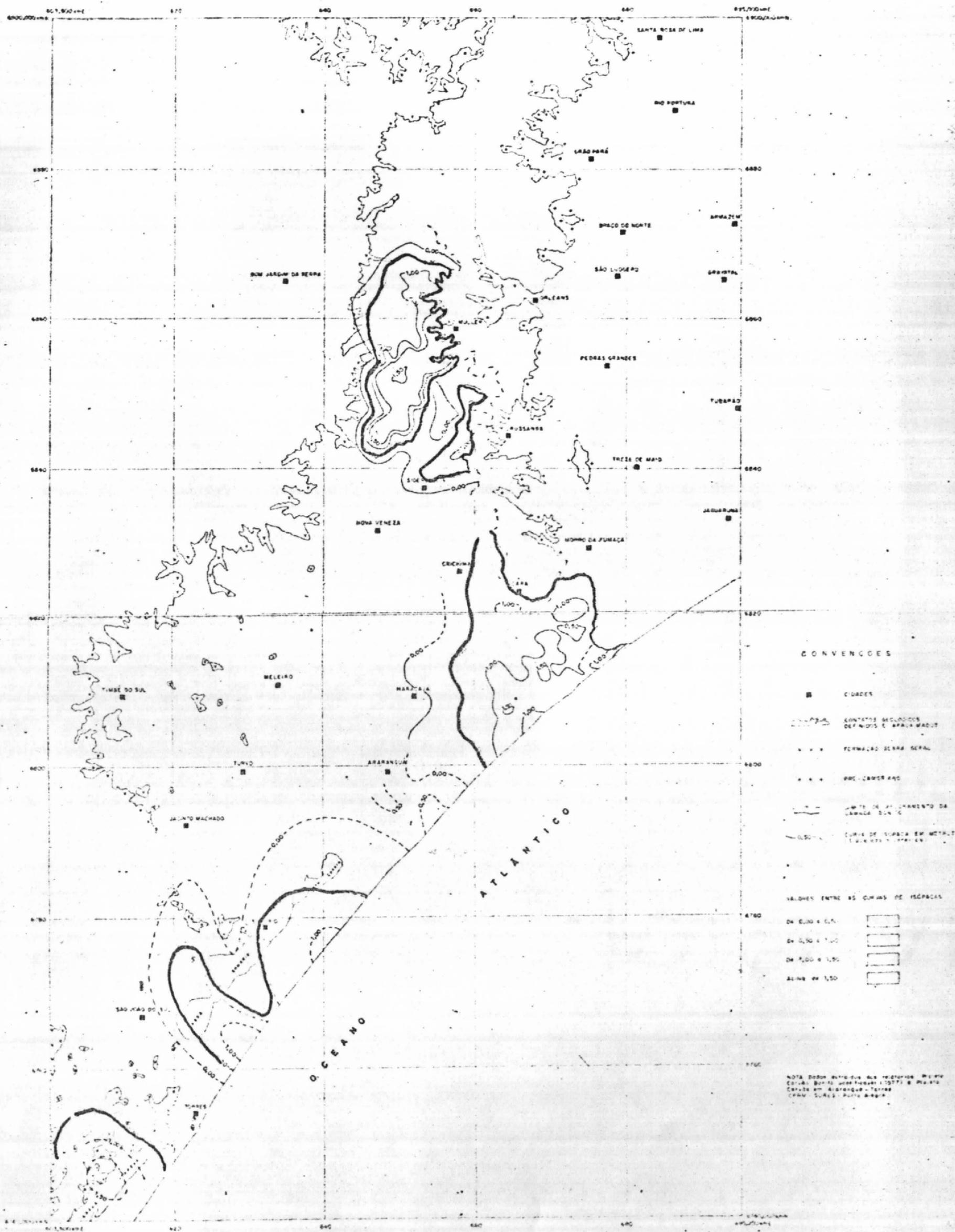


FIG 25

MAPA DE ISÓPACAS DO CARBÃO NA CAMADA BONITO INFERIOR

CATEGORIA	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
AREA	10 ⁶ t	10 ⁶ t	10 ⁶ t	10 ⁶ t
Treviso-Lauro Muller	73,6	212,4	80,8	366,8
Rio América	3,7	20,1	20,4	44,2
Sul Criciúma	50,7	223,3	224,0	498,0
Araranguá-Torres	4,4	33,1	316,9	354,4
Total	132,4	488,9	642,1	1.263,4

As características do carvão na Camada Bonito variam de norte para o sul. Ao norte o carvão tem menor rendimento em metalúrgico, e vai gradativamente aumentando seu rendimento para o sul, sobretudo na área de Araranguá-Torres.

A Camada Bonito, nas áreas de Treviso-Lauro Muller e Rio América, quando fracionada em vapor e metalúrgico apresenta em média as seguintes proporções:

5,1% de Carvão Metalúrgico com 18,5 Cz.

43,0% de Carvão Vapor com 48% de Cz.

51,9% de Rejeito

Em peso por m² aproximadamente:

100 a 300 kg de Carvão metalúrgico com 18,5 Cz.

1500 a 2500 kg de Carvão Vapor com 48% Cz.

Em termos de carvão energético com 40-45% de Cz. o rendimento é apreciável, variando de 1600 a 2800 kg/m².

A Camada Bonito na área a sul de Criciúma, quando fracionada em vapor e metalúrgico, apresenta em média as seguintes proporções:

13,4% de Carvão Metalúrgico com 18,5 Cz.

