

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

RELATÓRIO FINAL

VOLUME II

TEXTO E TABELAS

Jazidas Menores ao Sul de
Leão e Charqueadas

Área da Jazida de Charqueadas

Área da Jazida de Morungava

Conclusões e Recomendações

Bibliografia

Apêndice (Metodologia para descrição
de Camadas de Carvão)


*José Alcides Fonseca Ferreira
Telmo Süffert
Amadeu Paiva Santos*



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

1978

I-96

 CPAM	SUREMI SEDATE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	725
N.º de Volumes:	16 v.: 2-5
CONFIDENCIAL	

PHL 13945

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

Chefia do Projeto:

*Luiz Fernando Fontes de Albuquerque
João Aécio Correa Fabricio*

Equipe Executora:

*Aramis José Pereira Gomes
Ari Teixeira
Bráulio Robério Caye
Dario Valiati
Elias Vogt
José Luiz Flores Machado
José Alcides Fonseca Ferreira
Saulo T. Pires
Telmo Süffert*

Coordenação:

*Cladis Antonio Presotto — DIVPES/PA
Luís Edmundo Giffoni — COREMI/PA*

Supervisão:

Departamento de Pesquisa Mineral — DEPEM



ÍNDICE

Í N D I C E D O S V O L U M E S

- VOL. I - 1. RESUMO
2. INTRODUÇÃO
(Anexos no Vol. III)
3. GEOLOGIA REGIONAL E ESTRATI-
GRAFIA
(Anexos no Vol. III)
4. ÁREA DE SÃO SEPÉ
(Anexos no Vol. IV)
5. ÁREA DA JAZIDA DO IRUFÉ
(Anexos no Vol. IV)
6. ÁREA DA JAZIDA DE LEÃO
(Anexos no Vol. V)
- VOL. II - 7. JAZIDAS MENORES AO SUL DE LE
ÃO E CHARQUEADAS
8. ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS
(Anexos nos Vols. VI e VII)
9. ÁREA DA JAZIDA DE MORUNGAVA
(Anexos nos Vols. VIII e IX)
10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
11. BIBLIOGRAFIA
12. APÊNDICE - Metodologia para
Descrição Mesoscópica, Ava-
liação e Interpretação de Ca-
madas de Carvão no Brasil
- VOL. III - ANEXOS (Capítulos 2 e 3)
- VOL. IV - ANEXOS (Capítulos 4 e 5)

- VOL. V - ANEXOS (Capítulo 6)
- VOL. VI - ANEXOS (Capítulo 8, Anexos 8a até 8g)
- VOL. VII - ANEXOS (Capítulo 8, Anexos 8h até 8p)
- VOL. VIII - ANEXOS (Capítulo 9, Anexos 9a até 9g)
- VOL. IX - ANEXOS (Capítulo 9, Anexos 9h até 9n)
- VOL. X - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-01-RS
até 5CA-04-RS ; 5CA-06-RS
até 5CA-14-RS
- VOL. XI - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-15-RS
até 5CA-21-RS ; 5CA-25-RS;
5CA-30-RS ; 5CA-34-RS até
5CA-36-RS
- VOL. XII - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-37-RS
até 5CA-41-RS ; 5CA-48-RS
até 5CA-55-RS
- VOL. XIII - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-56-RS
até 5CA-70-RS
- VOL. XIV - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-71-RS
até 5CA-81-RS
- VOL. XV - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-82-RS
até 5CA-92-RS
- VOL. XVI - APÊNDICES - Perfis dos furos 5CA-93-RS
até 5CA-105-RS

Í N D I C E D O V O L U M E I I

	Pág.
7. JAZIDAS MENORES AO SUL DE LEÃO E CHARQUEADAS	264
8. ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS	269
8.1 - Localização da Área Pesquisada	269
8.2 - Histórico - Fontes e Critérios de Dados	269
8.3 - Resumo Estratigráfico - Perfís Típicos	273
8.4 - Condicionamento Tectônico-Estrutural	277
8.4.1 - Intervalo Sedimentar Lapa I ₁ F / Embasamento	277
8.4.2 - Comportamento Estrutural da Ca- mada I ₁ F	280
8.4.3 - Tectônica	283
8.4.4 - Intrusões	284
8.5 - Camadas de Carvão	285
8.5.1 - Camada SB	286
8.5.2 - Camada MB	289
8.5.3 - Camada I ₁ F	291
8.5.4 - Camada I ₁ FA	293
8.5.5 - Camada I ₂ B	295
8.5.6 - Camada I ₃ F	297
8.5.7 - Outras Camadas de Carvão	299
8.6 - Reservas	299
8.6.1 - Espessuras Mínimas e Áreas Cuba- das	299
8.6.2 - Cálculo das Reservas	302
8.6.3 - Camada SB	302
8.6.4 - Camada MB	303
8.6.5 - Camada I ₁ F	310
8.6.6 - Camada I ₂ B	310
8.6.7 - Camada I ₃ F	314
8.6.8 - Reservas Totais	314
8.7 - Qualidade	321

8.7.1 - Informações Disponíveis	321
8.7.2 - Rank	327
8.7.3 - Grade	327
8.7.4 - Lavabilidade	332
8.7.5 - Intrusões de Diabásio	333

Tabelas:

8a - Dados de Sondagem	337
8b - Camadas de Carvão não Correlacionáveis	361
8c - Poderes Caloríficos - Sondagens da COPELMI - Setor Oeste	362
8d - Análises - Sondagens da COPELMI - Setor Centro-Leste	364
8e - Análises - Sondagens da CPRM	369
8f - Análises Densimétricas	371
8g - Camadas Prejudicadas por Intrusões	374
8h - Análises Elementares	378

Anexos (no Volume VI)

8a - Seção Estratigráfica	57 - 17
8b - Seção Estratigráfica	45 - 06
8c - Seção Estratigráfica	36 - 35
8d - Seção Estratigráfica	127 - 5CA-03-RS
8e - Seções Estratigráficas	149 - 145 e 189 - 5CA-02-RS
8f - Seção Estratigráfica	53 - 111
8g - Seção Estratigráfica	156 - 176

Anexos (no Volume VII)

8h - Mapa de Isópacas do Intervalo SB - I ₁ F	
8i - Mapa de Isópacas do Intervalo I ₁ F - I ₂ B	
8j - Mapa Estrutural da Lapa da Camada I ₁ F	
8k - Mapa de Isópacas da Camada de Carvão SB	

8l	- Mapa de Isópacas da Camada de Carvão MB	
8m	- Mapa de Isópacas da Camada de Carvão I ₁ F	
8n	- Mapa de Isópacas da Camada de Carvão I ₁ FA	
8o	- Mapa de Isópacas da Camada de Carvão I ₂ B	
8p	- Mapa de Isópacas da Camada de Carvão I ₃ F	
9.	ÁREA DA JAZIDA DE MORUNGAVA	381
9.1	- Localização da Área Pesquisada	381
9.2	- Apresentação das Fontes de Dados	381
9.3	- Características Gerais e Posição Estratigráfica das Camadas de Carvão; Correlações	383
9.3.1	- Pacotes Carbonosos	385
9.3.2	- Caracterização das Camadas	387
9.3.3	- Correlações	402
9.4	- Condicionamento Estrutural e Tectônico	411
9.5	- Áreas de Ocorrência Econômica (Blocos), Isópacas de Carvão, Rochas Encaixantes, Coberturas, Reservas	426
9.5.1	- Características Gerais	426
9.5.2	- Bloco Gravataí Oeste (Cachoeirinha)	441
9.5.3	- Bloco Gravataí Leste	442
9.5.4	- Bloco Sul (Barro Vermelho)	444
9.5.5	- Bloco Norte	446
9.6	- Qualidade do Carvão, <i>Rank</i> e <i>Grade</i>	449
9.6.1	- <i>Rank</i>	449
9.6.2	- <i>Grade</i>	463
9.6.3	- Comparação entre as Camadas	473
	Tabelas:	iii

9a - Camadas de Carvão	476
9b - Dados de Sondagem (DNPM, 1961)	478
9c - Dados de Análise do Laboratório do Lavador de Capivari	484
9d - Dados de Análise do Laboratório da CIENTEC	495
9e - Qualidade do Carvão	498
Anexos (no Volume VIII)	
9a - Mapa de Isópacas da Camada Morungava ①	
9b - Mapa de Isópacas da Camada Morungava ②	
9c - Mapa de Isópacas da Camada Morungava ④	
9d - Mapa de Isópacas da Camada Morungava ⑤	
9e - Mapa de Isópacas da Camada Morungava ⑥	
9f - Mapa Estrutural do Embasamento	
9g - Mapa da Lapa da Camada Morungava ⑥	
Anexos (no Volume IX)	
9h - Mapa do Intervalo entre as Camadas ② e ④	
9i - Mapa do Intervalo entre as Camadas ④ e ⑥	
9j - Mapa de Áreas Cubadas da Camada Morungava ①	
9k - Mapa de Áreas Cubadas da Camada Morungava ②	
9l - Mapa de Áreas Cubadas da Camada Morungava ④	
9m - Mapa de Áreas Cubadas da Camada Morungava ⑤	
9n - Mapa de Áreas Cubadas da Camada Morungava ⑥	

	Pág.
10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	502
10.1 - Conclusões	502
10.2 - Recomendações	507
11. BIBLIOGRAFIA	512
12. APÊNDICE: Metodologia para Descrição Mesoscópica, Avaliação e Interpretação de Camadas de Carvão no Brasil	520
12.1 - Introdução	520
12.2 - Definições Gerais	521
12.3 - Características dos Constituintes Mesoscópicos (litotipos) - Metodologia de Descrição das Camadas	527
12.4 - Aplicações em Casos Brasileiros	534
12.5 - Conclusões	539



7. JAZIDAS MENORES AO SUL DE LEÃO E CHARQUEADAS

7. JAZIDAS MENORES E OCORRÊNCIAS AO SUL DE LEÃO-CHARQUEADAS

Nesta região onde se tem os primeiros registros históricos de descoberta de camadas de carvão no R.G. do Sul, desde fins do século XVIII, uma série de pequenas e médias jazidas tem sido mineradas em ritmos variáveis ao longo do tempo. Além disso ocorrem afloramentos de carvão cujo significado econômico ainda não está bem estabelecido. Sobre elas nenhum tipo de estudo direto foi realizado neste projeto, e o texto é baseado em documentos de terceiros e informações verbais, no intuito de completar as informações sobre carvão em toda a faixa abrangida pelo projeto.

Um grande *outlier* da formação Itararé no embasamento cristalino ocorre numa faixa alongada E-W como pode ser visto no anexo 2b. Sobrepostos à formação Itararé se encontram em certos locais pacotes da formação Rio Bonito e encaixadas nesta, camadas de carvão. A COPELMI atualmente pesquisa alguns destes locais, visando preparar jazidas para lavra a céu aberto. Os pontos de interesse até o momento são situados nas localidades, ou próximas a elas, de Faxinal, Arroio dos Cachorros e Cerro do Roque. Segundo informações verbais dos técnicos daquela companhia, uma ou duas camadas com espessura suficiente para serem lavradas tem sido constatadas em furos de sonda e poços de pesquisa, com carvão de boa qualidade sob o ponto-de-vista de *grade*, baixos teores de cinza e conseqüente poder calorífico elevado, com características próximas das camadas da jazida do Leão-Butiã. Ainda segundo os referidos técnicos, reservas de 10 a 20 x 10⁶ t podem ser esperadas dos diversos jazimentos de pequeno porte já localizados e em pesquisa. Com estas perspectivas confirmadas estas jazidas poderão se constituir em uma importante fonte adicional de carvão-vapor de qualidade apreciável pelos padrões brasileiros, e com baixo custo de lavra (céu aberto), nas proximidades dos centros consumidores.

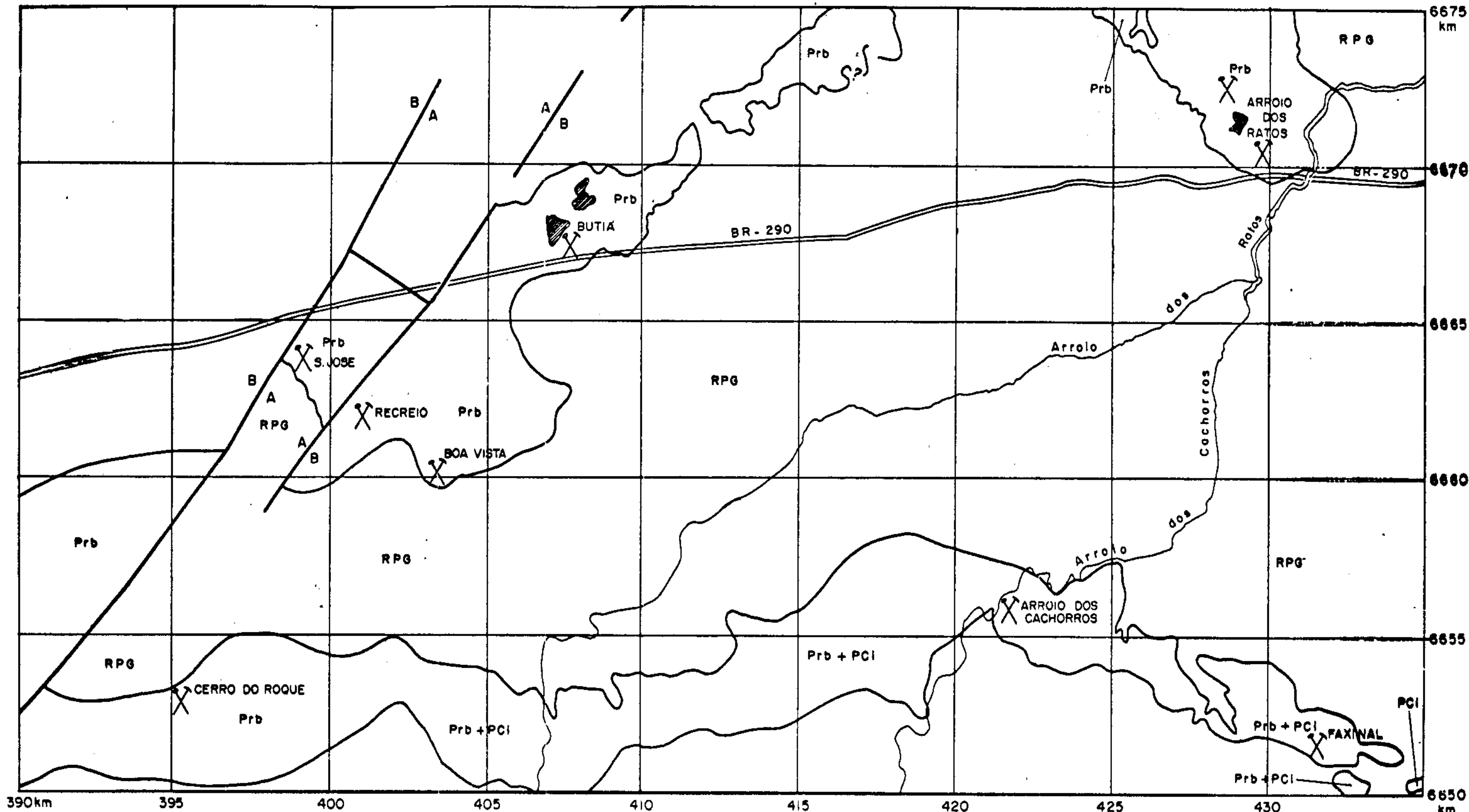
A jazida de Butiã é na realidade a continuidade a SE da jazida do Leão, separados geologicamente pela grande falha do Leão, situando-se Butiã no seu bloco alto. As camadas são correlacionáveis a S₁, S₂ e I do Leão, mas a lavra sempre se deu sobre a camada S₂, considerada com melhores características que a I. Várias minas de pequeno a médio porte, de baixa mecanização ou inteiramente manuais retiraram carvão, em várias épocas, desta jazida. Vários nomes locais foram adotados para essas minas, São José, São Vicente, Alencastro, Boa Vista, Recreio e Recreio Zona Nova, na maior parte de subsolo (a profundidade de até uma centena de metros) e algumas a céu aberto. O mais importante foi a chamada Mina do Butiã da COPELMI, de sub-solo, que lavrou grande parte da camada S₂, estando atualmente paralisada. Devem restar ainda algumas dezenas de milhões de t jacentes desta camada. A COPELMI reiniciou suas operações nesta jazida, mas agora a céu aberto, na área chamada Recreio zona nova, tendo produzido 280×10^3 t no ano de 1977. Paralelamente tem realizado estudos de reavaliação para a camada I, que deverá se tornar viável nos níveis atuais de preço e mercado, segundo informações verbais do Eng. Nelson Hoppe. A CRM por seu turno está estudando a área de Boa Vista, a SW do Recreio, para também implantar lavra a céu aberto.

A jazida de Arroio dos Ratos, no município do mesmo nome e a sul de Charqueadas foi considerada exaurida em 1956, tendo sido também uma das áreas pioneiras na mineração de carvão. Segundo informações de técnicos da COPELMI restam ainda cerca de 6×10^6 t de carvão em área sob a planície aluvial do arroio dos Ratos, de difícil lavra por problemas de infiltração de águas e inundação desde a superfície.

No município de Encruzilhada do Sul, em outro *outlier* da formação Itararé com algumas litologias relacionáveis a formação Rio Bonito superpostas, são citados aflora-

mentos de carvão, provavelmente sem interesse econômico pela própria limitação em área prospectável.

Na figura 7a pode ser vista a localização geral das jazidas e ocorrências.



CONVENÇÕES
 Prb - FORMAÇÃO RIO BONITO
 PCI - GRUPO ITARARÉ
 RPG - ROCHAS PRÉ-GONDUÂNICAS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS E
 OCORRÊNCIAS AO SUL DE LEÃO E CHARQUEADAS

Fig. 7a





8. ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

8. ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

8.1 Localização da Área Pesquisada

A jazida carbonífera de Charqueadas, conforme Mapa Geográfico, fig. 8a, está situada na porção final da bacia do rio Jacuí, desde as proximidades de sua confluência com o rio Taquari até o estuário do Guaíba. Abrange partes dos municípios de São Jerônimo, Triunfo, Montenegro, Canoas e Guaíba.

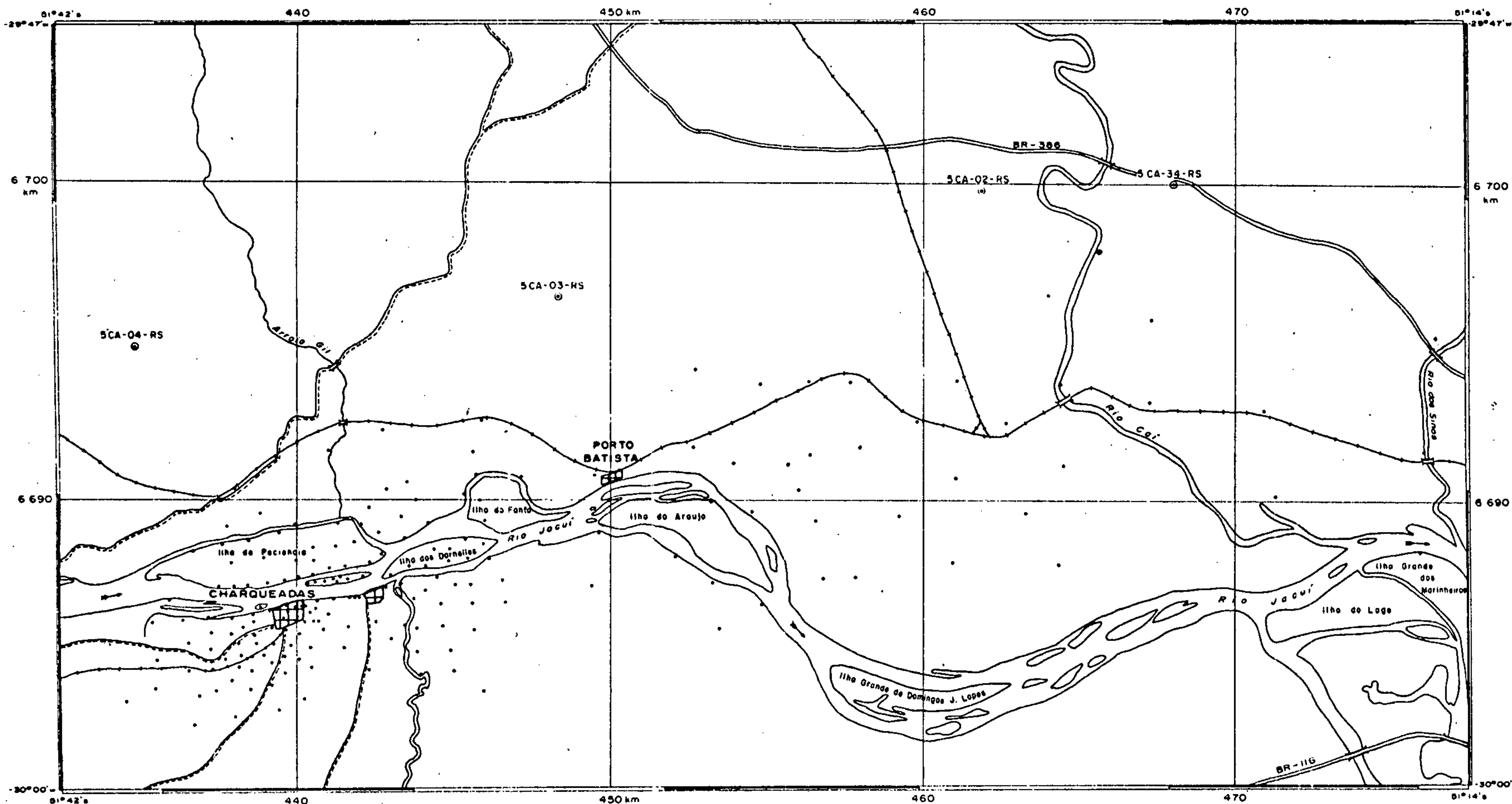
A jazida tem forma alongada no sentido E - W, com aproximadamente 40 km de comprimento; sua largura média é de cerca de 5 km na porção oeste, aumentando para cerca de 15 km na porção leste.

A W e SW a jazida está separada das de Arroio dos Ratos e de Butiã-Leão por elevação do embasamento, sobre a qual situam-se as cidades de Triunfo e de São Jerônimo. A S, o embasamento do Escudo Riograndense aflora sub-paralelamente à jazida, distante de 5 a 10 km. A E, outra elevação do embasamento, sobre a qual situam-se as cidades de Porto Alegre e Canoas, separam-na da jazida de Morungava. A nordeste a continuidade ainda está em aberto. A NW alguns furos negativos indicam também fechamento por elevação do escudo cristalino.

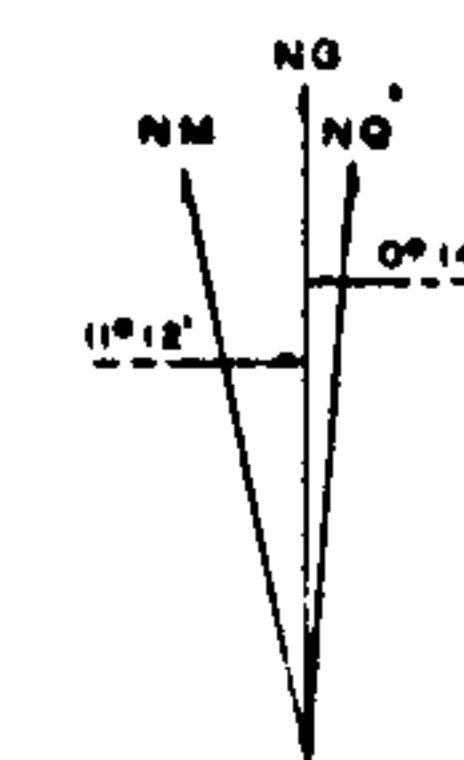
8.2 Histórico - Fontes e Critérios de Dados

A jazida de carvão da área de Charqueadas, se bem que nunca aflorante, é conhecida desde os trabalhos de WHITE, I.C., no início deste século. A oeste há um conjunto de concessões conhecido como "Grupamento Mineiro 1", da Companhia de Pesquisa e Lavras Minerais (COPELMI) - antigo Consórcio Administrador de Empresas de Mineração (CADEM),

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



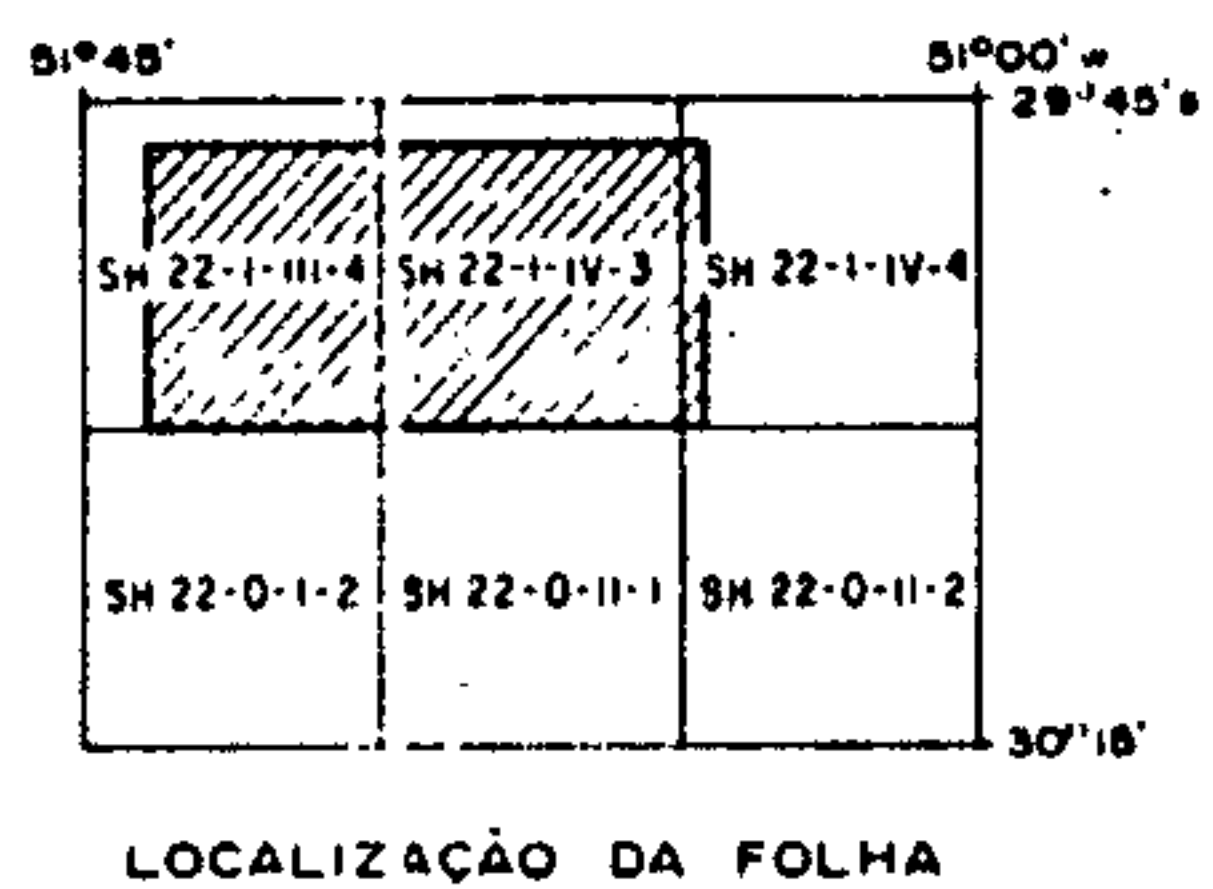
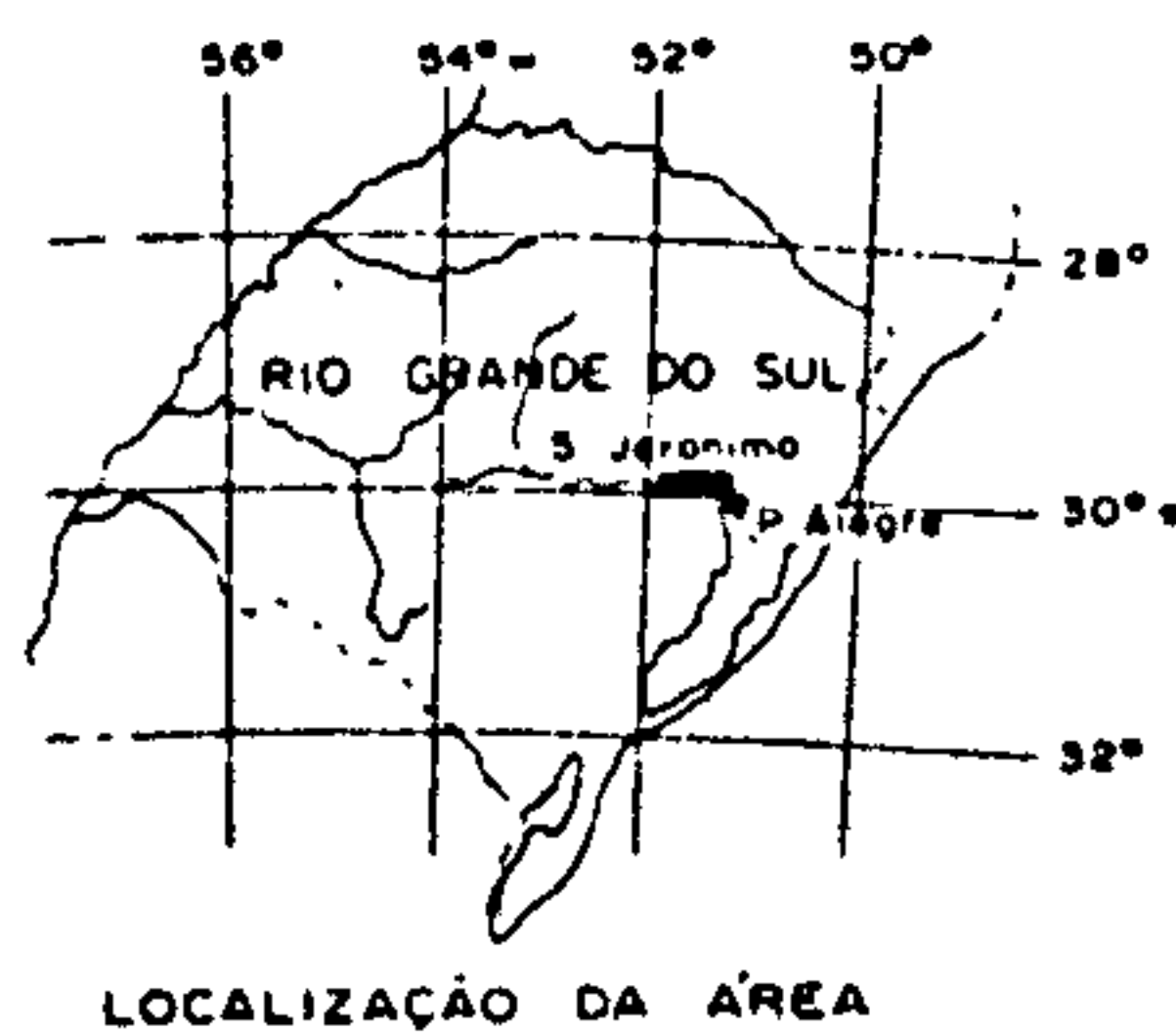
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 0,8 W

1 km 0 1 2 3 4 5 km
ESCALA

Fig. 80



- CONVENÇÕES
- VILA E POVOADO
 - ESTRADA DE RODAGEM PRINCIPAL
 - ESTRADA DE RODAGEM SECUNDÁRIA
 - ESTRADA DE FERRO
 - RIO
 - FURO DE SONDA DESTE PROJETO
 - FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais C P R M		
ÁREA DE CHARQUEADAS		
MAPA GEOGRÁFICO		
SUREG PORTO ALEGRE	Eng. TELMO SUPPERT CREA 11.785 - 6ª REG Des. RENILDO DA SILVA	D N P M 1º DISTRITO

atualmente em lavra através do poço Otávio Reis, na vila de Charqueadas. No centro-leste há um conjunto de alvarás de pesquisa, conhecido como "Grupamento Mineiro 2" da mesma empresa. Alguns trechos das bordas W, NE, E e SE da jazida ultrapassam os limites das concessões. Por isso no presente estudo as concessões e áreas periféricas foram reunidas como "Setor Oeste" e os alvarás e áreas periféricas foram reunidos como "Setor Centro-Leste".

A COPELMI executou 201 furos de sonda, com espaçamentos médios inferiores a 1 km a oeste e superior a 2 km a leste. Este Projeto executou 4 furos ao norte da região já pesquisada, verificando-se que a jazida se estende para nordeste além do limite anteriormente previsto. O resumo das pesquisas é o seguinte:

<u>ENTIDADE</u>	<u>Nº DE FUROS</u>	<u>METRAGEM</u>
COPELMI	201	55.647,07
CPRM	4	1.685,39
TOTAL	205	57.332,46

As principais fontes de dados utilizados foram as seguintes :

- Tabela de dados de sondagens, resumindo as principais informações das camadas MB, I₁F e I₂B em 201 furos executados pela COPELMI. Após reinterpretação e complementação para as camadas SB, I₁FA e I₃B, elas foram aqui apresentadas como tabela 8a.
- Perfis litológicos de sondagem de 189 dos 201 furos acima mencionados. As descrições são sumárias; por ex. : "carvão", "carvão fosco", "carvão brilhante", "folhelho carbonoso", "folhelho com vestígios de carvão", "folhelho cin-

za escuro", "folhelho cinza frágil", "folhelho cinza com vestígios de pedra areia", "conglomerado", etc. Não há menção de recuperações nas manobras nem de estruturas primárias. 90 dos perfis abrangem todo o furo, em escalas 1:50, 1:100 ou 1:200, geralmente com detalhamento em 1:20 do intervalo mais importante. Os demais 99 perfis abrangem apenas o conjunto das camadas de carvão mais espessas, em escala 1:50.

- Tabela de poderes caloríficos de 35 amostras de 6 furos de sondagem da COPELMI, todos na Unidade Mineira 1. Nessas análises as camadas foram frequentemente divididas em leitos de carvão. Os dados estão na tabela 8c.
- Tabela de análises imediatas e poderes caloríficos de 57 amostras de furos de sondagem da COPELMI, todos na Unidade Mineira 2. Os dados foram agrupados por camada e reproduzidos na tabela 8d.
- Três análises densimétricas em testemunhos de sondagens da COPELMI, executadas pela CIENTEC.
- Diversas análises densimétricas em amostras representativas da produção da mina de Charqueadas, em bitolas industriais.
- Perfis litológicos e geofísicos de 4 furos executados no atual Projeto: 5CA-02-RS, 5CA-03-RS, 5CA-04-RS e 5CA-32-RS, re

produzidos nos Apêndices deste trabalho.

- Análises da camada I₁F nos furos 5CA-02-RS e 5CA-34-RS, reproduzidas na tabela 8e.

8.3 Resumo Estratigráfico - Perfis Típicos

Na área de Charqueadas a formação Rio Bonito depositou-se numa paleo-depressão do embasamento cristalino, com direção aproximada E-W. As descrições litológicas sumárias dos perfis disponíveis não permitem precisar o contato Palermo/Rio Bonito e, portanto, a espessura dessa última formação. Porém, segundo estudos anteriores, é pacífico que as principais camadas de carvão situam-se pouco abaixo do topo da formação Rio Bonito, o que é confirmado pelos 3 furos positivos deste Projeto.

Das 29 sondagens da COPELMI que atingiram o embasamento, a maior espessura de sedimentos atravessada entre a lapa da camada mais jovem de carvão e o cristalino foi 106,40 m, furo 19; há vários valores próximos de 100 m. Alguns furos da borda sul mostram sedimentos delgados (no furo 127 a lapa da camada I₁F está a 8,84 m do embasamento). Pode-se, assim, estimar a espessura máxima da Formação Rio Bonito na parte central da bacia entre 110 e 120 m. A espessura diminui assimetricamente nas bordas; rapidamente para sul e menos acentuadamente para norte. A oeste é fechada por alto estrutural do embasamento, que aflora na área urbana de Triunfo. A leste há outra elevação do embasamento, correspondendo à porção norte do Alto de Porto Alegre.

A formação Rio Bonito apresenta em sua porção inferior, após um conglomerado basal, uma sequência de folhelhos, varvitos, arcósios imaturos (denominados lo

calmente "pedra-areia") e paraconglomerado de possível origem flúvio-glacial. É possível que essa sequência basal seja correlacionável com a Formação Itararé, mas a diversidade de fácies entre as várias bacias isoladas e a insuficiência de informações ainda não permitem interpretação geológica definitiva.

Na porção superior a formação Rio Bonito consiste numa 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, como se pode ver em alguns dos perfis estratigráficos, anexos 8a a 8g.

MONTEIRO (Y. de A.) definiu e denominou as camadas de carvão por interpretação das sondagens densas próximas a Charqueadas (e, em especial, o furo Nº 18, local exato onde foi aberto o poço Otávio Reis), conforme suas posições relativas e natureza dos carvões contidos. As camadas definidas foram, de cima para baixo:

- SB (Superior brilhante)
- MB (Média brilhante)
- I₁F (1.^a Inferior fosca)
- I₂B (2.^a Inferior brilhante)
- I₃F (3.^a Inferior fosca)

No atual estudo foram executadas numerosas seções estratigráficas, revisando-se a interpretação das camadas. As seções mais importantes foram reproduzidas nos anexos 8a até 8g, conforme Mapa de Localização, fig. 8b. Além da mudança de posição de algumas camadas em furos esparsos, houve duas alterações de maior vulto:

- Segundo a interpretação vigente, a camada "MB" seria espessa em pequena área

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

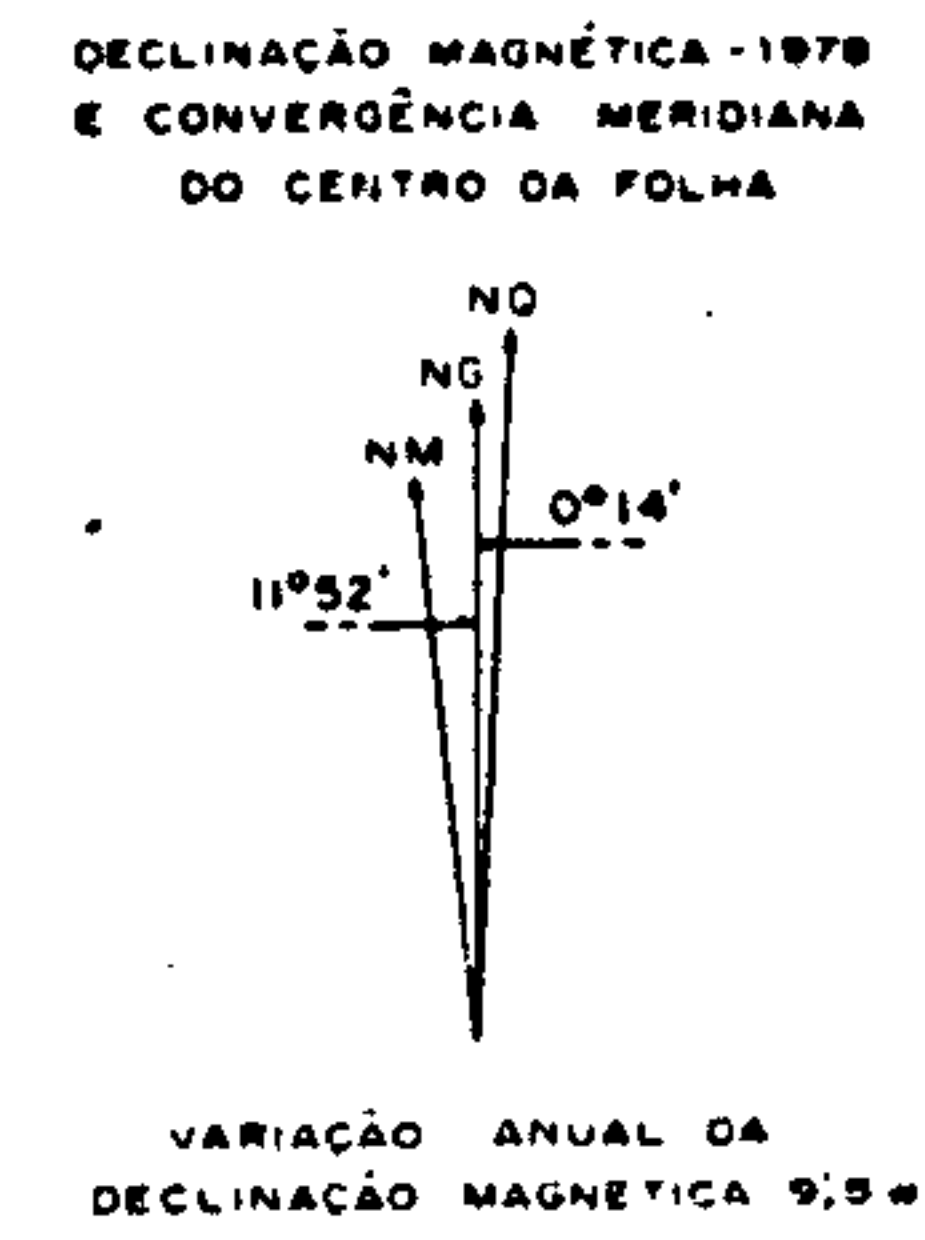
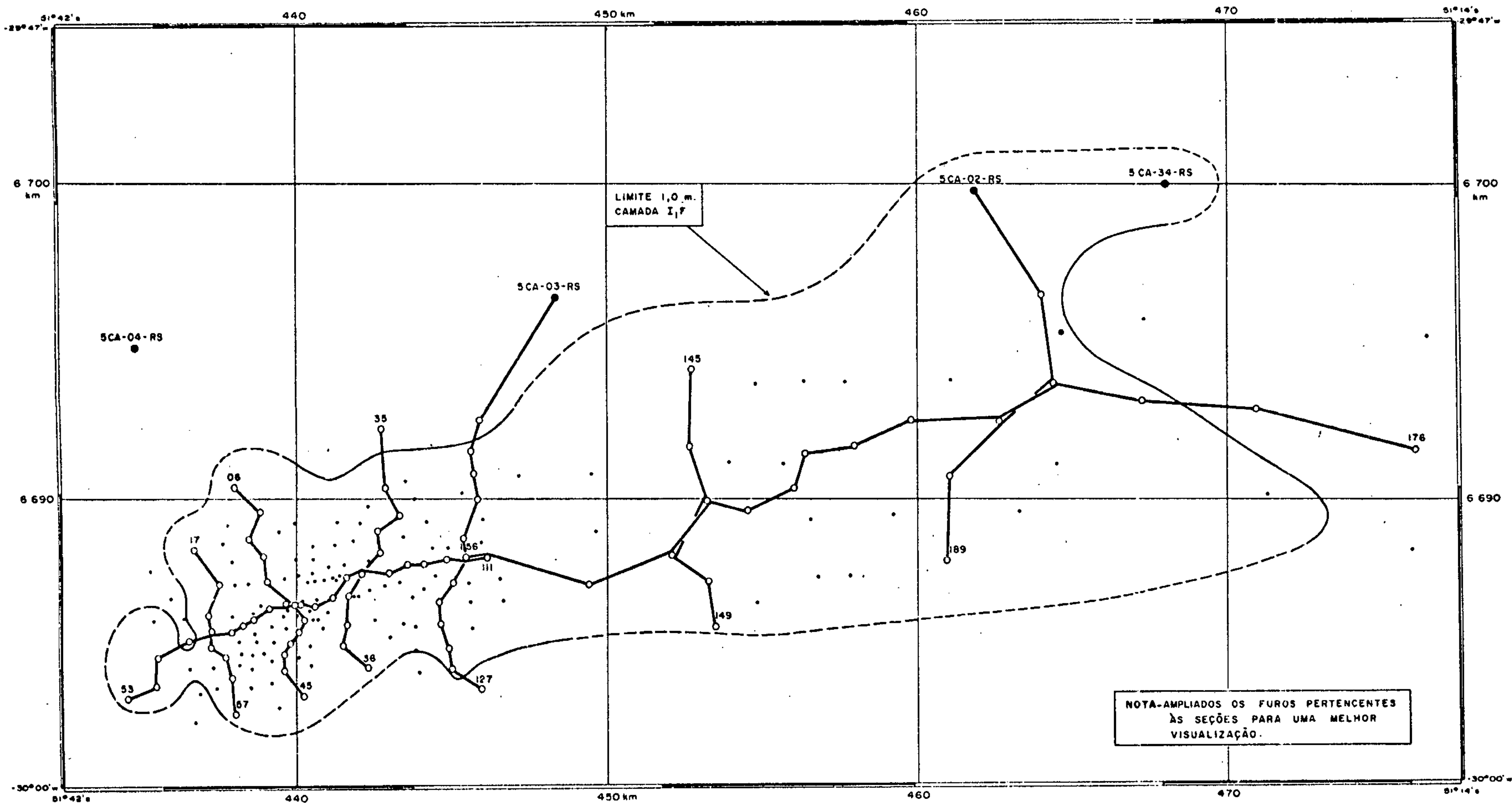
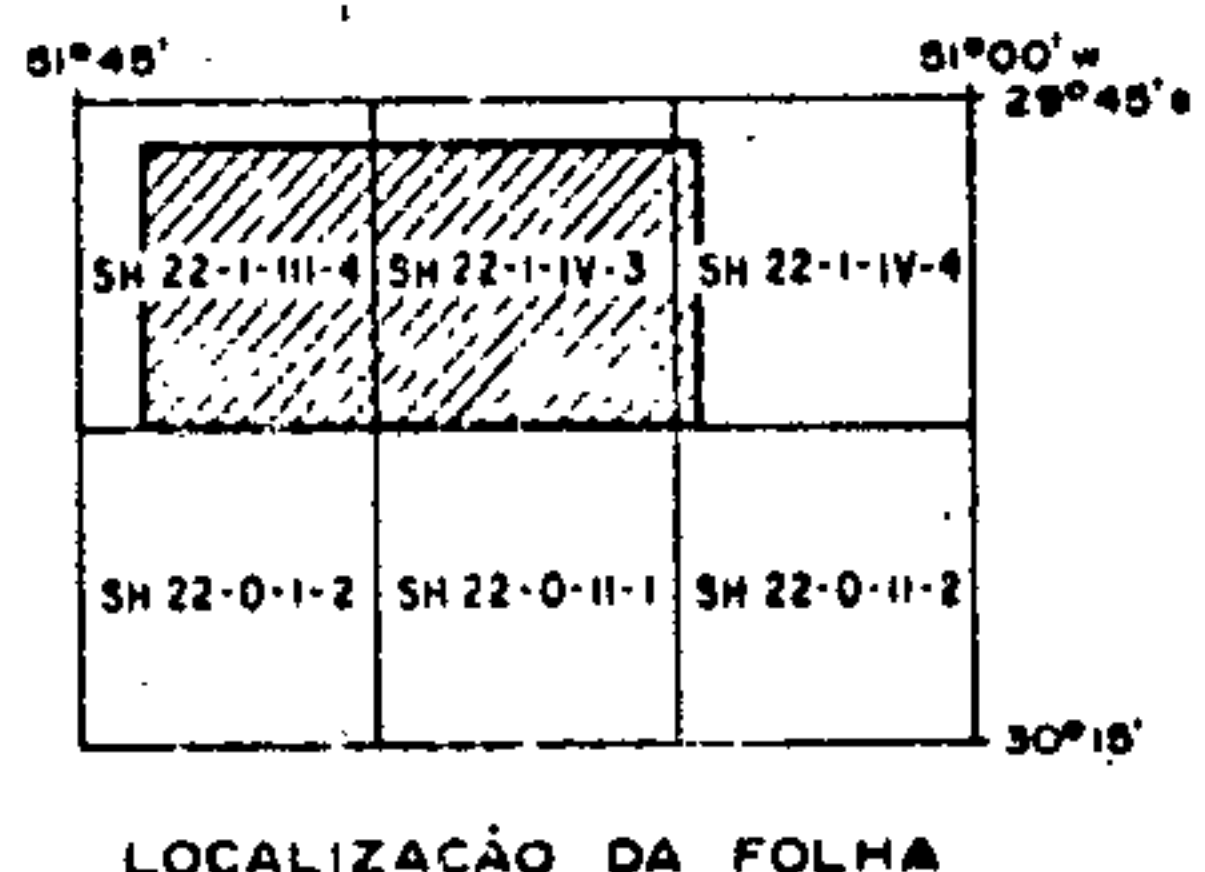
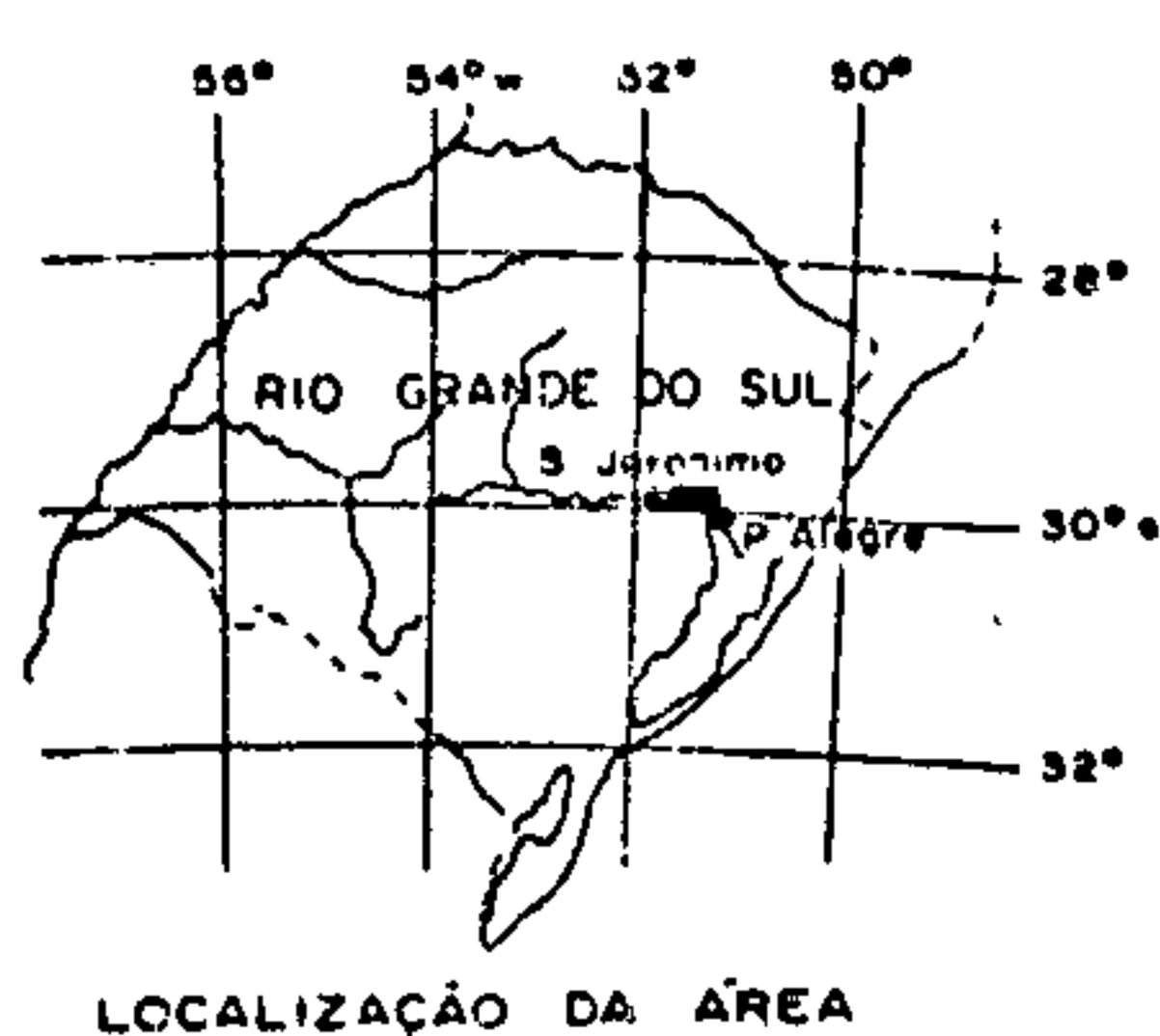


Fig. 8b



CONVENÇÕES

- 5CA-02-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- O FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 1.07 CURVA DE ISÓPACAS DA CAMADA I, F (DETERMINADA)
- 1.07 CURVA DE ISÓPACAS DA CAMADA I, F (INFERIDA)
- X SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

<p>Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais C P R M</p>		
<p>ÁREA DE CHARQUEADAS</p> <p>MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS</p>		
<p>SUREG PORTO ALEGRE</p>	<p>Eng. TELMO SUFFERT CREA 11.785 - 6ª REG Des. ADENILDO ELLIARD FLORES</p>	<p>D N P M 1º DISTRITO</p>

inferior a 1 km^2 próximo ao poço Otávio Reis, 1 a 2 m acima da I_1F ; afi-
nar-se-ia ou desapareceria no restante
do Setor Oeste; reapareceria com espes-
suras moderadas, em grande parte do Gru-
pamento Mineiro 2, separada da I_1F por
4 a 5 m de folhelhos. Ao mesmo tempo a
camada "SB" ocorreria com espessuras de
até 0,66 m de carvão perto do poço Otávio
Reis e, em espessuras mínimas em alguns
furos esparsos. Verificou-se, como o de-
monstram as seções estratigráficas ane-
xas, que a camada "MB" do Grupamento Mi-
neiro 2 corresponde, estratigraficamen-
te, no poço Otávio Reis, não à "MB", mas
à "SB". Por isso, mantendo a descrição
no local-tipo, interpretou-se a SB como
camada estratigraficamente contínua na
maior parte da bacia e a MB como restri-
ta e pequenas lentes isoladas, logo aci-
ma da capa I_1F .

- Pouco abaixo da camada I_1F ocorrem, na
porção oeste da bacia, 1 a 3 leitos de
carvão que, localmente, atingem espessu-
ras consideráveis. Esses leitos, deno-
minados em alguns perfis litológicos da
COPELMI como "1.^a e 2.^a veias abaixo da
 I_1F " podem ser correlacionadas como uma
camada contínua numa área superior a
 30 km^2 , sendo aqui denominada "Camada
 I_1FA ". Nos locais em que a camada I_1FA
é espessa, pela proximidade com a I_1F é
possível a lavra simultânea de ambas.

Portanto, há 6 camadas de carvão : SB ,
 I_1F e I_2B com grandes extensões e considerável importância

econômica; M_B , I_1FA e I_3F com ocorrências restritas, podendo ser mineradas em pequenas áreas, aproveitando as mesmas instalações fixas de lavra das camadas principais sobrepostas ou sotopostas.

No Mapa Geral das Camadas de Carvão, figura 8c, pode-se visualizar a distribuição espacial geral das 6 camadas. Foram nela demarcados os limites de 0,80 m das camadas "brilhantes" (SB , MB e I_2B) e de 1,00 m das camadas "foscas" (I_1F , I_1FA e I_3F).

O intervalo de interesse econômico, da camada SB à I_3F , é em geral inferior a 15 m. Foram calculadas as médias dos intervalos entre as camadas mais importantes (lapa SB / capa I_1F e lapa I_1F / capa I_2B) nos furos tabelados, obtendo-se, respectivamente, $5,76 \pm 2,41$ m e $3,15 \pm 1,34$ m. Esses resultados são aproximados, pois não foi ponderada a grande variação na densidade de malha dos furos. Nos anexos 8h e 8i tem-se mapas de isópacas desses intervalos.

8.4 Condicionamento Tectônico-Estrutural

8.4.1 Intervalo Sedimentar Lapa I_1F / Embasamento

Apenas 33 furos esparsos foram aprofundados até o embasamento; além disso, as descrições litológicas das rochas abaixo da camada I_3F , quando disponíveis, são muito sumárias, impedindo estudos de correlação. Esses fatos não permitem um estudo dos fatores que governaram a deposição dos sedimentos abaixo das principais camadas de carvão.

Lançou-se em mapas de trabalhos as cotas do embasamento nesses 33 furos, bem como as espessuras dos intervalos sedimentares I_1F / embasamento de 28 desses furos.

ros, nos quais foi identificado o nível dessa camada (em 4 furos foi descontada a espessura de intrusões intercaladas). Os resultados das interpretações são muito escassos, não sendo possível traçar curvas de nível do embasamento nem isópacas do intervalo gonduânico basal estudado. Por esse motivo tais mapas não foram aqui apresentados. Os dados podem ser obtidos da tabela 8a . As principais conclusões foram:

- As cotas do contato Gonduana /Cristalino mostram nítido aprofundamento de sul para norte, com variações locais irregulares. É importante notar que o valor mais profundo encontrado (-414,66m no furo 5CA-34-RS) não é o local mais baixo da bacia, pois há furos, como os de números 30, 109 e 143 que foram abandonados em cotas quase iguais a essa e ainda em rocha sedimentar. O furo 38 foi concluído na cota -442,53 m em rocha sedimentar, 105,56 m abaixo da lapa da camada I_1F .
- As espessuras do intervalo Lapa I_1F / embasamento apresentam em 20 furos da porção oeste, correspondendo aproximadamente à superfície do Grupo Mineiro 1, resultados médios de $61,5 \pm 20,3$ m. Aí, ao sul do rio Jacuí, 12 dos 16 resultados estão entre 53 e 72m, mostrando relativa uniformidade. Os furos 36 e 127, ao sul, apresentam pequenas espessuras por estarem no flanco da paleo-depressão. Ao norte do rio Jacuí, 3 dos 4 resultados estão entre 89 e 101 m; essa maior espessura pode ser atribuída seja à paleo-topografia do embasamento, seja a um basculamento lo

cal durante a deposição da Formação Rio Bonito.

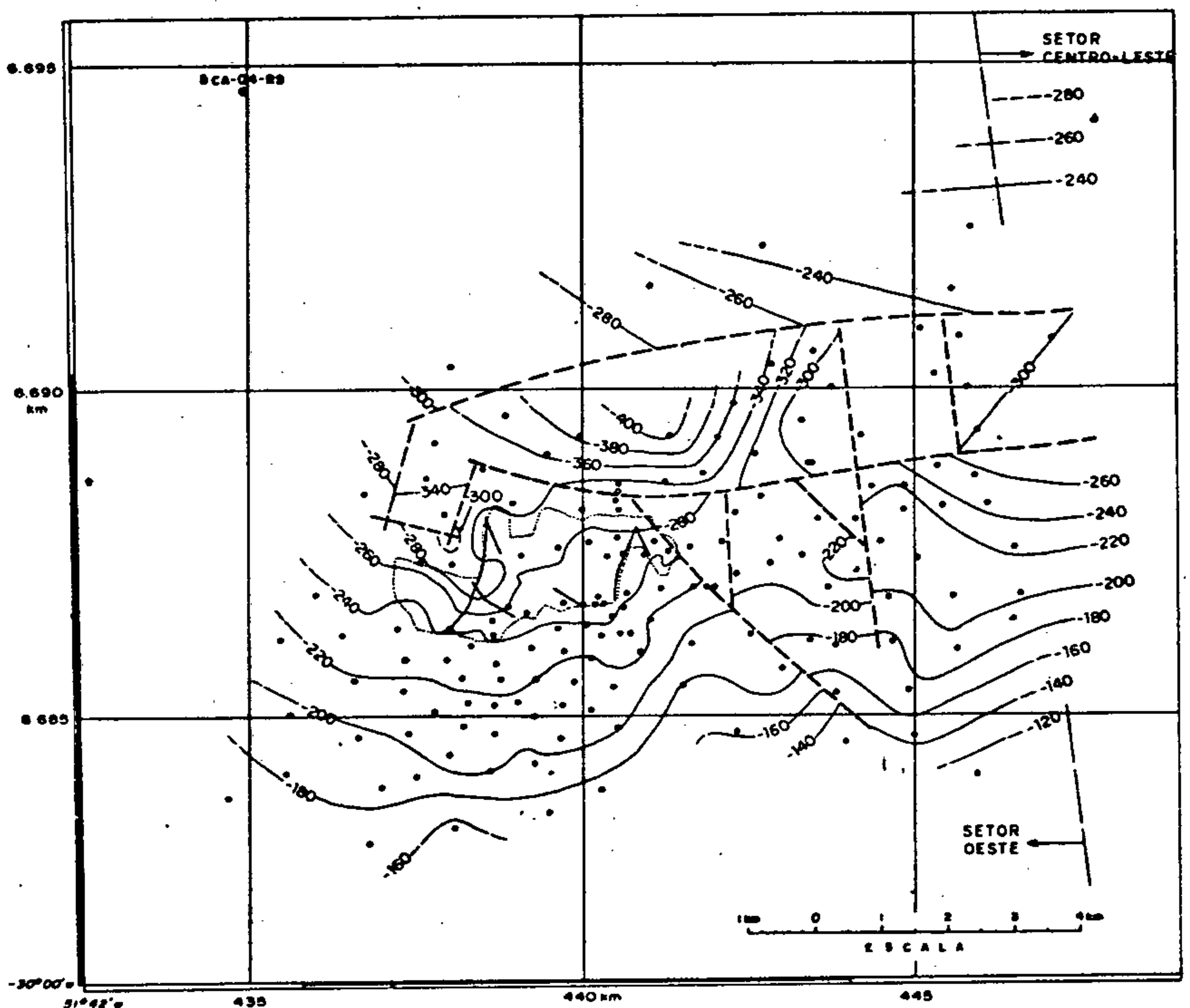
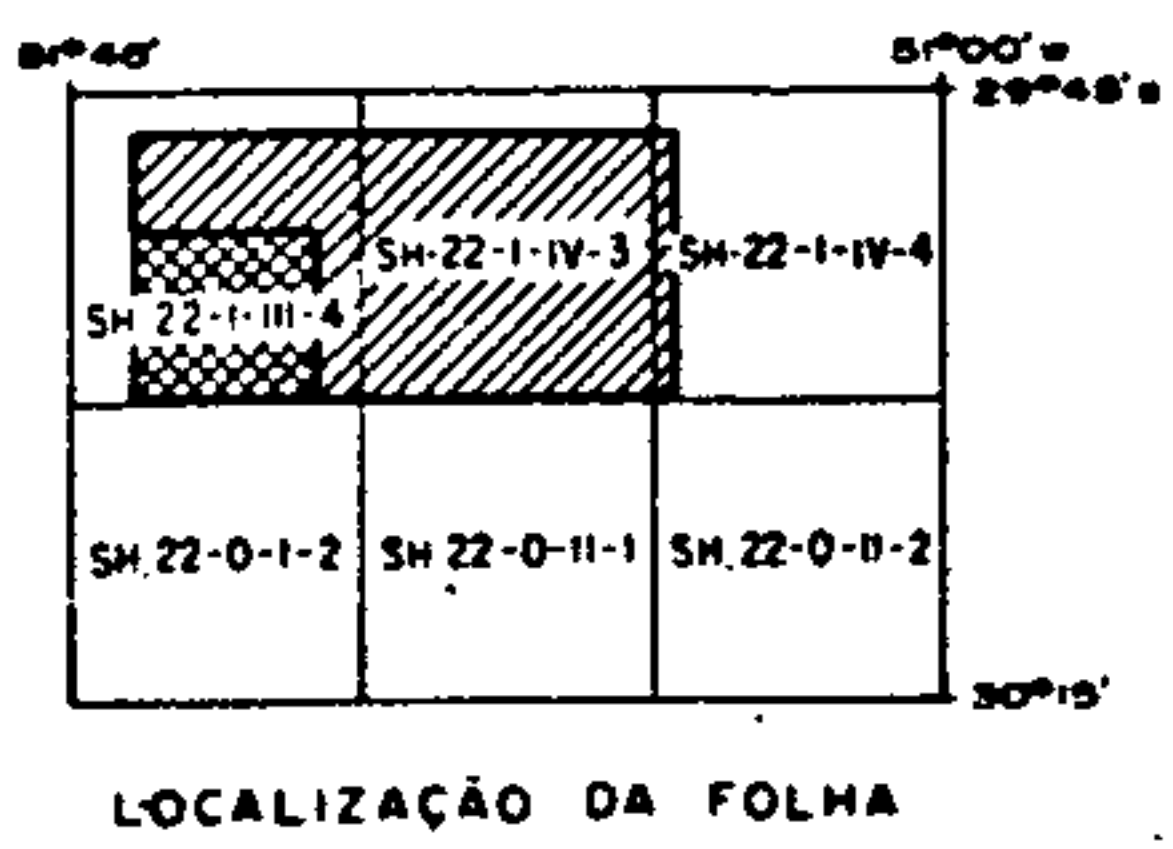
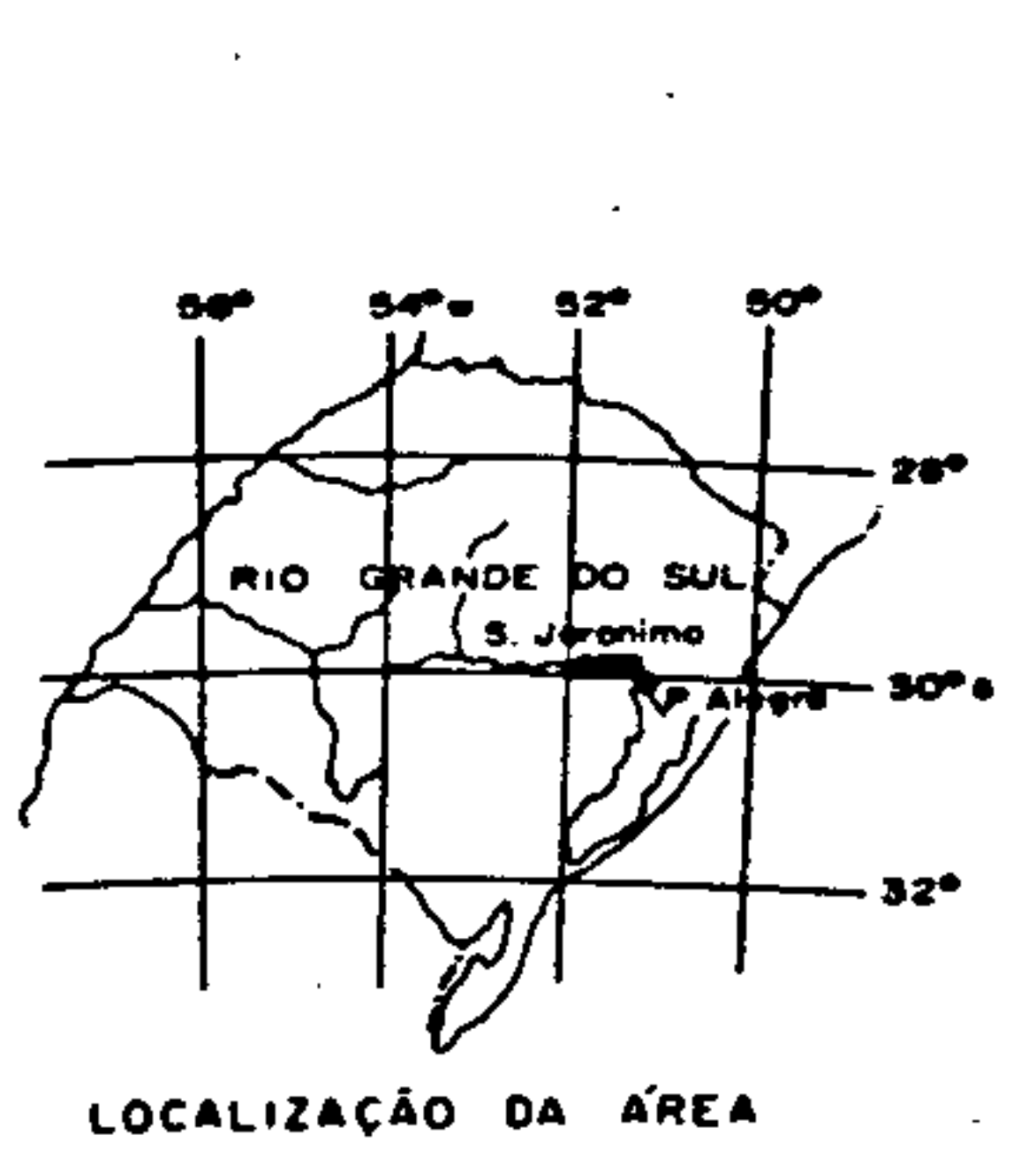
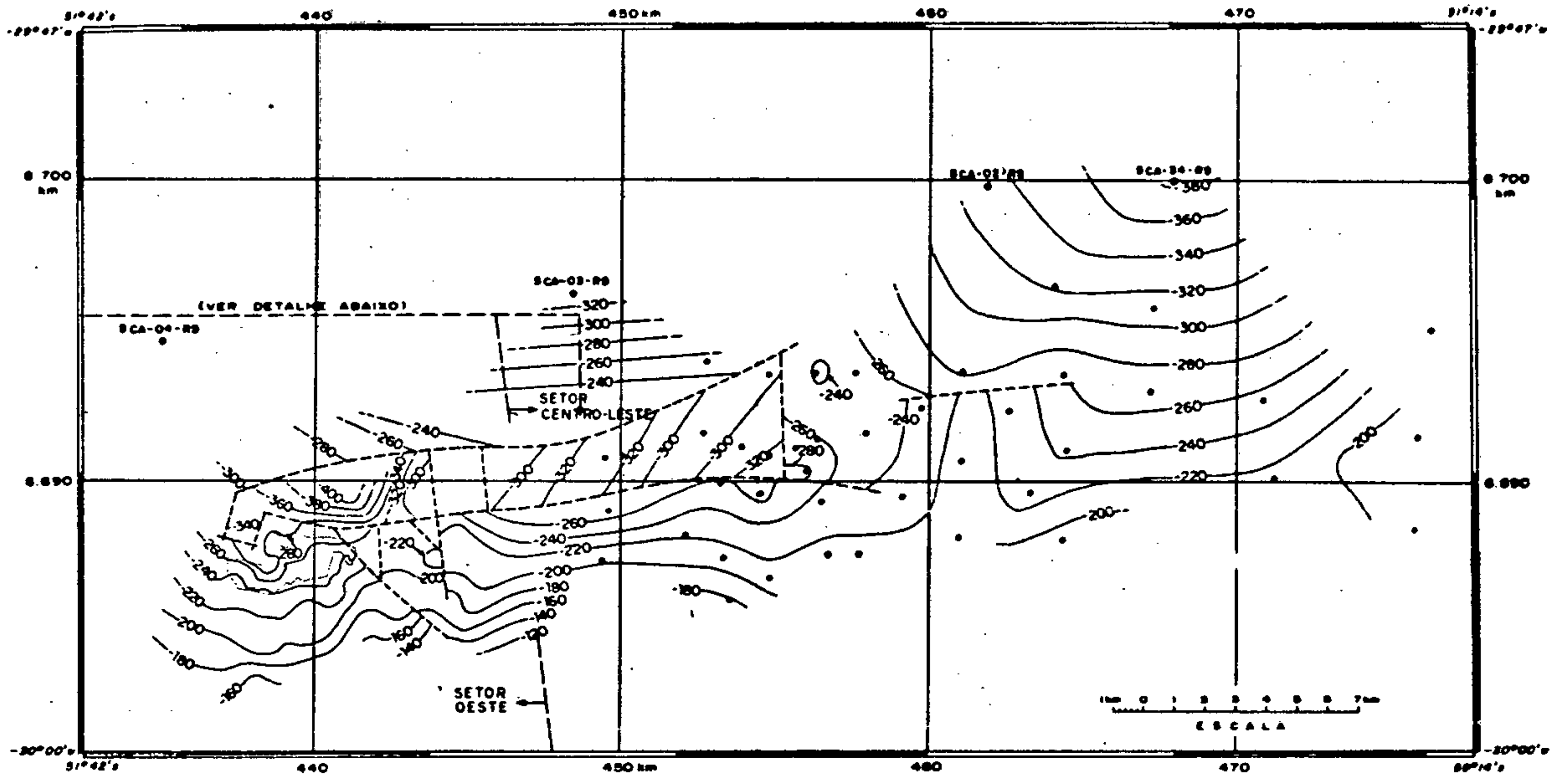
- As espessuras do mesmo intervalo apresentam, em 8 furos muito esparsos das porções central e leste resultados médios de $28,7 \pm 12,8$ m. O maior valor foi 49,52 m no furo 162. O menor valor foi ~ 6 m no furo 178, no extremo SE, evidenciando o fechamento pelo alto estrutural de Porto Alegre.