52,7% de Carvão Vapor com 48% Cz.

33,7% de Rejeito

Em peso obtem-se por m² aproximadamente:

200 a 400 kg de Carvão Metalúrgico com 18,5 Cz.

1000 a 1500 kg de Carvão Vapor com 48% Cz.

Esta mesma camada encontrada na área de Araranguá e Torres, quando fracionada em vapor e metalúrgico, apresenta - em média as seguintes proporções:

26 a 29% de Carvão Metalúrgico com 18,5 Cz.

26 a 40% de Carvão Vapor com 48% Cz.

Em peso obtem-se por m² aproximadamente:

230 a 1230 de Carvão Metalúrgico com, 18,5 Cz.

330 a 2120 de Carvão Vapor com 48% Cz.

O teor de Enxofre é mais alto ao norte (2%) nas áreas Treviso-Lauro Muller e Rio América e mais abaixo (0,8%) , nas áreas de Criciúma e Araranguá-Torres.

A Camada Bonito aflora em uma linha sinuosa, de direção norte-sul, que passa a leste de Criciúma e vai até a norte de Lauro Muller, sendo sua melhor exposição nesta última cidade. A camada mergulha para W-SW atingindo as seguintes coberturas médias:

- Área de Treviso-Lauro Muller - 300 m

- Área de Rio América - 150 m

- Área de Criciúma - 200 m

- Área de Araranguá-Torres - varia de 500 m próximo a Araranguá até 1150 m a sul de Torres.

Deve-se salientar que a Camada Bonito está situada a uma distância entre 70 e 30 m abaixo da Camada Barro Branco.

- Camada Irapuá e Ponte Alta

A Camada Irapuá apresenta espessura minerável em lugares isolados, seus depósitos normalmente tem formas alongadas, sugerindo depósitos em paleorios. Esta camada está a poucos metros (7-15 m) abaixo da Barro Branco, por isso, que quando encontradas e lavradas juntas é economicamente vantajoso. O carvão tem características semelhantes ao da Barro Branco. Sua Reserva Inferida é de 10 milhões de toneladas.

A Camada Ponte Alta embora tenha uma distribuição horizontal muito grande, pode ser considerada um leito guia - na região carbonífera de Santa Catarina. Só ocorre com espessura considerável em algumas áreas isoladas na área a sul de Criciúma e na área da Lagoa do Jacaré a oeste de Torres, onde possui a espessura de 2,60 m de carvão na camada.

As características do carvão são semelhantes das da Bonito na mesma área de ocorrência.

A cobertura média na área a sul de Criciúma 140 m, enquanto na área da Lagoa do Jacaré a mais de 800 m.

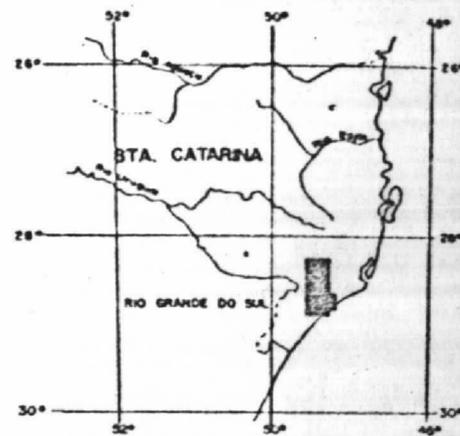
A Formação Rio Bonito, juntamente com as camadas de carvão, foi intensamente afetada por uma tectônica rígida de falhamentos. Nesta área ocorrem dois sistemas de falhamentos: o primeiro de direção NE-SW, paralelo a linha de costa e o segundo de direção NW-SE. Para dar uma idéia de densidade de falhas nesta área, será apresentado na fig,26 o "Mapa de Contorno Estrutural da Iapa da Camada Bonito".

A Camada de Carvão Barro Branco é a principal atualmente, em lavra em Santa Catarina, Subordinadamente é minerada a Irapuá.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1976
E CORREÇÃO PARA O CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRESCE ANUALMENTE



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

ESCALA



LEGENDA

- ⊙ SEDE DE MUNICÍPIO
- ⊙ POVOADO
- ESTRADA PAVIMENTADA
- - - ESTRADA DE ROÇAGEM
- ~ DRENAGEM
- CURVA DE CONTOURNO ESTRUTURAL INFERIDA
- - - FALHA (DETERMINADA/INFERIDA)
- LIMITE DE AFLORAMENTO DA CAMADA BONITO (DETERMINADO/INFERIDO)
- PS-05 FURO DE SONDA
- 90,00 COTA DA LAPA DA CAMADA BONITO DADA POR M EM N.M.M
- NEG NEGATIVO PARA A CAMADA