8.4.2 Comportamento Estrutural da Camada I_1F

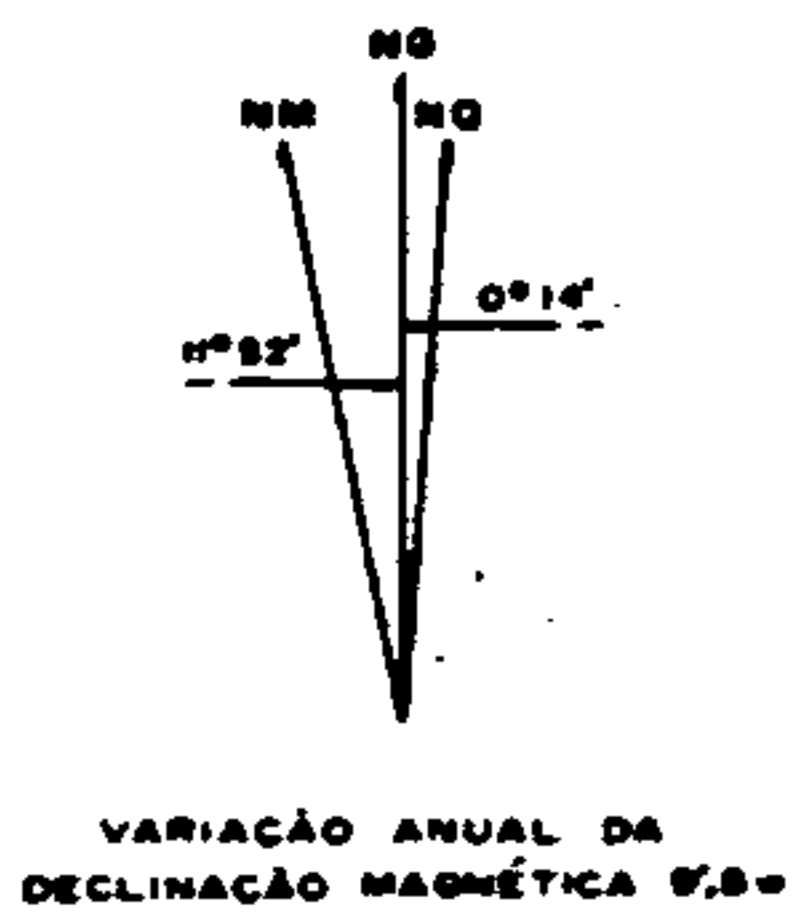
Os dados de geologia de superfície são escassos na área em estudo. A faixa central está coberta por sedimentos quaternários, numa largura variável entre 8 e 20 km; ao norte aparecem lamitos e arenitos vermelhos da Formação Rio do Rasto; ao sul afloram os granitos pré-cambrianos, com ocorrências locais de siltitos e folhelhos das formações Palermo e Rio Bonito. Em áreas restritas há afloramentos de intrusivas básicas cretáceas. O manto de intemperismo é em geral espesso, devido a fatores de relevo e clima. Não se conhecem afloramentos de carvão.

Desenhou-se, então, o Mapa Estrutural da Lapa da Camada I_1F , basicamente, a partir das cotas fornecidas pelos furos de sondagem, apesar do grande espaçamento das informações nas porções E, NE e SE da área. Esse mapa é apresentado na fig. 8d e no anexo 8f. Na área minerada traçaram-se as curvas de nível a partir dos mapas de mineração. No mapa do anexo 8f, pela maior escala, foi também possível localizar as principais falhas atravessadas pela mineração, todas de pequeno rejeito.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS ● FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 200 — CURVAS DE NÍVEL DA LAPA DA CAMADA 1, F
- — — FALHA (DETERMINADA)
- — — FALHA (INFERIDA)
- ◻ ÁREA MINERADA

Fig. 8d

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL
DA LAPA DA CAMADA 1, F

BUREG	Eng. TELMO SUFFERT CREA 11.788 - 6ª REG.	D. N. P. M.
PORTO ALEGRE	DR. REBILDO DA SILVA	1º DISTRITO
500 06 1647 / COREMI		

O Mapa Estrutural evidencia dois fenômenos da maior importância:

- O nível estratigráfico da camada I_1F , de modo semelhante ao de todo o pacote gonduânico na região central do Rio Grande do Sul, estrutura-se como suave homoclinal de direção geral norte e mergulho da ordem de 1° .
- Há, na porção centro-noroeste da área, uma depressão estrutural de sentido aproximado E - W, com cerca de 18 km de comprimento por 3 de largura média. A interpretação mais provável é que essa depressão seja causada por falhas, possivelmente em degraus, com rejeitos variáveis entre 50 e 150 m. Não é impossível, entretanto, que seja formado por sinclinal de flancos fortemente inclinados. Um fato marcante que pode ser observado comparando as figuras 8a e 8d é que a linha central desse baixo é, em toda sua extensão, paralela ao curso atual do rio Jacuí, entre as localidades de Charqueadas e Estação Barreto, com distância de 2 km. É provãvel uma superposição entre o curso do rio e a existência dessa fossa, de modo semelhante ao verificado na porção nordeste da área de Iruí.

Em consequência do relevo suave da área, onde as altitudes são usualmente inferiores a 10 m e raramente ultrapassam 30 m, o mapa estrutural da camada I_1F pode ser utilizado, na prática, como mapa de espessura da co

bertura. Aos valores extremos de cotas da lapa encontrados (-106,85 m no furo 127 e -407,93 m no furo 109) correspondem também os extremos de cobertura -112,88 m e 408,99 m, respectivamente. A faixa central da bacia está a profundidade média da ordem de 250 m.

O intervalo sedimentar que contém as camadas de carvão na área de Charqueadas tem espessura média inferior a 15 m; variações nessa espessura são insignificantes em relação às variações de cotas do mapa estrutural. Por isso o condicionamento estrutural-tectônico da camada I_1F é praticamente idêntico ao das demais camadas, sendo desnecessário o estudo individual das mesmas.

8.4.3 Tectônica

Foram examinados mapas de mina de Charqueadas, em escala 1:2.000 e 1:5.000. Verificou-se que as falhas mais importantes que afetam a mineração tem duas direções principais: $N10^{\circ}E$ a $N20^{\circ}E$ e $N30^{\circ}W$ a $N40^{\circ}W$. No extremo leste da área minerada a falha de direção $N40^{\circ}W$ que passa junto ao furo 108 e a falha de direção $N20^{\circ}E$ que passa junto ao furo 106 estão associados a diques de diabásio e apresentam rejeitos prejudiciais à mineração, embora inferiores a 10m. A primeira delas, considerando as cotas dos furos de sondagem e a presença de intrusões, deve prolongar-se para sudeste cerca de 4 km. Ocorrem também falhas de sentido aproximado E - W, mas de pouca importância.

Como já foi exposto acima, ao norte da área minerada ocorre extensa fossa de sentido aproximado E - W, e que, provavelmente, está limitada por falhas do mesmo sentido, talvez apresentando degraus.

Outras falhas foram localizadas nos mapas estruturais, todas baseadas na interpretação de desníveis a-

normais entre furos próximos. Devido à incerteza quanto às respectivas direções e posições exatas, todas foram consideradas inferidas.

8.4.4 Intrusões

Em 111 furos, correspondendo a mais de 50% do total, foram atravessadas de 1 até 3 intrusões de diabásio, com espessuras em geral reduzidas. Houve 30 ocorrências superiores a 20 m, sendo o valor máximo 80 m. Em 28 sondagens a perfuração foi encerrada na intrusão, desconhecendo-se, portanto, sua espessura real. Estão tabeladas na tabela 8a.

Tentou-se definir algumas intrusões mapeando, seja as cotas das bases das mesmas, seja suas posições relativas às camadas de carvão. Como regra geral, observou-se grande irregularidade horizontal e vertical na distribuição das ocorrências. Entretanto, há algumas correlações de interesse:

- Não foi atravessada nenhuma intrusão próxima às camadas de carvão nos 63 furos localizados a oeste da coordenada 440 km E.
- As intrusões atravessadas nos furos 11, 103, 131 e 137 parecem estar relacionadas à falha de direção N40°W que passa junto ao furo 108 e que, na área minerada, está associada a dique de diabásio.
- Parece haver, imediatamente a leste da área minerada, uma faixa WSW-ENE com

3 km de comprimento em que possante intrusão está 30 a 50 m abaixo da camada I_1F . Os furos 98 , 101 , 104 , 107, 114 118 , 122 e 167 atingiram a mesma , todos sendo encerrados antes de atravessá-la. Outros furos próximos foram interrompidos antes de atingir o nível dessa soleira.

- No extremo sudeste do Grupamento Mineiro 1 os furos 115 , 117 , 120 , 123 e 124 atravessaram 14 a 21 m de diabásio poucos metros acima da camada de carvão correlacionada neste trabalho com a I_1F (nos dados de pesquisa da COPELMI nesse furos essa camada é descrita como I_2B). É provável que se trate de um corpo único, com dimensões mínimas de 3 km x 1 km, alongado na direção NE.
- Na porção centro-nordeste da área há uma linha E - W de 7 furos, do 179 ao 145, numa extensão de 15 km. Seis dos mesmos apresentam intrusões próximas às camadas de carvão. Isso pode indicar um fenômeno tectônico de mesma direção que, para ser melhor definido, exigirá malha mais densa de pesquisas.
- Há numerosas ocorrências de diabásio 100 a 120 m acima da camada I_1F . É provável que as mesmas se intercalem na Formação Irati.

8.5 Camadas de Carvão

As principais características das diversas camadas de carvão serão descritas abaixo.

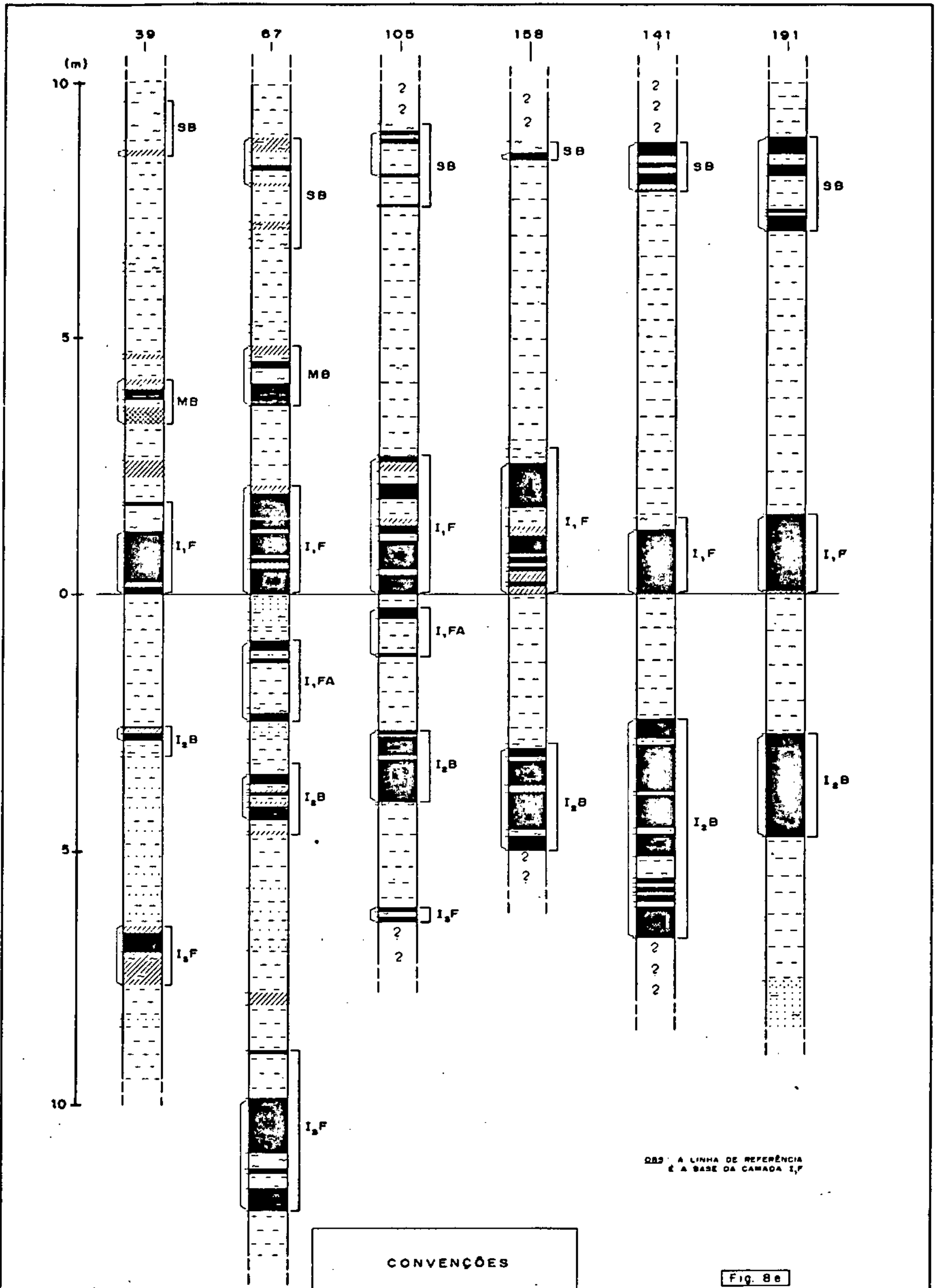
O uso principal do carvão dessa área é a geração de energia termelétrica por usinas à boca da mina. Por isso o produto atualmente vendido difere do *run-of-mine* por uma simples escolha manual e tem como características médias poder calorífico superior base seca de 3.100 cal/g e teor em cinzas de 53%. Desses fatos resulta que o limite entre a fração útil e o estéril franco tem teor de cinzas da ordem de 70%. Em consequência, nos perfis litológicos e tabelas da COPELMI mesmo o folhelho carbonoso foi incluído nas espessuras úteis das camadas, pois seu conteúdo em componentes combustíveis é suficiente. Esse critério foi mantido no presente trabalho.

Na figura 8e tem-se alguns perfis típicos da área de Charqueadas, incluindo as várias camadas de carvão.

8.5.1 Camada SB

Essa camada foi identificada em 147 dos 205 furos executados. Os trechos de maior espessura tem formas irregulares, formando 9 concentrações esparsas isoladas, das quais 5 estão no Grupamento Mineiro 1 e 4 (entre as quais a mais importante) no Grupamento Mineiro 2. O mapa de isópacas, figura 8f e anexo 8k, mostra esses trechos; os dados numéricos estão na tabela 8a. Nota-se por esse mapa que todas as concentrações do Grupamento Mineiro 2 têm limites parcialmente em aberto, devendo aumentar se forem executadas sondagens periféricas.

O conjunto de concentrações tem direção alongada WSW - ENE, com 32 km de comprimento e 10 de largura máxima.



DES: A LINHA DE REFERÊNCIA É A BASE DA CAMADA I,F

CONVENÇÕES

CARVÃO		FOLHELMO	
CARVÃO SUJO		ARENITO	
VESTÍGIOS DE CARVÃO		CORRELAÇÃO ECONÔMICA	
FOLHELMO CARBONOSO		CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA	

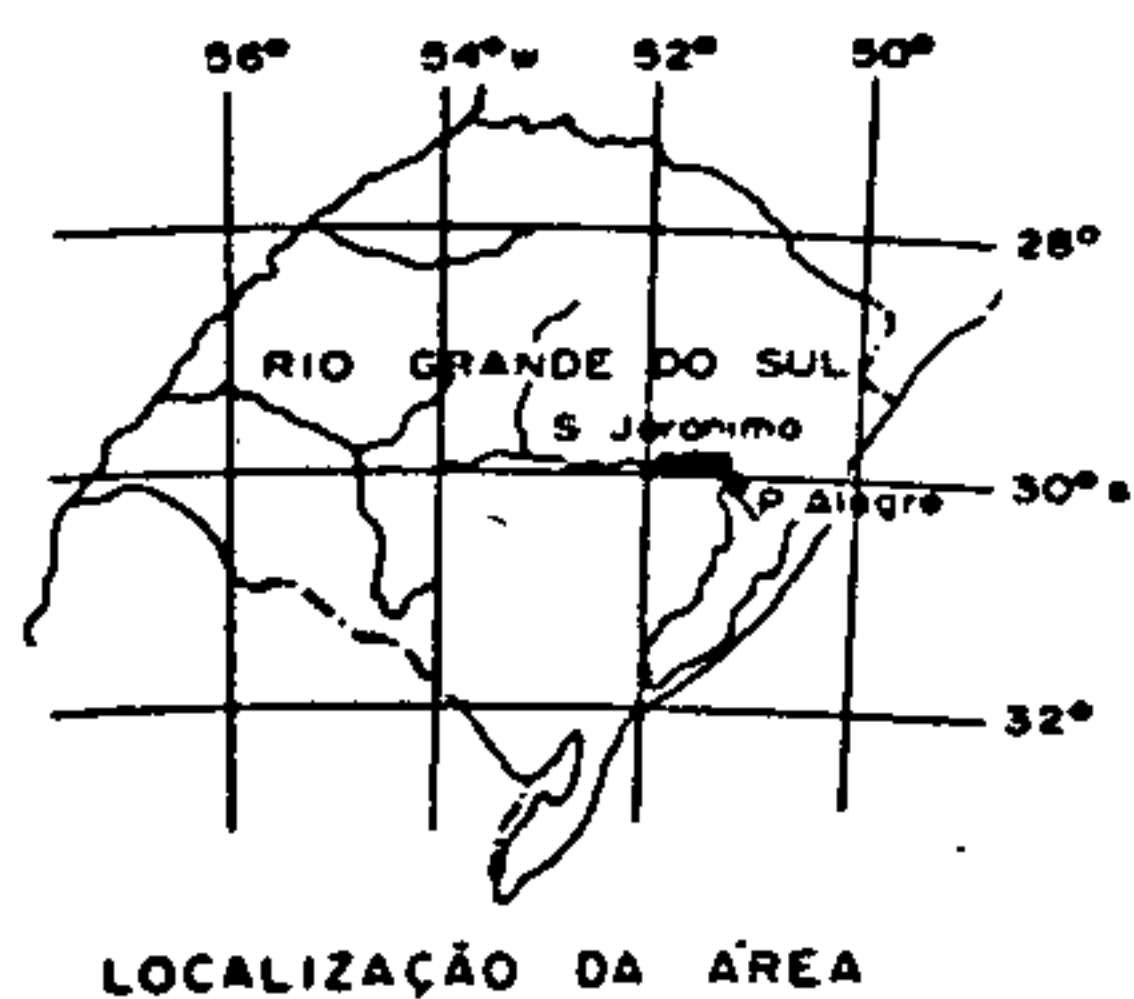
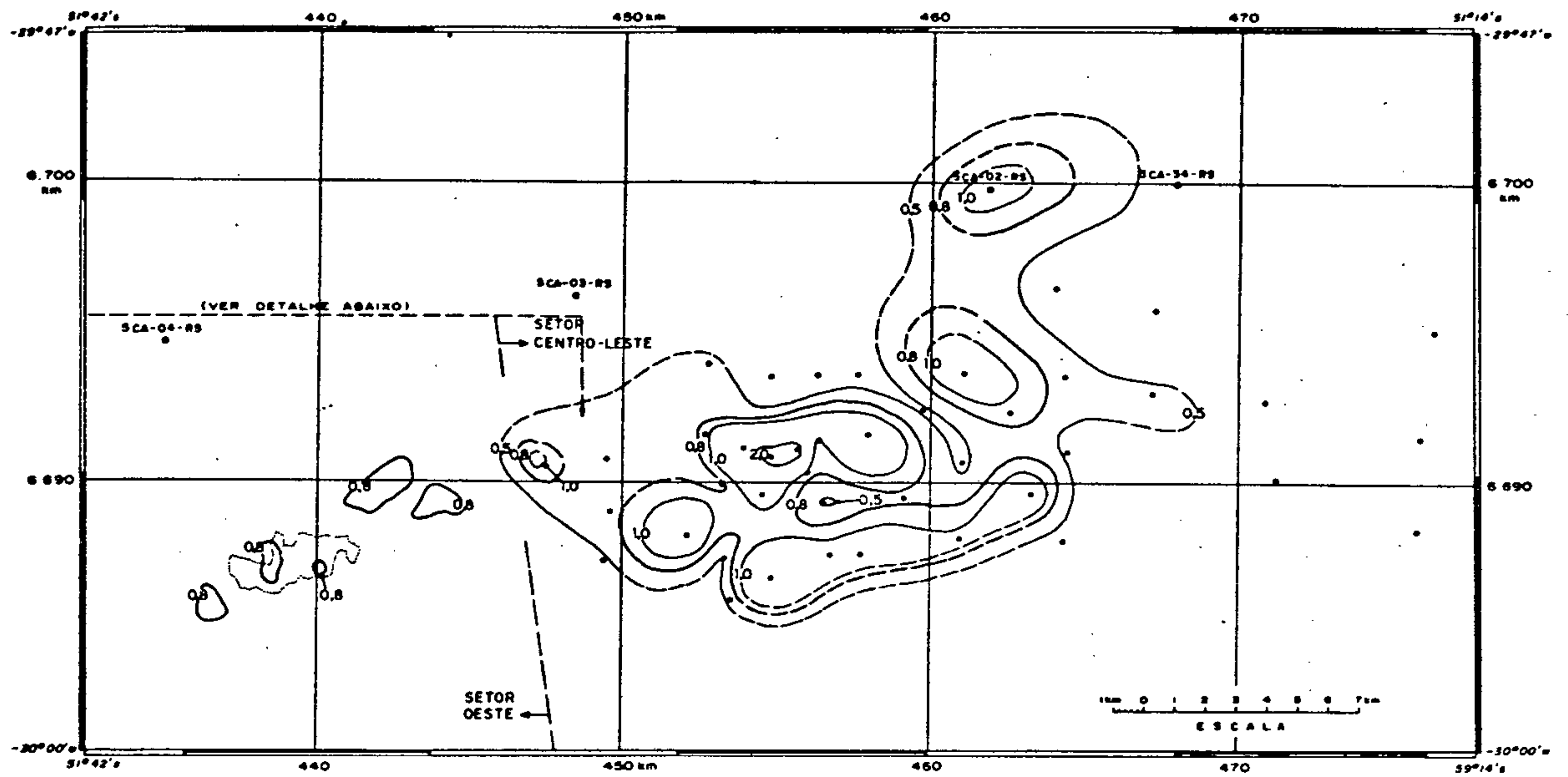
Fig. 8e

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
C P R M

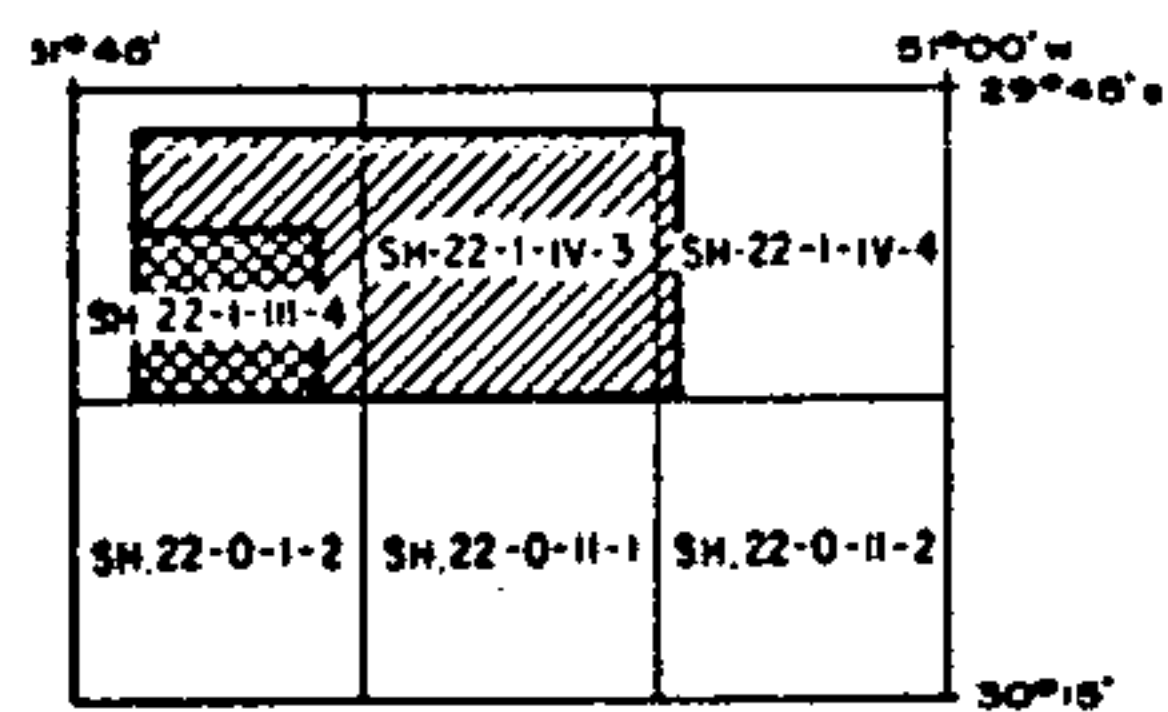
PERFIS TÍPICOS DE SONDAGEM DA ÁREA DE CHARQUEADAS

BUREG PORTO ALEGRE	Engº TELMO SUFFERT CREA 11.795 - SP/RS Des PEDRO RODRIGUES	DNPM 1º DISTRITO
-----------------------	--	---------------------

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

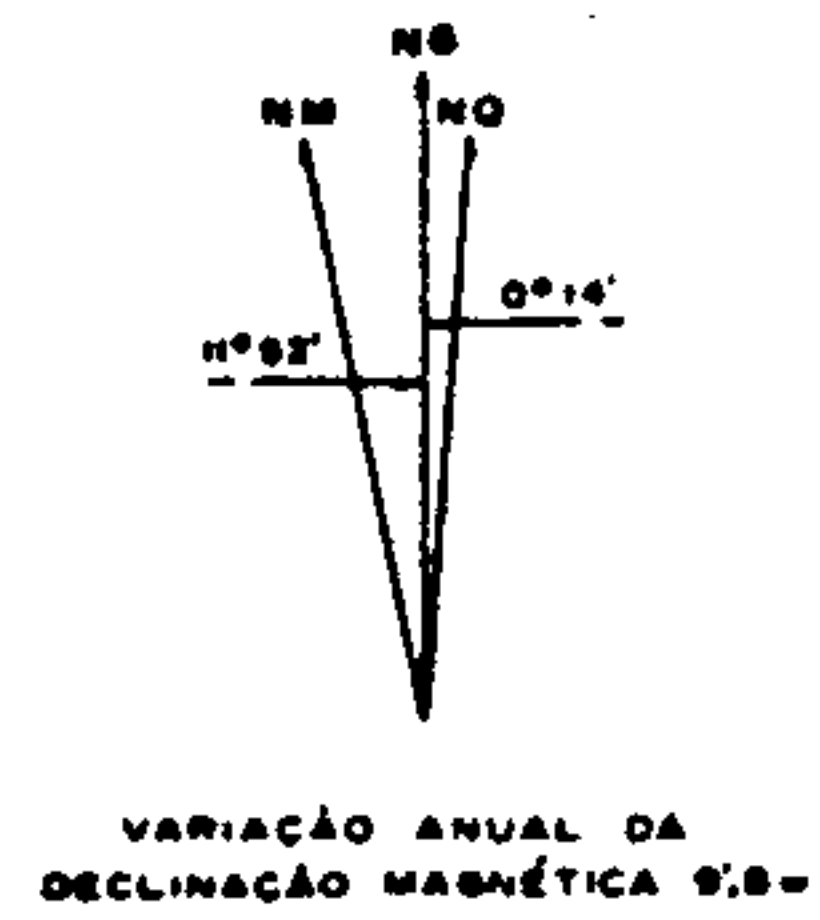


LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

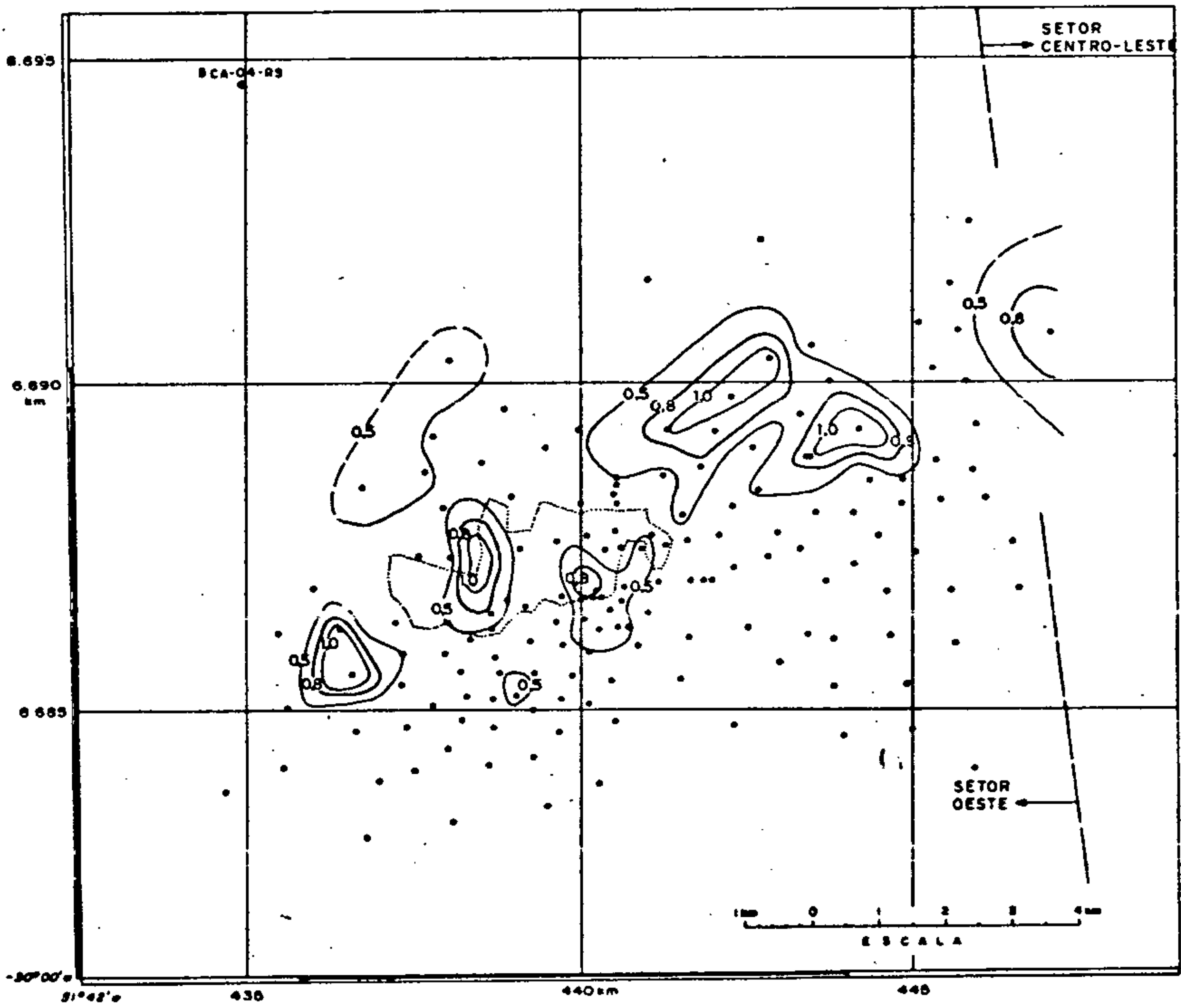


LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2,8"



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS ● FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 0.5 CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 0.8 CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 0.5 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- 0.8 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- ÁREA MINERADA

Fig. 8f

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO "SB"
(Carvão + Folheito Carbonoso)

SUREG
PORTO ALEGRE
Map. 05-1655 / COPEMI

Eng. TELMO SUFFERT
COP. 11.703 - 07.400

D. N. P. M.
1º DISTRITO

A camada SB compõe-se, geralmente, de 2 a 4 leitos de carvão, usualmente brilhante. As intercalações estêreis, de folhelho cinza ou cinza escuro, costumam ser espessas. Nos 29 furos com mais de 0,80 m de componentes úteis, a proporção de carvão + folhelho carbonoso na espessura total é em média $70,7 \pm 16,6 \%$, que é a menor percentagem encontrada em todas as camadas.

A camada SB está à distância média de $5,76 \pm 2,41$ m acima da capa da I_1F , conforme Mapa de Isópacas do Intervalo SB / I_1F , anexo 8h e nos perfis estratigráficos. Note-se que alguns valores excepcionais desse intervalo, verificados nos furos 16, 115, 151 e 201 podem ser motivados por problemas de correlação.