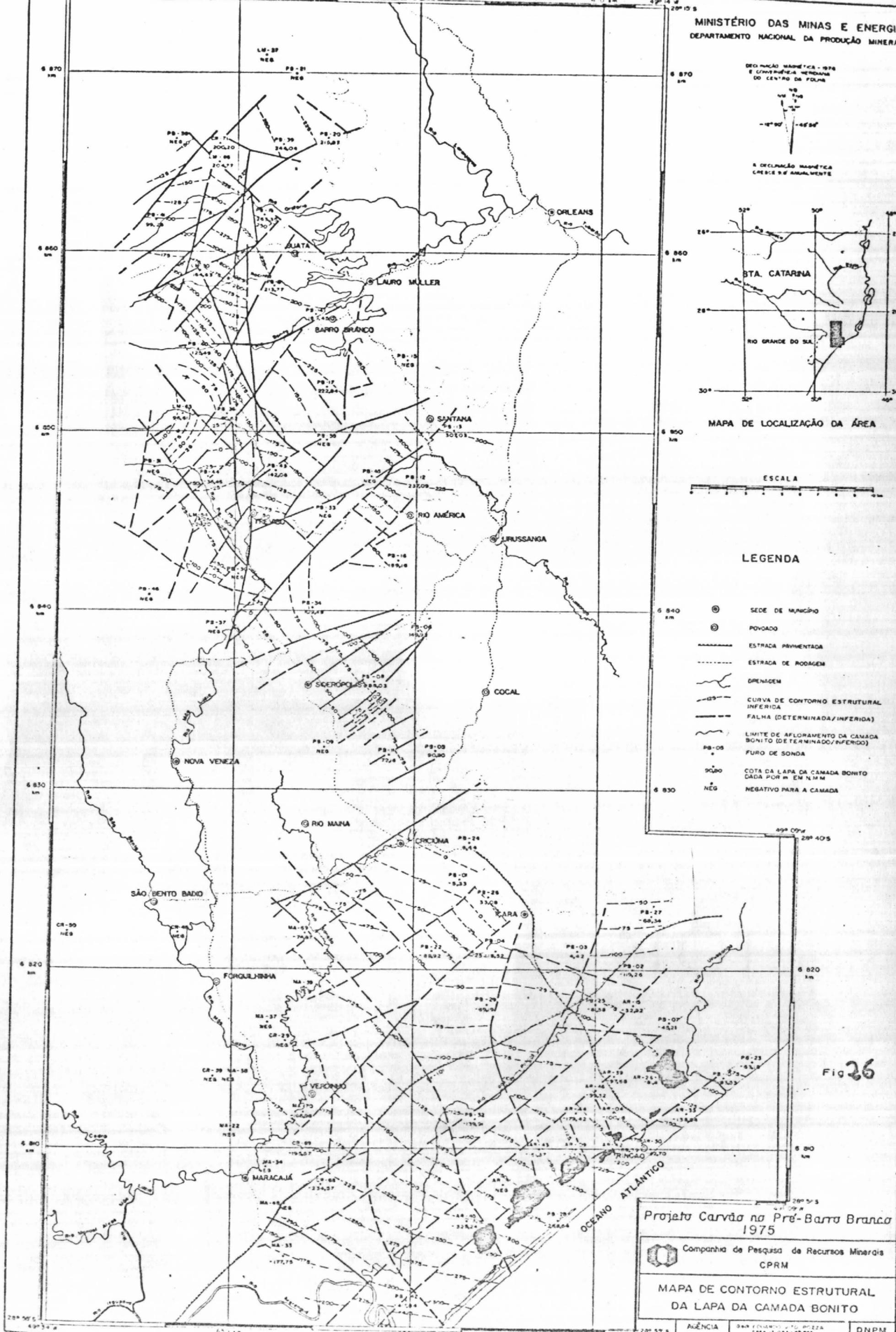


Fig 26

Projeto Carvão na Pré-Barro Branco
1975

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPRM

MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL
DA LAPA DA CAMADA BONITO

AGÊNCIA P. ALEGRE
DRA. EDUARDO VITO ROZZA
CARRA 17.000-00000
CAR. FELIPE RODRIGUES
DNPM
1º DIST.

A lavra é feita a céu aberto ou minas subterrâneas. O material retirado da mina é britado a 38,1 mm (1 1/2"), nas instalações primárias de beneficiamento e separado o carvão do estéril por jiques.

O carvão obtido, ainda com pequena percentagem de estéril (menor do que 3%) é denominado pré-lavado e apresenta um teor de cinzas médio em torno de 28%. O pré-lavado é transportado, via férrea, para o Lavador de Capivari em Tubarão, a fim de ser rebritado a 25,4 mm (1"), relavado e fracionado em duas partes:

a) Carvão Metalúrgico - destinado a indústria Siderurgica, que é levado via férrea ao Pôrto de Imbituba para ser carregado em navios com destinos as Siderurgicas.

b) Carvão Vapor - destinado as indústrias termelétricas, que é queimado na Usina Termelétrica Jorge Iaccerda.