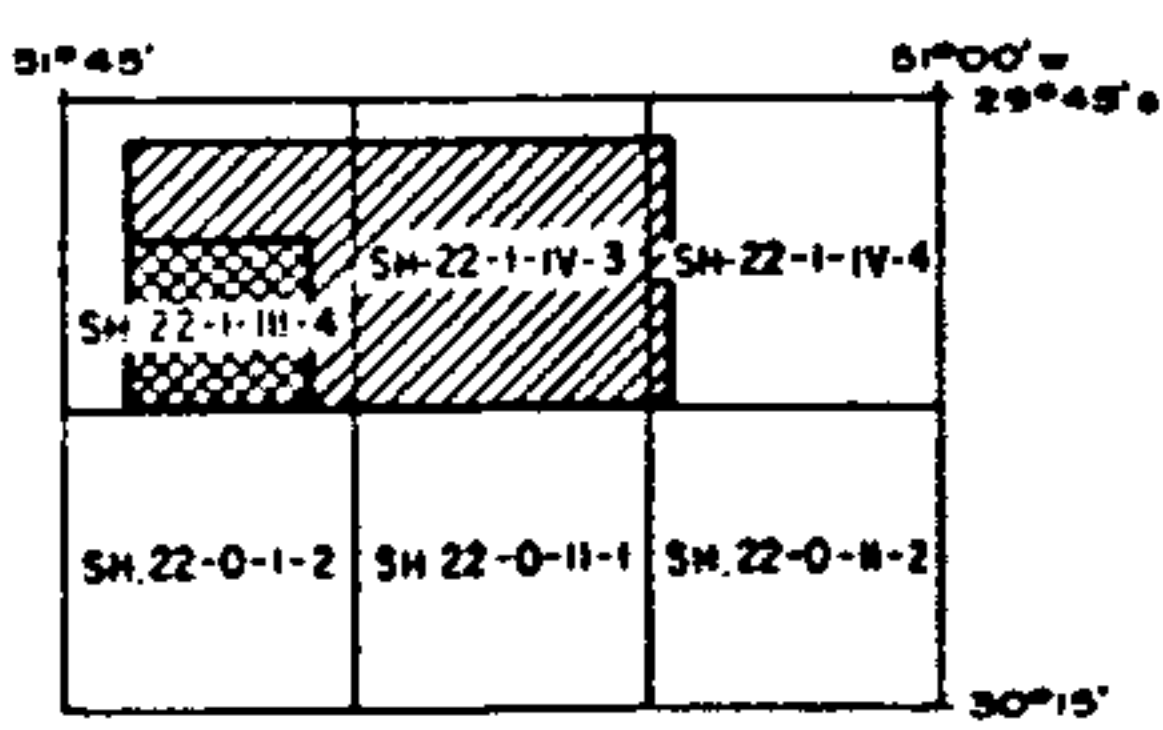
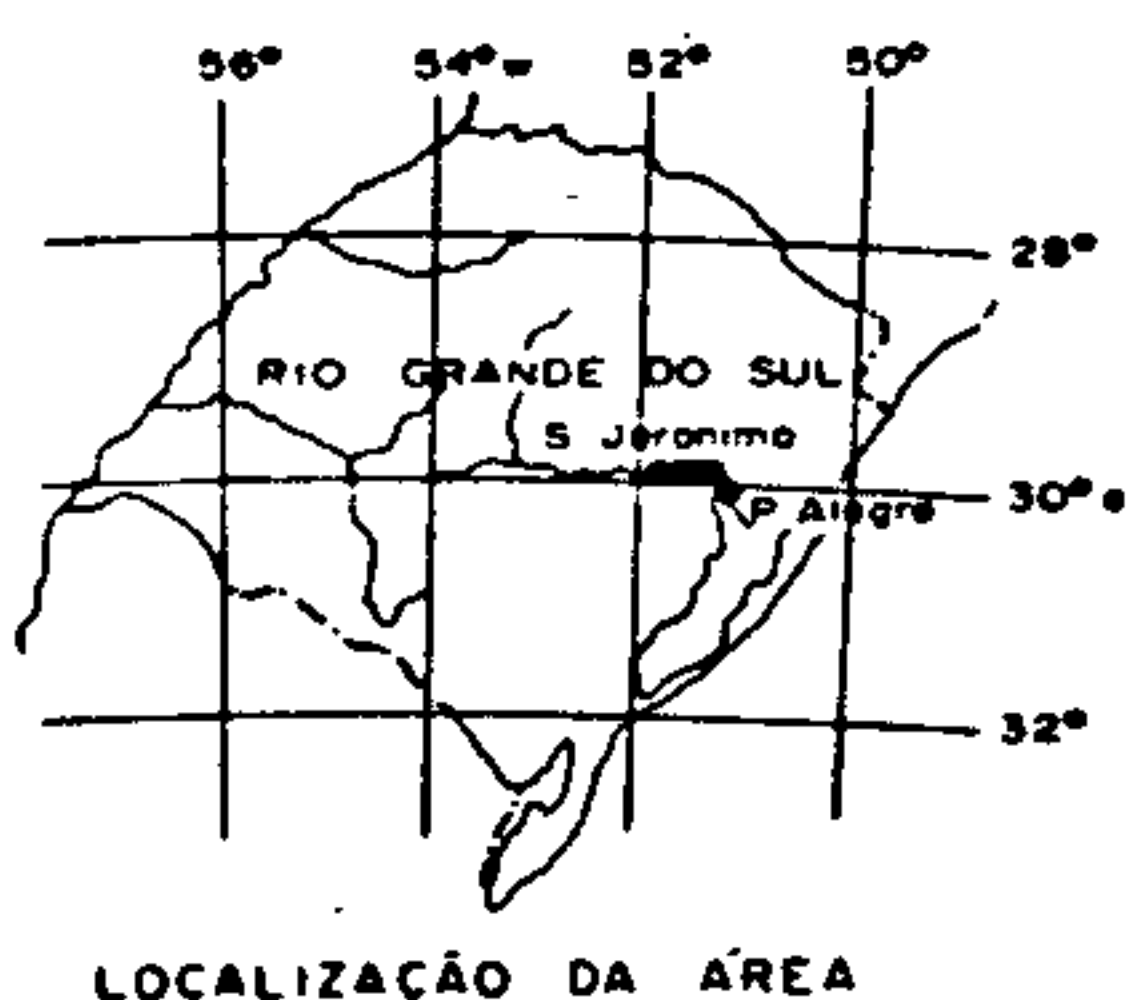
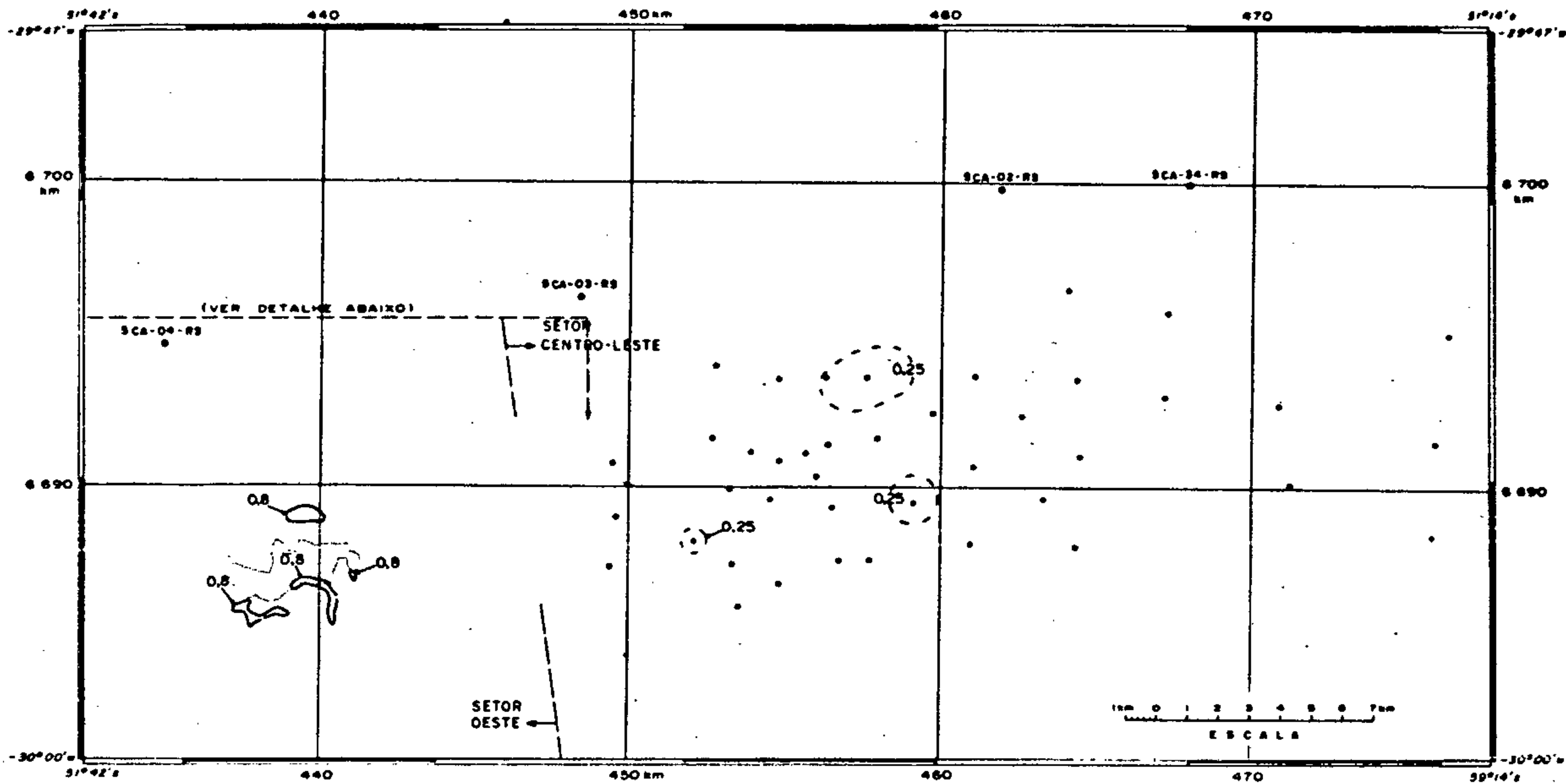
As espessuras máximas de carvão + folhelho carbonoso encontrados foram: no Grupamento Mineiro 1, 1,38 m, no furo 16; no Grupamento Mineiro 2, 2,30 m no furo 200.

8.5.2 Camada MB

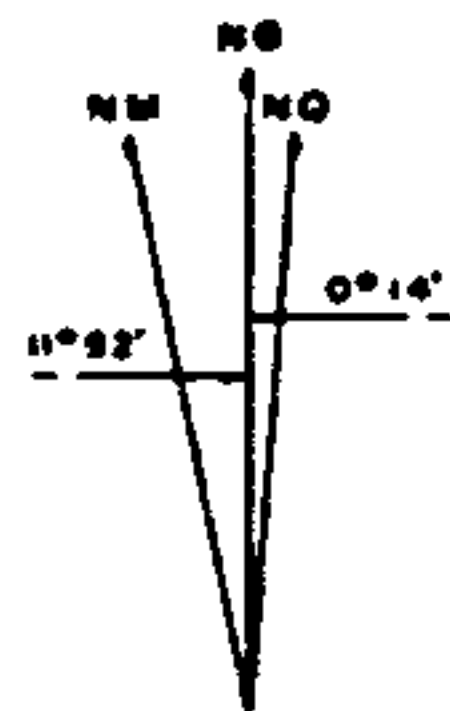
Essa camada foi identificada em apenas 60 dos 205 furos executados. No Grupamento Mineiro 1 apresenta mais de 0,80 m de componentes úteis em 11 furos, agrupados em 4 pequenos trechos, todos dentro de um raio de 3 km do poço Otávio Reis; o maior valor encontrado foi 1,98 m no furo 65. No Grupamento Mineiro 2 a camada foi identificada com espessuras reduzidas em 6 furos, com o máximo de 0,67 m de carvão no furo 171. O Mapa de Isópacas dessa camada está apresentado na figura 8g e no anexo 8l e os dados numéricos na tabela 8a..

A camada pode compor-se de um ou vários leitos de carvão, geralmente brilhante, com intercalações

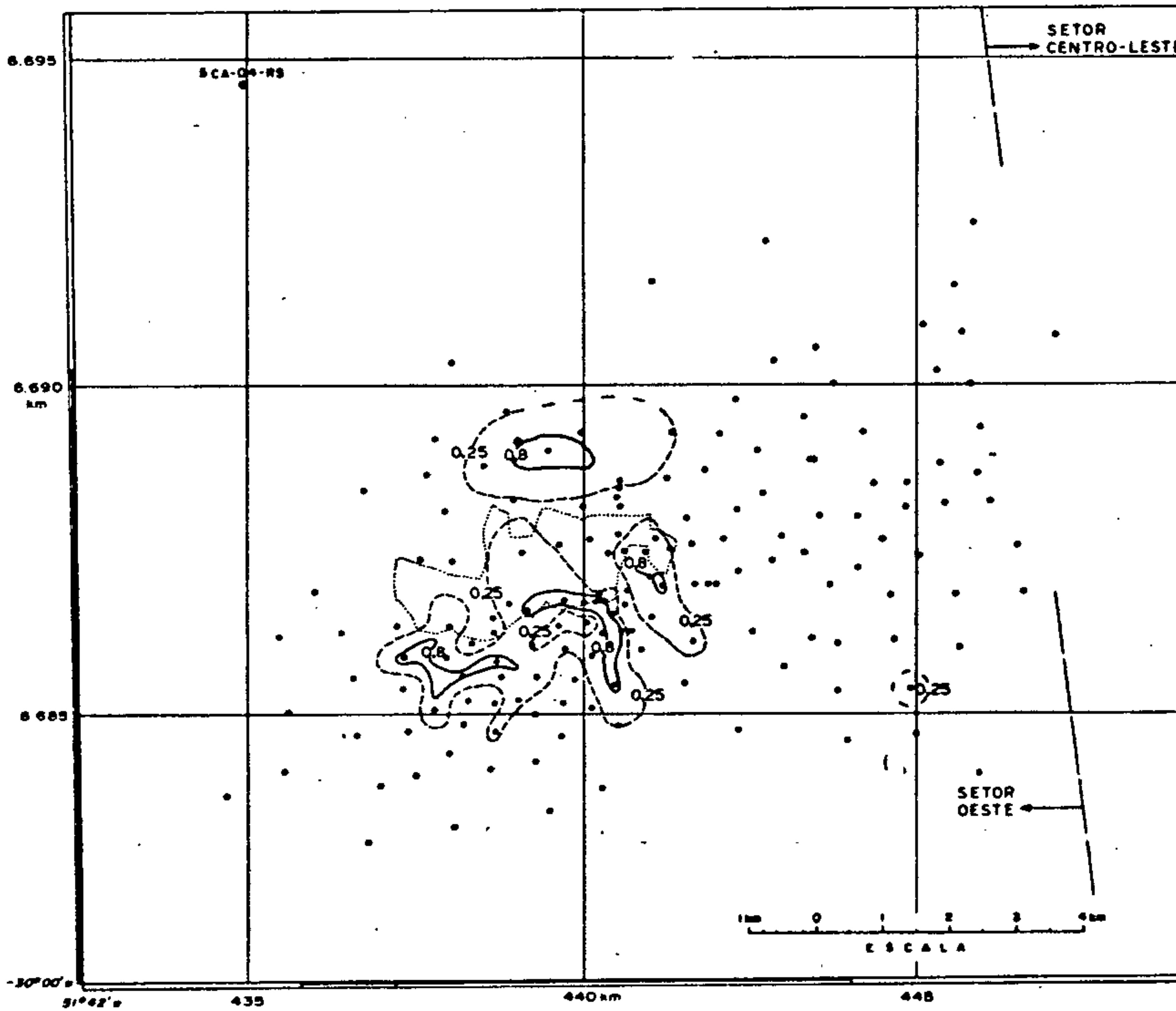
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIACÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 0,9''



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 0,8 CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 0,25 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- ÁREA MINERADA

Fig. 89

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO "MB"
(Carvão + Folhelho Carbonoso)

SUREG
PORTO ALEGRE

EAG TELMO SUFFERT
CREA 11.785 - 9ª REG
Dns REILDO DA SILVA

DNPM
1º DISTRITO

estêreis de folhelho, geralmente finas. A distância média entre a lapa da MB e a capa da I_1F é de $2,01 \pm 0,73$ m.

Pequeno trecho dessa camada foi minerado na região a noroeste do poço Otávio Reis. O carvão aí extraído tinha poder calorífico melhor que o da camada I_1F .

8.5.3 Camada I_1F

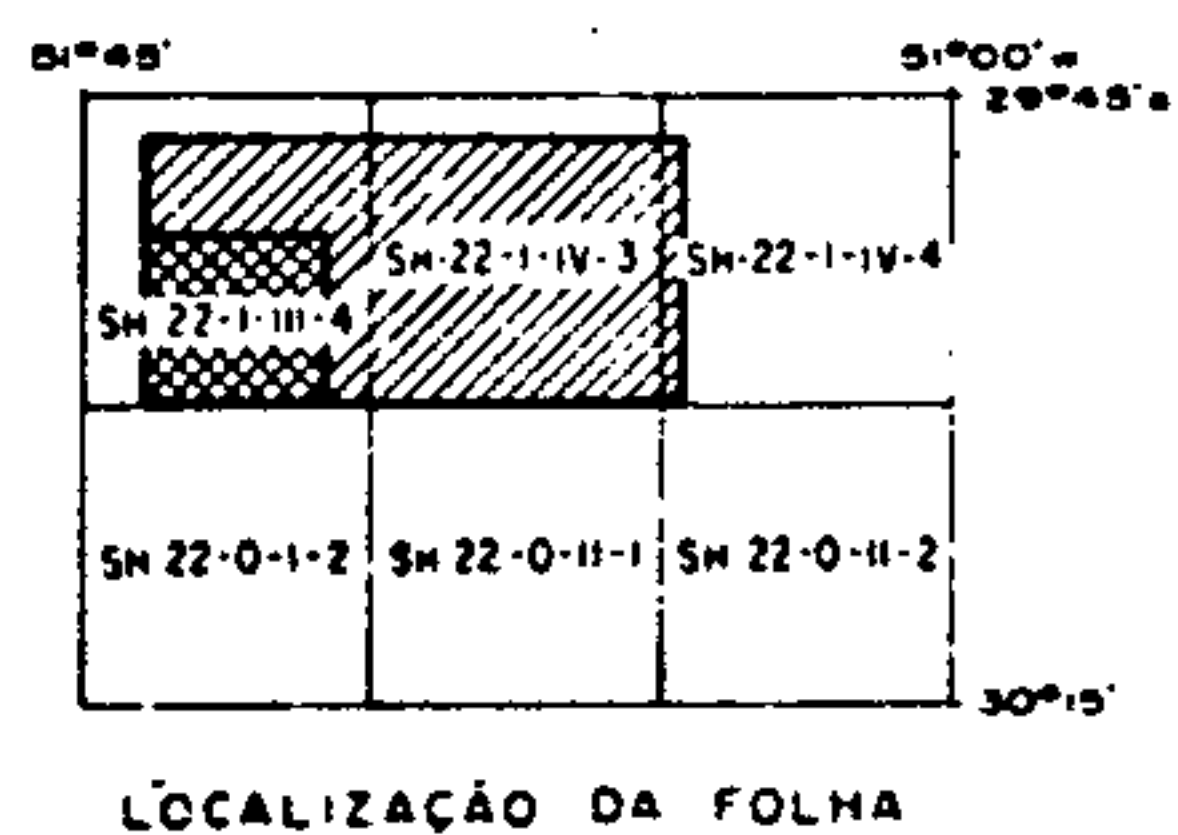
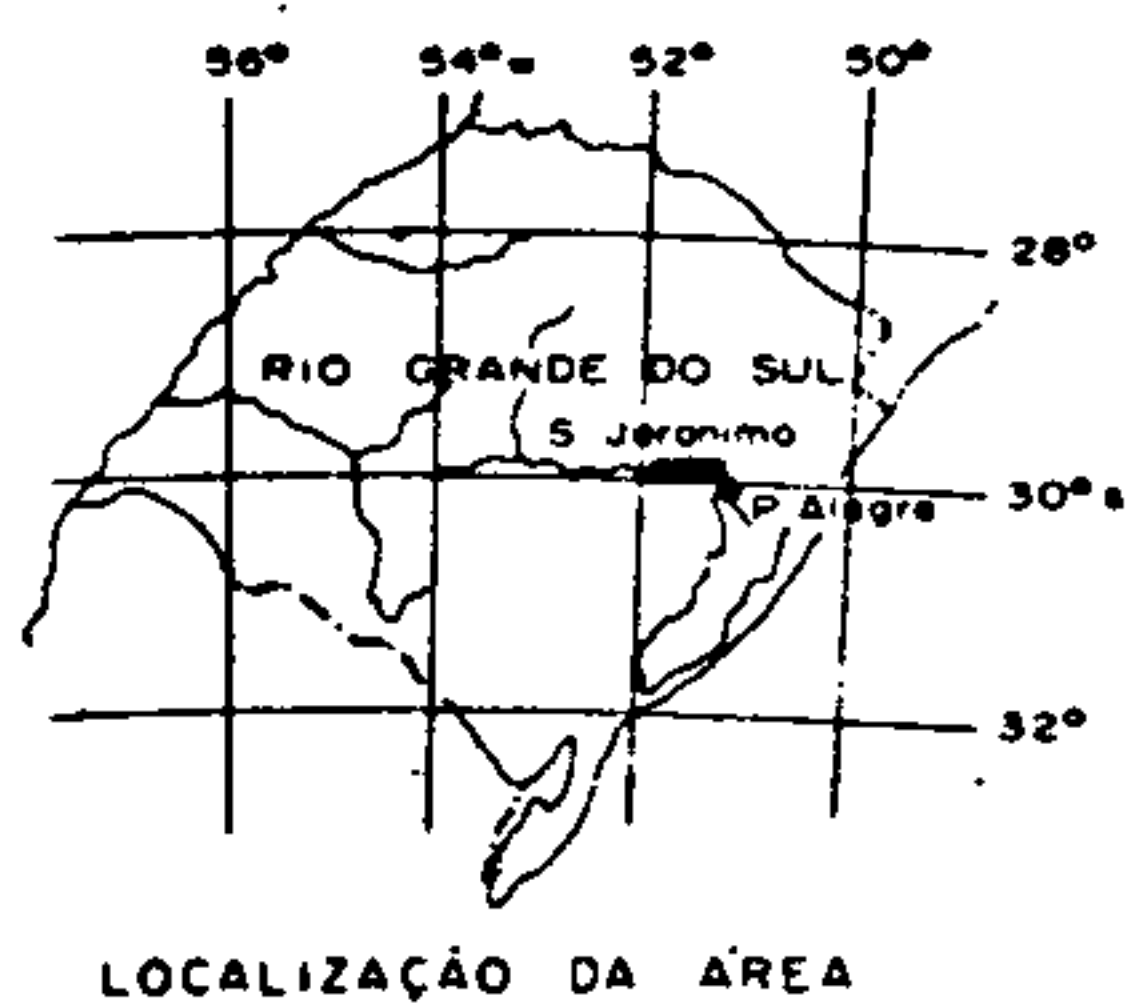
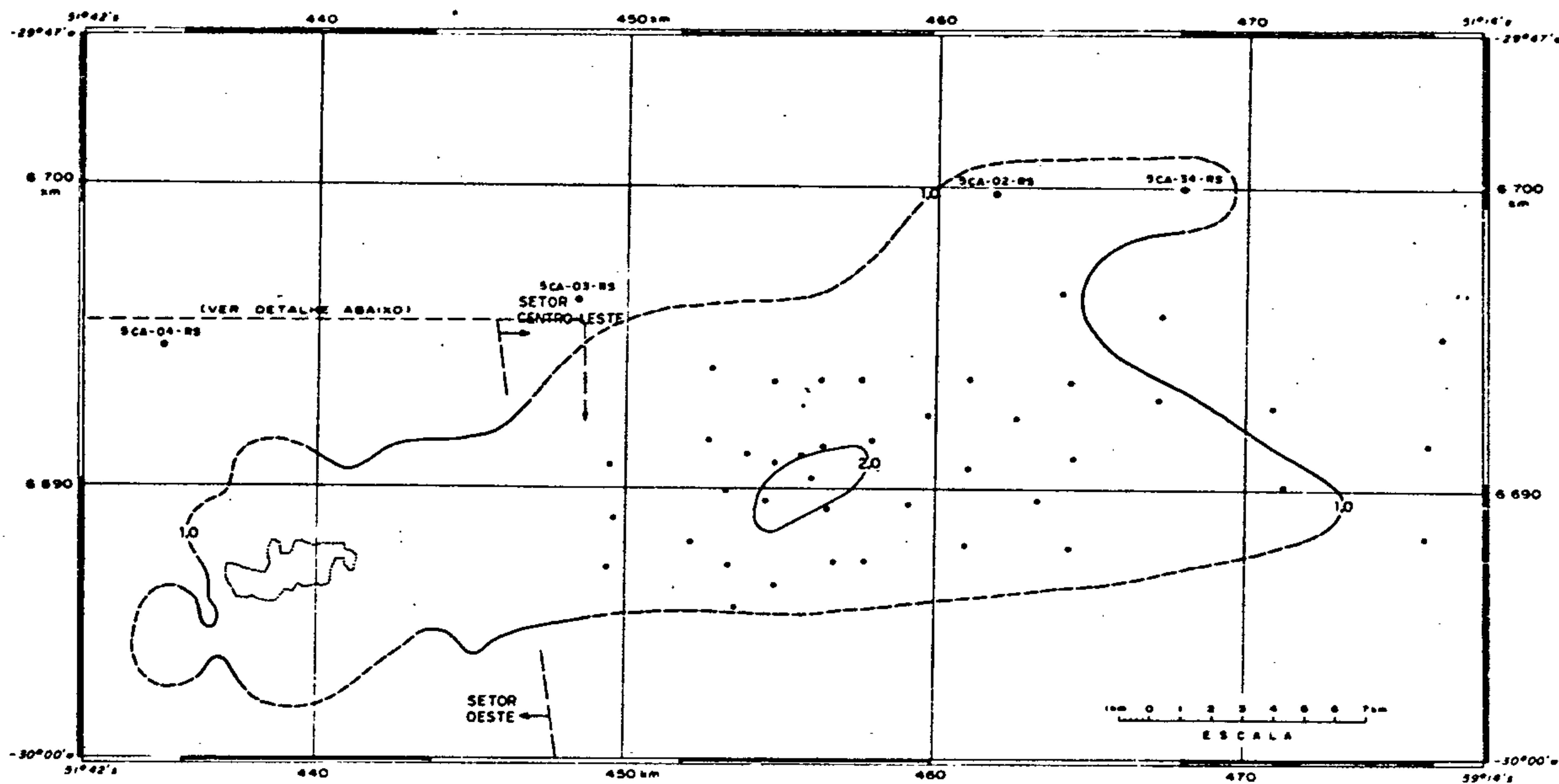
É a camada que apresenta maior continuidade em toda a jazida, identificada em 196 dos 205 furos executados. Note-se, entretanto, que em vários furos das bordas foi atravessada apenas uma camada, interpretada então como I_1F utilizando como dado objetivo a natureza fosca do carvão.