4.10 - Jazida de Figueiras - PR

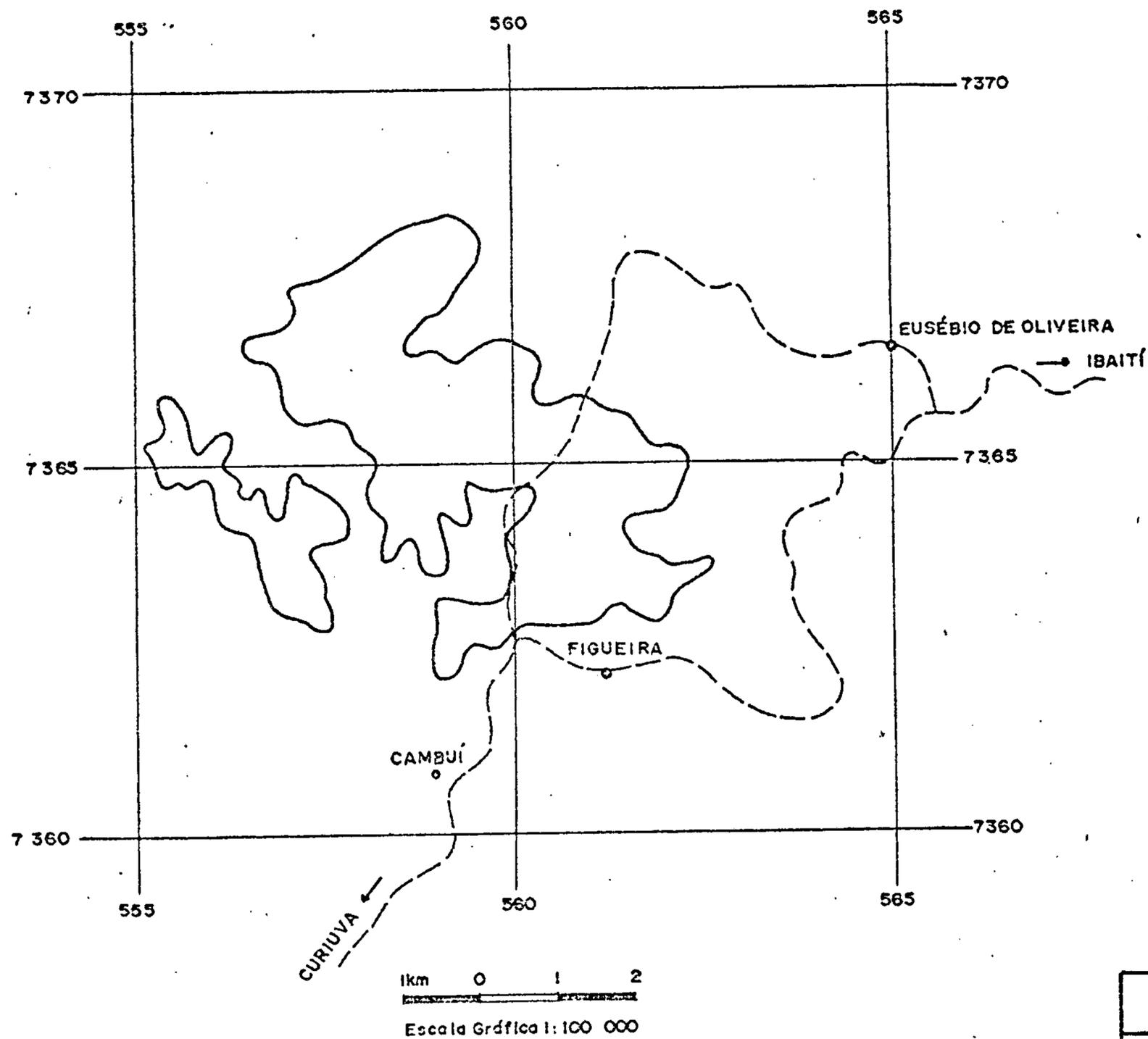
No Estado do Paraná são conhecidas uma série de ocorrências de carvão, e apenas uma jazida de carvão denominada "Jazida de Cambuí", que atualmente está em lavra.

Está situada ao norte de Cambuí, Município de Cariuva, fig.27.

Nesta área ocorrem duas camadas de carvão, das quais apenas uma é minerada.

A reserva desta jazida é da ordem de 30.000.000 t de carvão. Atualmente é lavrado cerca de 20.000 t/mês de carvão com 35% de cinzas e poder calorífico de aproximadamente 6.000 - kgcál/kg e alto teor de enxofre (ordem de 6%).

O carvão produzido é utilizado para geração de energia elétrica e na Indústria de Celulose.



CONVENÇÕES

ESPESSURA DE CARVÃO 0,60-1,35 ————

ACESSOS ————

CIDADES ———— ●

FIG. 27

	CPRM
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA JAZIDA DE CAMBUÍ - PARANÁ -	

4.11 - Jazida de Cerquilha, Monte-Mor e Buri - SP

São pequenas jazidas de carvão, localizadas nos Municípios de Monte-Mor e Buri, que foram mineradas por ocasião da 2ª Guerra Mundial e, atualmente encontram-se abandonadas.

Apenas a Mina de Cerquilha tem fornecido, no presente, quantidades ínfimas de carvão utilizado, como carvão energético em pequenas indústrias em mistura com carvão vegetal. A lavra é totalmente manual através de poços de 12 a 20 m de profundidade. A espessura da camada minerada raramente atinge - 0,60 m. Estima-se uma produção de 1,000 t/ano. A reserva desta jazida é da ordem de 3.000.000 t.

V - RESERVAS DE CARVÃO

RECURSOS MUNDIAIS de Combustíveis fósseis

X 10 ⁹ t - Tec.		Conf. Mundial Teheran (1977)			
Combust.	Reservas	%	Recursos	%	%
CARVÃO	640	70,6	10.126	93,3	89,6
PETROLEO	143	15,8	300 429 *	2,8 -	- 3,8
GÁS	80,7	8,9	278	2,6	2,5
FOLHELHO BET.	42,9	4,7	144** 463	1,3 -	- 4,1
	906	100	10.848 11.296		

* - Incluindo os mais profundos e os polares

** - Folhelho com mais de 100 l/t

Observação: Os valores são dados em função do equivalente em carvão.

Carvão tem 7.000 Cal/gr.