A camada I_1F forma uma jazida contínua e extensa que, com raras exceções, ultrapassa os limites das restantes camadas em todas as direções. Tem área total de $273,83 \text{ km}^2$, dos quais $4,47 \text{ km}^2$ já minerados através do poço Otávio Reis.

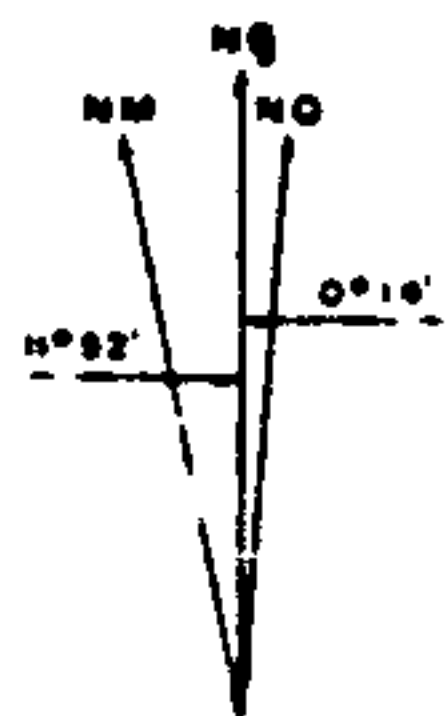
O Mapa de Isópacas da Camada I_1F está na figura 8h e no anexo 8m, os dados numéricos estão na tabela 8a. Vê-se por esse mapa que ainda há limites em aberto, principalmente em direção nordeste; nas demais direções, embora haja furos marginais com até 2,54 m, os limites físicos não devem estar muito distantes devido aos altos do embasamento já conhecidos. Em 16 furos próximos ao poço Otávio Reis as espessuras do mapa de isópacas incluem parte ou toda a camada I_1FA , pelo motivo explicado no item a seguir.

A jazida é alongada na direção E - W, com 39 km de comprimento. A largura é menor na porção oeste, aumentando para leste até 15 km.

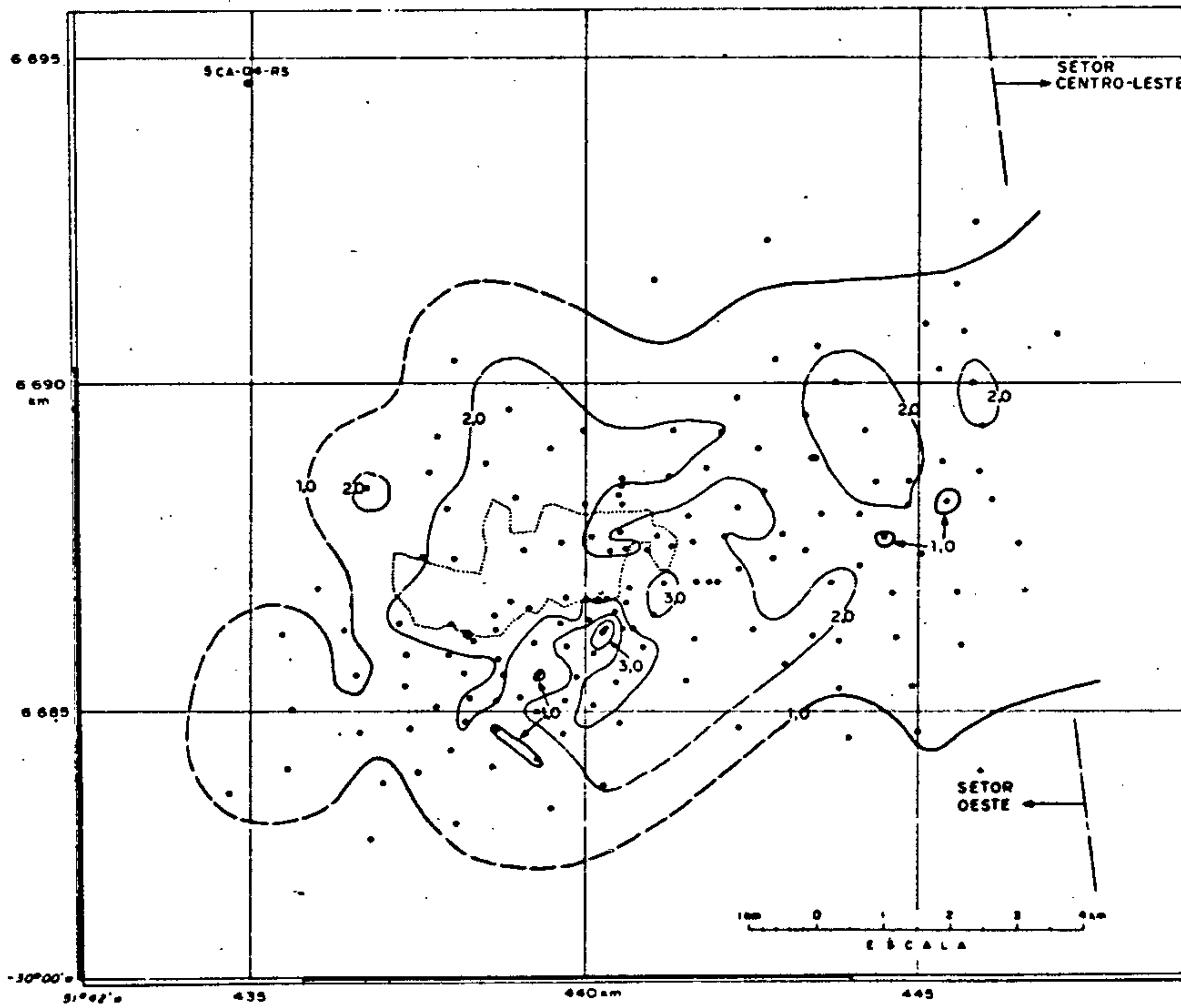
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIACÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,8"



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS • FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 2.0 CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADAS
- 1.0 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDAS
- 2.0 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDAS
- 1.0 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDAS
- ÁREA MINERADA

Fig. 8h

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
ÁREA DE CHARQUEADAS
MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA
DE CARVÃO I₁F
(Carvão + Folheito Carbonoso)

SUREO	ENG. TELMO SUPPORT	D. N. P. M.
PORTO ALEGRE	CASA II, 100 - 8ª REG.	1º DISTRITO
	DR. BENILDO DA SILVA	

A camada geralmente apresenta algumas intercalações estéreis, de espessura relativamente reduzida, compostas de folhelho cinza ou cinza escuro. Pelo exame dos perfis estratigráficos, conforme anexos 8a até 8g, vê-se que algumas dessas intercalações parecem ser contínuas por extensões superiores a 5 km. Nos 164 furos com mais de 1,00 m de componentes úteis a proporção de carvão + folhelho carbonoso na espessura total é em média de $88,4 \pm 10,7 \%$.

As espessuras máximas de carvão + folhelho carbonoso encontrados foram: no Grupamento Mineiro 1, 4,32 m no furo 100 e no Grupamento Mineiro 2, 2,86 m no furo 198.

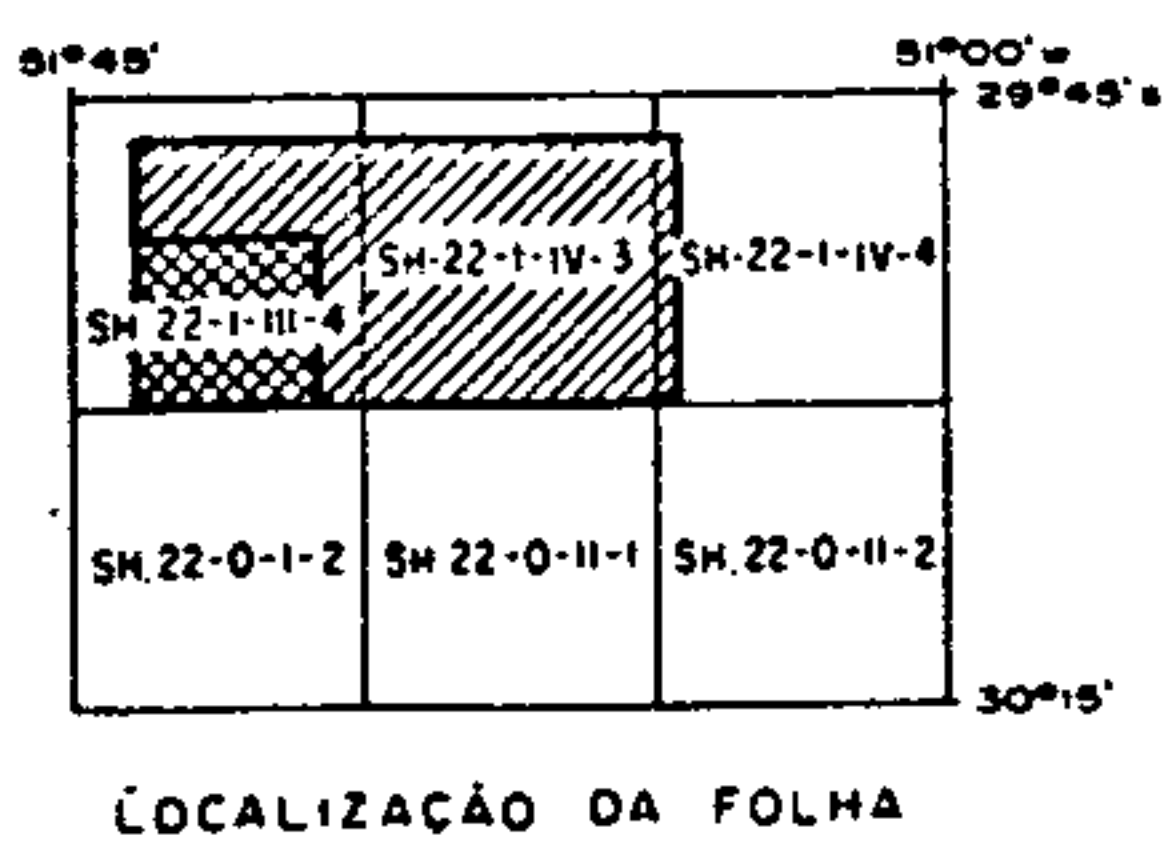
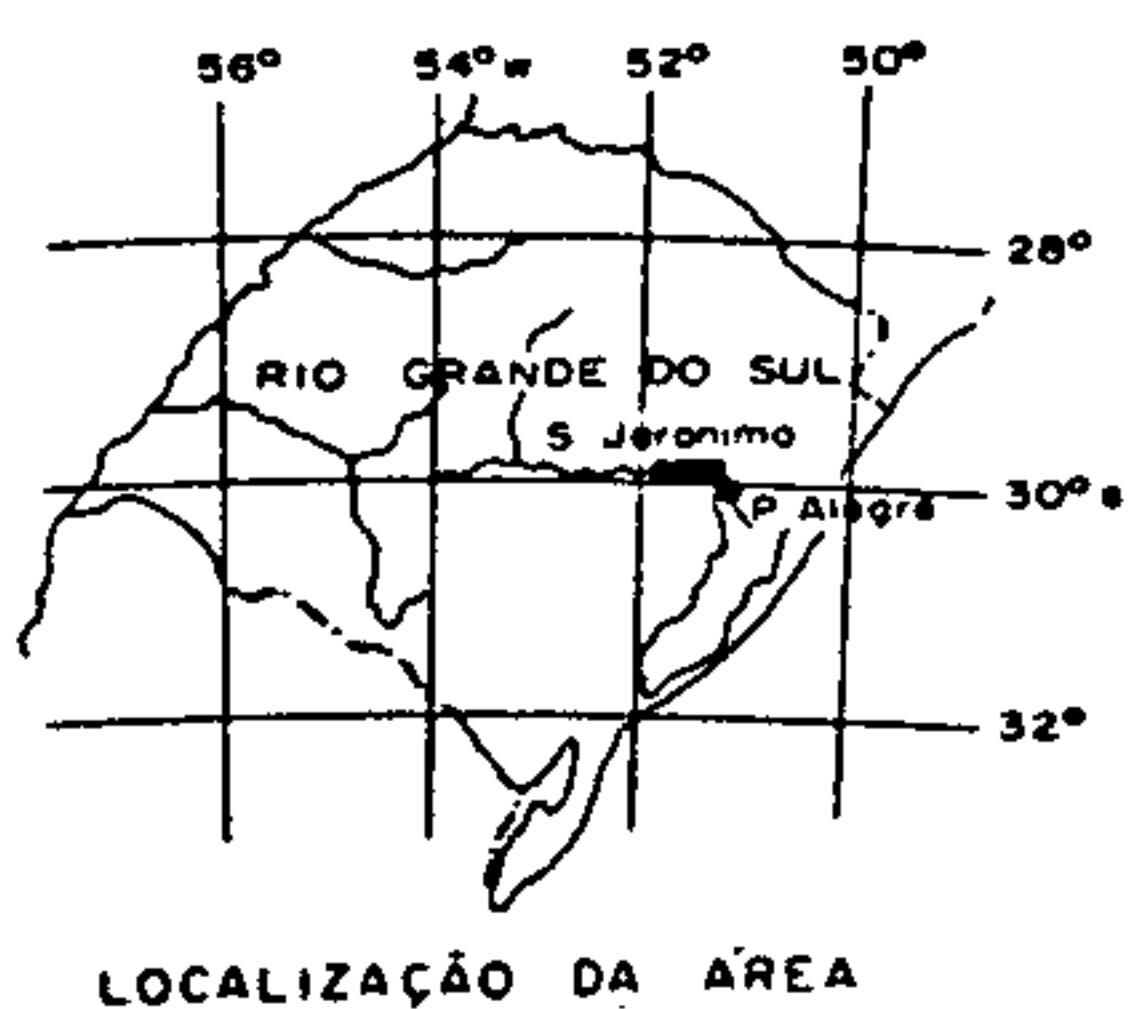
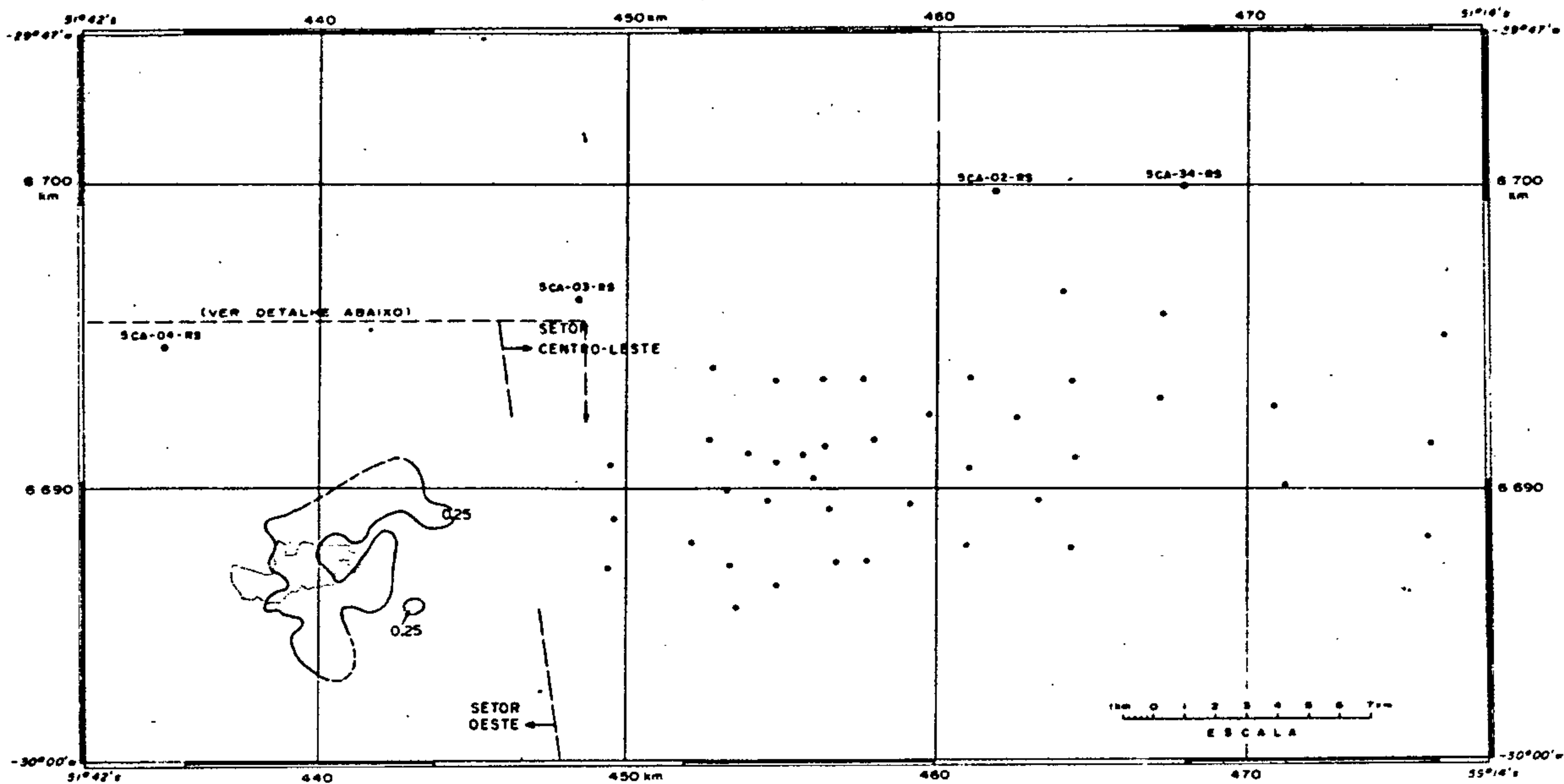
8.5.4 Camada I_1FA

É um conjunto de 1 a 4 leitos de carvão, situados pouco abaixo da camada I_1F , separados desta por um intervalo estéril de $0,75 \pm 0,40$ m em média. Esse intervalo geralmente é constituído de folhelhos cinza, mas com frequência contém leitos de pedra-areia ou folhelhos com lâminas de pedra-areia.

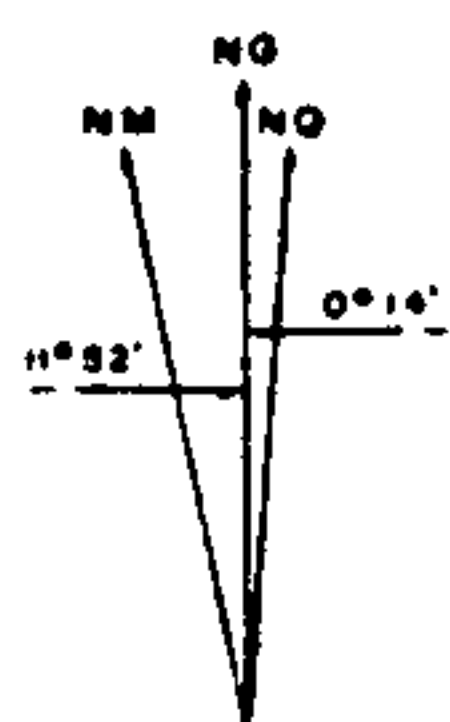
A camada I_1FA foi identificada em 92 dos 205 furos executados. Onde seu carvão é espesso, devido à proximidade com a camada I_1F , mais importante, é viável a lavra conjunta de ambas, motivo pelo qual as espessuras da I_1FA foram, em 16 furos, incluídas nas espessuras do mapa de isópacas da camada I_1F . Note-se que isso acontece em 8 dos 10 furos em que a I_1FA tem 0,70 m ou mais de componentes úteis.