Petróleo tem 10.000 Cal/gr.

Tonelada equivalente de carvão = T.e.c = 0,7 tep

Tonelada equivalente de petróleo = tep = 1,43 tec.

1 m³ de gás = 9.000 Cal.

RESERVAS E RECURSOS MUNDIAIS DE CARVÃO
(em toneladas equivalentes de carvão)

PAIS	RECURSOS 10 ⁶ tec	RESERVAS 10 ⁶ tec	PRODUÇÃO	
			1975	2000
URSS (1)	4.860.000	109.900(2)	614(1)	1.100 (3)
USA (2)	2.570.398	177.588(1)	581(2)	1.340 (1)
China (3)	1.438.045	98.883(3)	349(3)	1.200 (2)
Australia (4)	262.134	27.353(6)	69(8)	200 (7)
RFA (5)	246.800	34.419(5)	126(6)	145 (9)
GB (6)	163.576	45.000(4)	429(5)	173 (8)
Polônia (7)	124.000	21.790(9)	181(4)	270 (4)
India (8)	82.937	23.139(8)	73(7)	235 (5)
África do Sul(9)	66.198	26.903(7)	69(8)	233 (6)
TOTAL	10.126.500	636.929	2.597	5.650
Brasil (estimada)	20.000	10.000	-	-

RESERVAS DE CARVÃO NO BRASIL

Em 1000 t

ESTADO	JAZIDAS	RESERVAS			TOTAL
		MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	
RIO GRANDE DO SUL	Cantiota	352.500	911.500	6.736.000	8.000.000
	São Sepé-Durasnal	3.600	4.000	4.400	12.000
	Iruí	110.840	416.300	634.840	1.161.980
	Butiá-Leão	139.510	237.270	506.370	883.150
	Charqueadas	313.960	682.630	321.950	1.318.540
	Morungava	46.050	210.960	400.570	657.580
	Chico Lomã	-	-	250.000	250.000
	Santa Terezinha	-	-	250.000	250.000
SUBTOTAL		966.460	2.462.660	9.104.130	12.533.250
SANTA CATARINA	CAMADA B. BRANCO	239.200	387.000	221.200	847.400
	CAMADA IRAPUÁ	-	-	10.000	10.000
	CAMADA P. ALTA	-	-	119.000	119.000
	CAMADA BONITO	132.400	488.900	642.100	1.263.400
SUBTOTAL		371.600	875.900	992.300	2.239.800
PARANÁ		32.190	2.000	23.500	57.690
SÃO PAULO		1.000	2.000	-	3.000
TOTAL		1.371.250	3.342.560	10.119.930	14.833.740

VI - MÉTODO DE LAVRA DE CARVÃO

VI - METODO DE LAVRA DE CARVÃO

Cada camada de carvão está recoberta por um maior ou menor capeamento de rocha estéril que para esta (camada) - ser atingida é necessário a remoção da cobertura ao a abertura de acesso através de escavações pontuais.

Dependendo do tipo de acesso a camada, o processo de lavra pode ser feita, através de minas a Céu Aberto ou a través de minas Subterrâneas.

4.1 - Lavra a Céu Aberto

É usada em jazidas superficiais. Escavadeiras de caçambas ("shovels"), dragas de arraste ("draglines"), escava^{de}adeiras de rodas ("bucket wheels") ou equipamento comum de terraplanagem removem toda a cobertura estéril, em faixas sucessivas. Após a decapagem de cada trecho, desmonsta-se e carrega-se o carvão em caminhões ou correias transportadoras. Isso permite recuperar mais de 95% da jazida. De acordo com a natureza da cobertura (que às vezes precisa ser dinamitada) e a qualidade do carvão, esse processo permite minerar até uma relação de:

até 30 m de cobertura
1 t de carvão ótimo

4.2 - Lavra Subterrânea

4.2.1 - Quanto ao acesso

Há três processos de acesso:

- Abertura direta à encosta dos morros, nos casos de minas aflorantes (mina a meia encosta);
- Plano inclinado de 25% a 30%, que permite o transporte contínuo do carvão, por correias transportadoras, desde as frentes de lavra até o beneficiamento à boca da mina. Anteriormente limitada a uma centena de metros de profundidade, Esse método está sendo gradualmente estendido as minas mais profundas;
- Poço vertical, em que uma gaiola eleva os carros de carvão, ou uma caixa especial ("skip") eleva o carvão retirado de um silo no nível das camadas para a superfície. Quanto - maior a profundidade, maiores a capacidade e velocidade necessária.

4.2.2 - Quanto ao transporte e Raio de Ação

- O transporte subterrâneo de carvão é feito por trens ou por uma sucessão de correias transportadoras. O 2º método está tendo gradativo incremento por permitir maior continuidade à produção e maior capacidade horária.

Dois problemas da lavra são: a segurança das galerias mestras (que às vezes se deteriora em uma a três dezenas de anos) e o custo do transporte subterrâneo, sempre muito maior que o de superfície. Isso faz com que uma grande jazida, mesmo contínua, muitas vezes seja minerada através de vários

- poços simultâneos ou sucessivos. O raio de ação econômico de um poço varia de 1 km (para poços de menos de 50 m) até mais de 5 km (para poços muito profundo).

4.2.3 - Quanto a Traçagem

Define-se como traçagem a construção das galerias, a partir do acesso até as frentes de lavra. Essa construção é sempre feita em conjuntos paralelos de duas a cinco galerias, espaçadas de 8 m a 15 m, de modo a facilitar a simultânea extração de carvão, a ventilação e o transporte de pessoal e materiais. Há três métodos:

- Furação, dinamitação e carregamento manual em carros de mina. É o processo adotado em pequenas minas;

- Através de um "conjunto mecânizado". Uma cortadeira abre um rasgo horizontal perto da base, com cerca de 2 m de profundidade. A frente é perfurada e dinamitada. Após a saída dos gases, carregadores de esteiras ("loaders") com braços mecânicos carregam os carvão em veículos elétricos ("shuttls cars"), que o levam às correias das galerias mestras, donde o carvão que vai ao acesso da mina. A segurança do teto é garantida por parafusos longos, de 2 m a 3 m, ancorados por "roof bolters". - Esse processo tem a desvantagem de depender de um conjunto heterogêneo de máquinas, às vezes causando elevado tempo ocioso;

- Através de mineradores contínuos. Esses são móveis, sobre lagartas e providos de uma cabeça giratória com pontas ("bits") que roem a galeria. O material cae e é recolhido por braços mecânicos que o carregam, seja em "shuttls cars", seja diretamente em um conjunto de correias portáteis e daí às correias das galerias mestras. Esse processo é mais simples, con

- fiável e de produção contínua, mais o consumo de "bits" é alto, devido a dureza relativamente grande de nossos carvões.

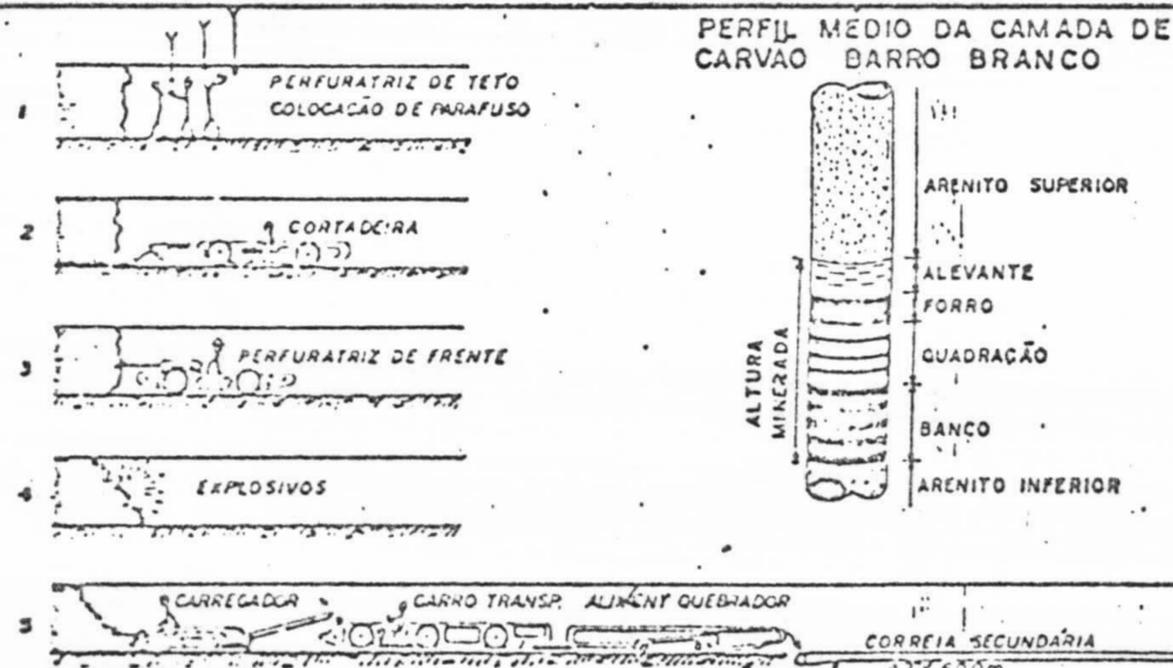
4.2.4 - Quanto as frentes de Lavra

Há dois processos básicos de mineração: de um lado as paredes longas ("longwalls") e de outro as paredes curtas e as camaras e pilares ("shortwalls" e "rooms and pillars").

No primeiro, são minerados grandes blocos, de dimensões médias de 200 m X 600 m. Após uma tiragem ao longo do perímetro, máquinas contínuas retiram fatias de carvão de 0,2 m a 0,6 m ao longo de um dos lados menores, enquanto um conjunto caríssimo de escudos hidráulicos ("shields") mantém a segurança do teto ao longo de toda a frente de lavra. O transporte do produto é contínuo à boca da mina, por correias. Esse método permite recuperar 70% a 85% da jazida em profundidades superiores a 150 m, quando a camada e as condições de teto forem uniformes. É o principal método usado em minas profundas, onde a pressão do teto é uniforme e controlável.

No segundo processo usam-se equipamentos semelhantes aos de traçagem. As frentes de lavra são pequenas, da ordem de 6 m a 30 m, conforme a segurança da cobertura. Isso, de um lado facilita a flexibilidade em jazidas irregulares; de outro, - a recuperação do carvão jácente é menor que no processo precedente e há problemas de segurança com coberturas acima de 300 m a 500 m, fig. 31 e 32.

CICLO DA LAVRA NA FRENTE DE TRABALHO



PERFIL MÉDIO DA CAMADA DE CARVÃO BARRO BRANCO



CARB. CRICIUMA S.A.
MINA S. ROQUE
FLUXOGRAMA

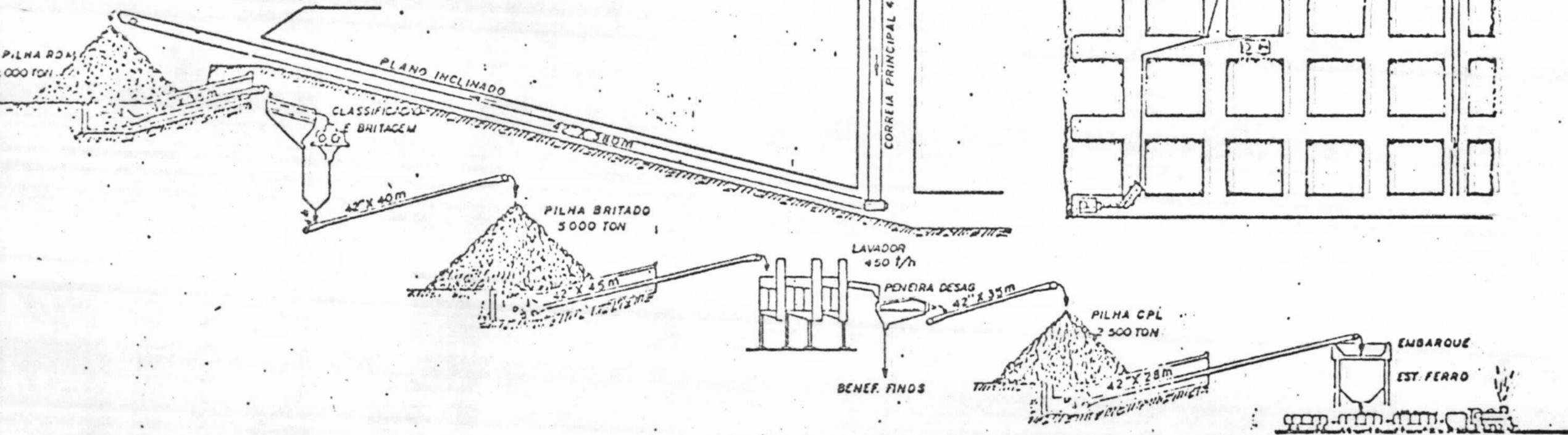
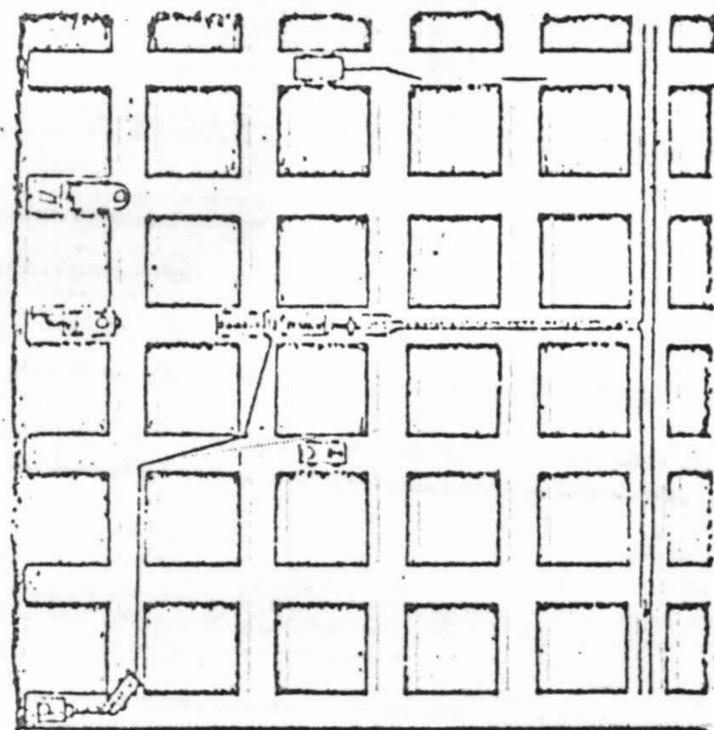
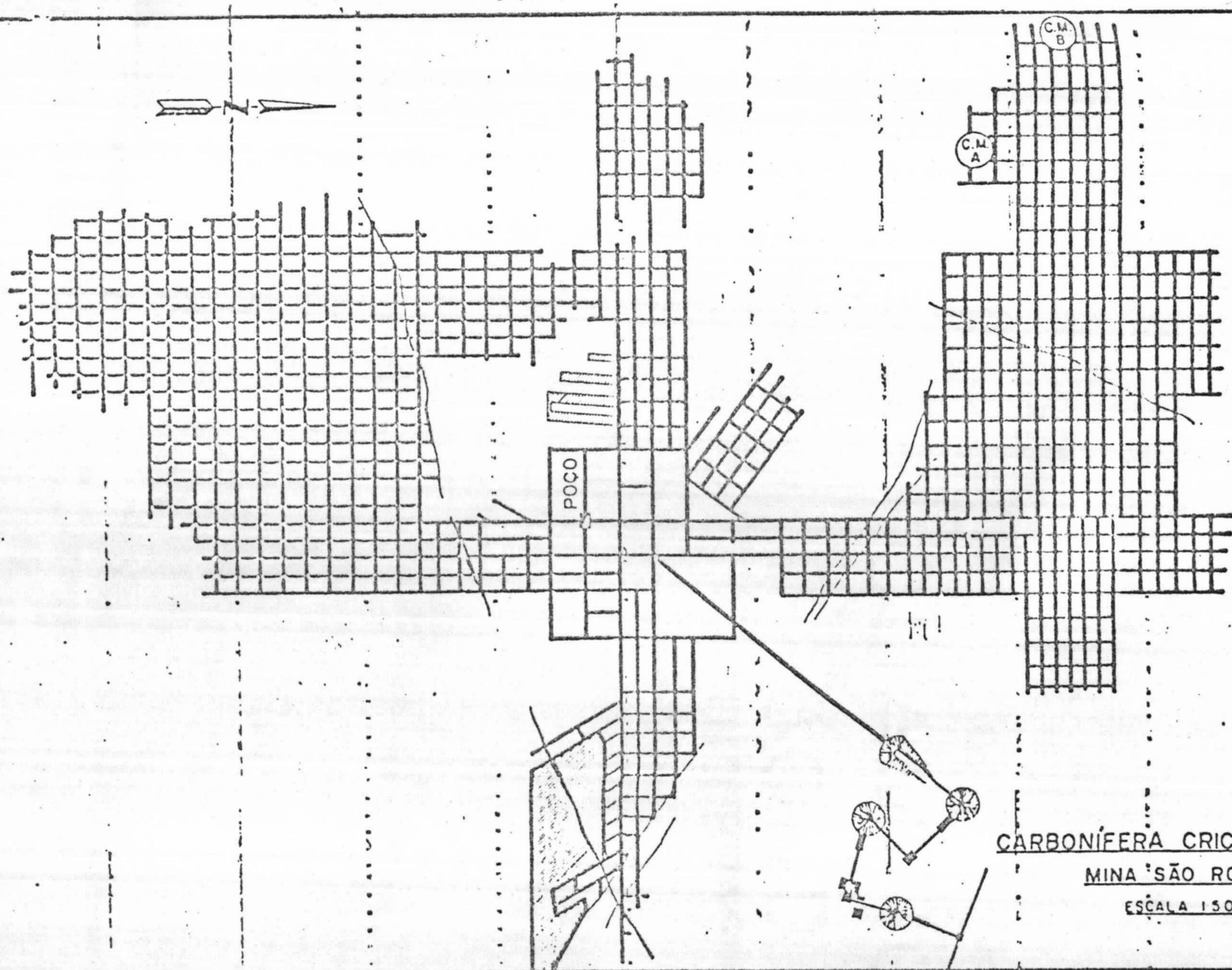


FIG 31



CARBONÍFERA CRICIÚMA S.A.
MINA SÃO ROQUE
ESCALA 1:5000

[RUI]

FIG 32

4.2.5. - Quanto ao Beneficiamento

A maioria dos carvões ROM no Brasil tem estereis que variam de 20% a 70%. No caso dos teores mais alto de estereis, o carvão bruto (ROM) deve sofrer o mínimo transporte possível. Por isso, na mina ou próximo a ela são instaladas usinas de beneficiamento que o desdobram em várias frações:

- Uma fração nobre, cujo valor econômico compensa o transporte a longa distância.
- Uma ou duas frações intermediárias, de menor valor.
- Refugo.

A separação é feita com base no princípio físico de que, quanto melhor o carvão, tanto mais leve ele é. Os principais equipamentos são:

- Lavadores de meio denso, em que o ROM é posto num tanque com água misturada a magnetita finamente moída. O carvão flutua e o rendimento é ótimo, mas o custo é alto devido às perdas de magnetita;
- Ciclones, em que o carvão bruto, imerso em água ou meio denso, sofre movimento rotativo em uma bateria de cones fixos. A força centrífuga separa gravimetricamente as frações.
- Jigs, tipo baum (em amplo uso no Brasil) ou Batac (recentes, desconhecidos aqui, mas muito "propagandeados"), uma massa de carvão bruto com água, sobre uma peneira, sofre impulsos de baixo para cima. As sucessivas elevações e quedas separam as frações - mais leves para cima e as mais pesadas para baixo;

- Flotadores, em que a alimentação finamente movida é misturada com água, reagentes e correntes de ar. Bolhas de ar, aderidas seletivamente às partículas de carvão fazem-no flutuar. Esse processo é adequado para as frações finas de carvão e era considerado pouco eficiente e caro; tem-se notícias de recentes e consideráveis aperfeiçoamentos.

O beneficiamento de um carvão depende de sua heterogeneidade, que varia de jazida a jazida, dentro da mesma jazida e de camada a camada. Alguns carvões, como os da camada Barro Branco em Santa Catarina, permitem recuperar 15% de carvão metalúrgico (com 18,5% de cinzas), 15% de "carvão vapor" (com 40% de cinzas) e 60% de refugo (com 70% a 80% de cinzas). Conforme o interesse econômico pode-se variar as recuperações das várias frações, compensando-se ganhos de qualidade com perdas de volume e vice-versa.

Outros carvões, como os da região de Candiota, são mais uniformes. Na construção da atual mina considerou-se preferível queimar todo o ROM em vez de instalar um lavador. Eventual futura mina poderá efetuar lavagem, tirando 10% a 20% de carvão melhor, com teor de cinzas não inferior a 25%, 60% a 80% de carvão com 50% a 60% de cinzas e 10% a 20% de refugo.