As espessuras da camada I_1FA isolada estão na tabela 8a e podem ser visualizadas no mapa de isópacas respectivo, figura 8i e anexo 8n. Vê-se por ela que há 3 pequenas áreas com mais de 0,50 m de carvão + folhelho

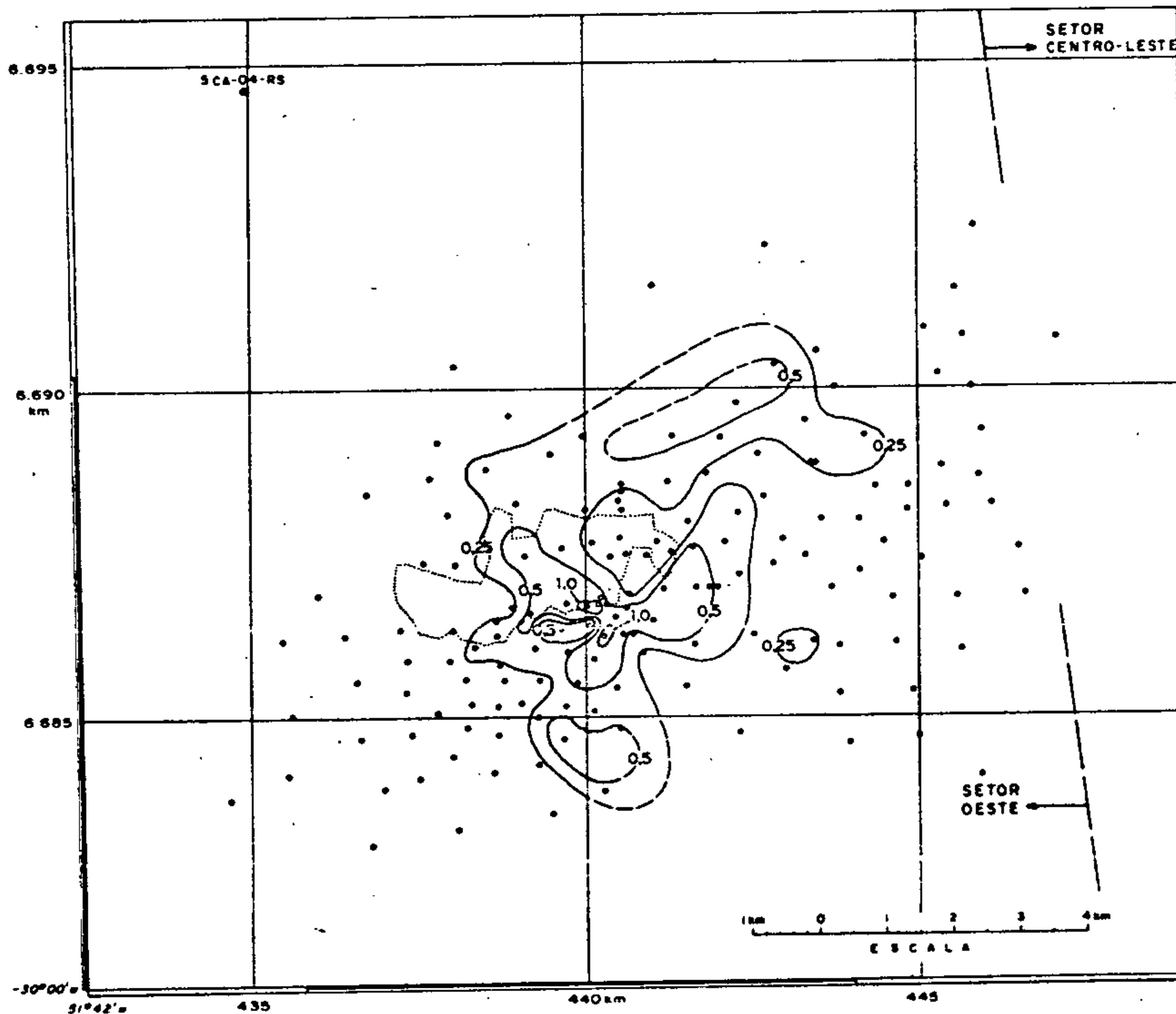
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIACÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,9"



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS FURTO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURTO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 0.5 CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 0.5 CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- ÁREA MINERADA

Fig. 8

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO "I₁FA"
(Carvão + Folhelho Carbonoso)

SUREG	Eng. TELMO SUFFERT CREA 11.785 - 8ª REG	D N P M
PORTO ALEGRE	Des. RENILDO DA SILVA	1º DISTRITO
Map. 08.1452/COPEMI		

carbonoso, todas dentro de um raio de 5 km do poço Otávio Reis, sendo o valor máximo 1,26 m, no furo 65. No Grupoamento Mineiro 2, em apenas 4 furos esparsos foram descritos finos leitões correlacionáveis à camada I₁FA, sendo o maior valor 0,21 m no furo 190. Nos 4 furos com mais de 1,00 m de componentes úteis a proporção de carvão + folhelho carbonoso na espessura total é em média de 79,0 ± 11,00 %.

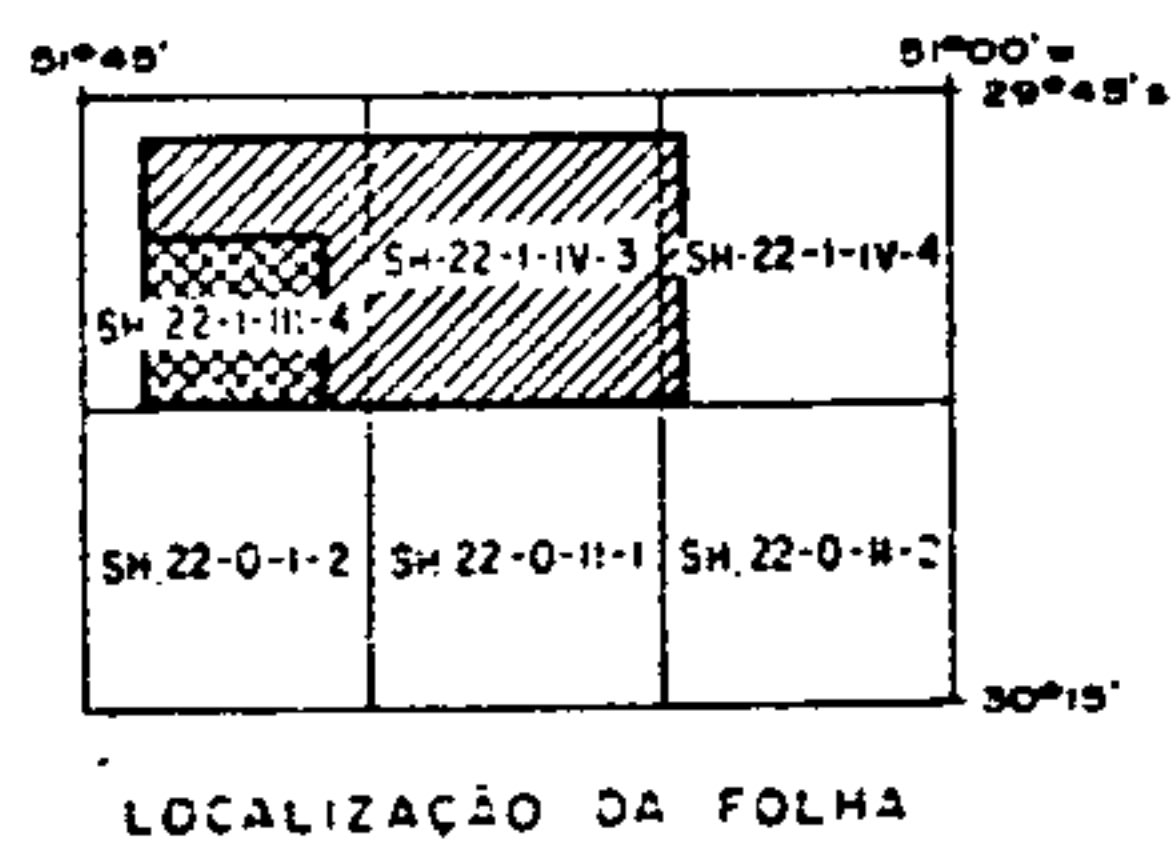
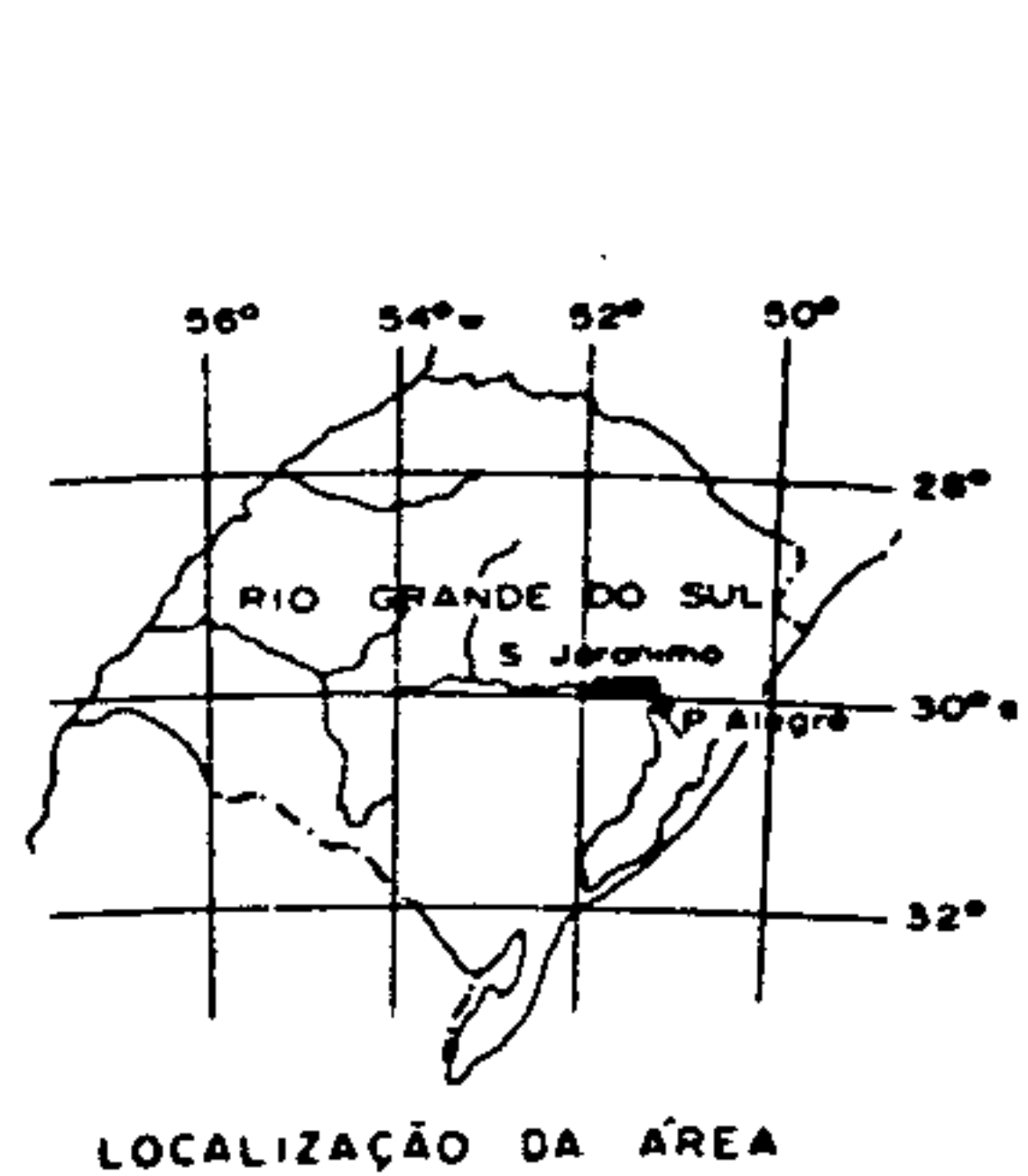
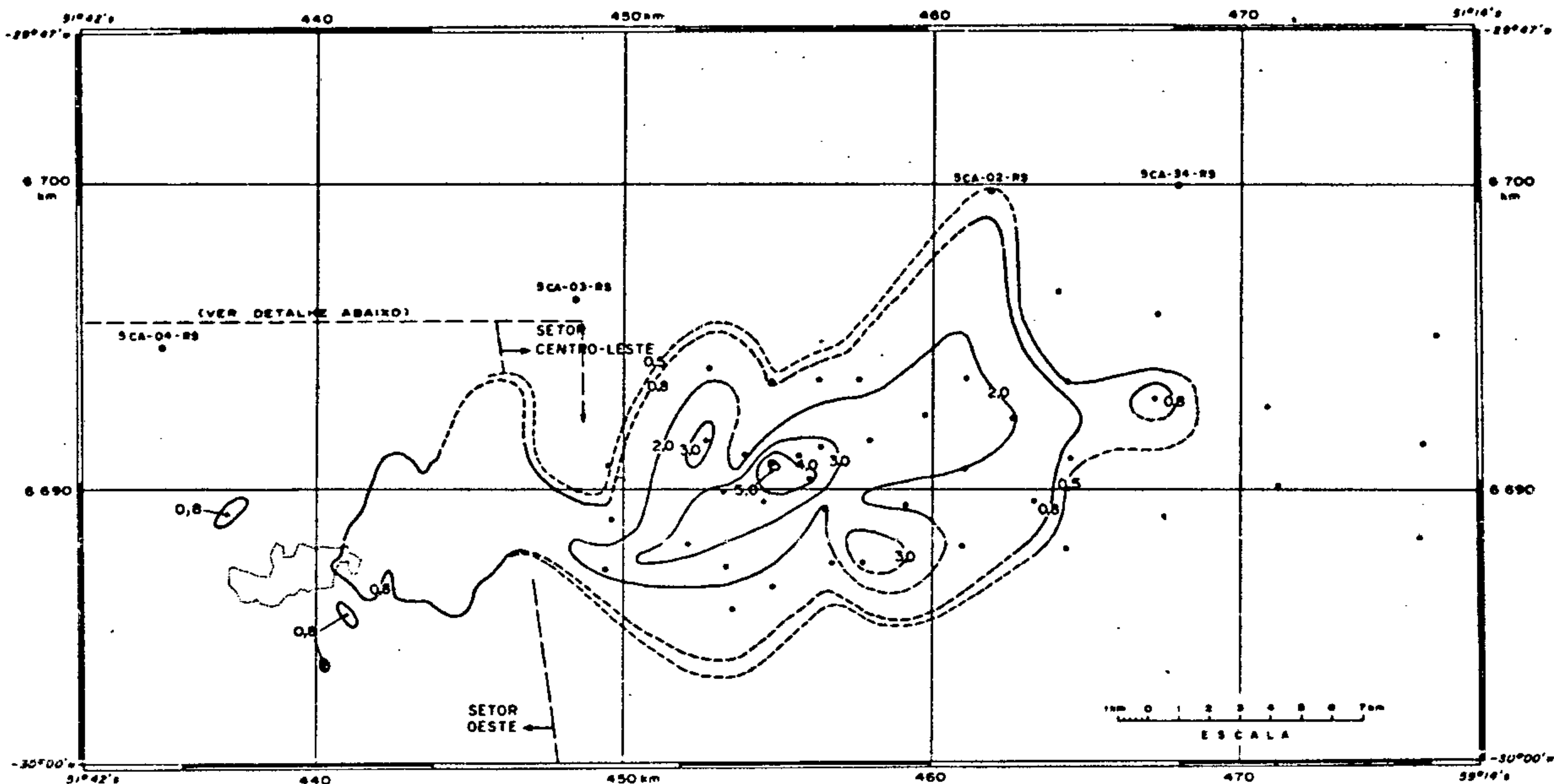
8.5.5 Camada I₂B

Essa camada foi identificada em 148 dos 205 furos executados. Estende-se sob a I₁F numa faixa E-W, com menor extensão longitudinal, entre as localidades de Charqueadas a oeste e as proximidades do rio Caí a leste, num comprimento de 24 km e largura máxima de 10 km. Além da jazida principal, há mais de 0,80 m de componentes úteis em 4 pequenas áreas isoladas esparsas, evidenciadas por resultados de 1 ou 2 furos cada.

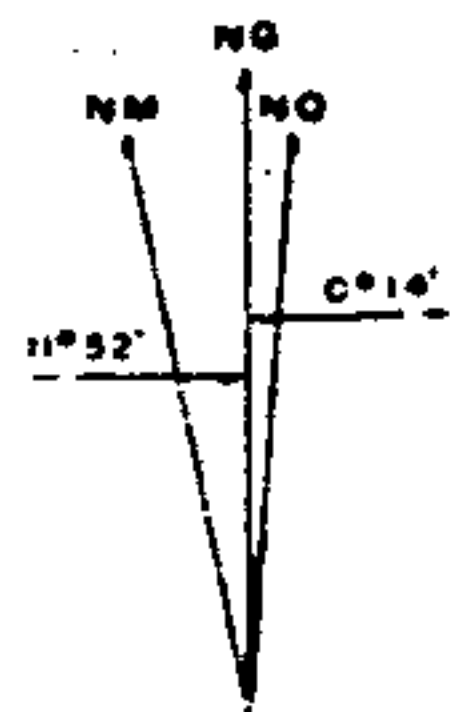
Os dados numéricos estão na tabela 8a e as espessuras podem ser visualizadas no Mapa de Isópacas, figura 8j, anexo 8o. Nota-se por esse mapa que grande parte das bordas norte e sul da jazida principal ainda estão em aberto, havendo furos marginais com até 3,97 m de carvão na camada.

A camada foi descrita ora como uma só unidade, ora dividida por intercalações de folhelho estéril, geralmente finas. Nos 76 furos com mais de 0,80 m de componentes úteis a proporção de carvão + folhelho carbonoso na espessura total é em média de 91,3 ± 10,6 %, que é a maior percentagem encontrada em todas as camadas.

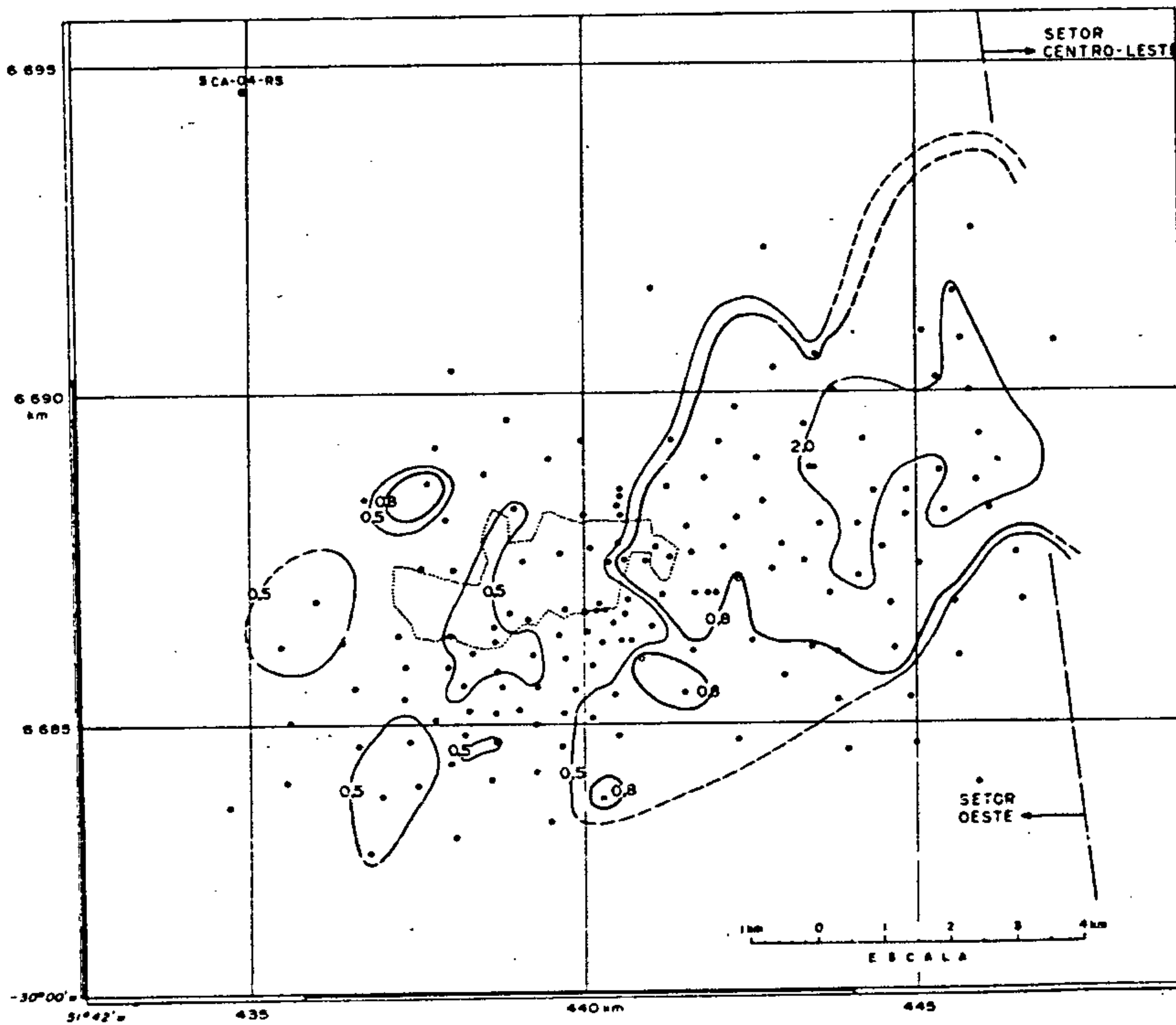
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIAÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 0,2"



CONVENÇÕES

- SCA-02-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 0.5 CURVAS DE ISOPACAS DETERMINADA
- 0.8 CURVAS DE ISOPACAS INFERIDA
- 0.5 CURVAS DE ISOPACAS INFERIDA
- 0.8 CURVAS DE ISOPACAS INFERIDA
- ÁREA MINERADA

Fig. 8j

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ISOPACAS DA CAMADA
DE CARVÃO 12B
(Carvão + Folheito Carbonoso)

SUPES	ENR TELMO SUFFERT CREA 11.705 - 6º REG	D N P M
PORTO ALEGRE	RES RENILDO DA SILVA	1º DISTRITO
Map 08.1453 / COREMI		

A camada I_2B está à distância média de $3,15 \pm 1,34$ m abaixo da lapa da I_1F , conforme Mapa de Isópacas do Intervalo I_1F / I_2B , anexo 8i e perfis estratigráficos. Há um valor anômalo de 11,85 m no furo 142.

As espessuras máximas de carvão + folhelho carbonoso encontradas foram: no Grupamento Mineiro 1, 2,98 m no furo 16 e no Grupamento Mineiro 2, 5,16 m no furo 195.

No extremo nordeste da atual mina de Charqueadas foi efetuado um teste de mineração da camada I_2B , em área inferior a 1 hectare. O carvão extraído foi considerado de qualidade superior ao usualmente minerado na camada I_1F .

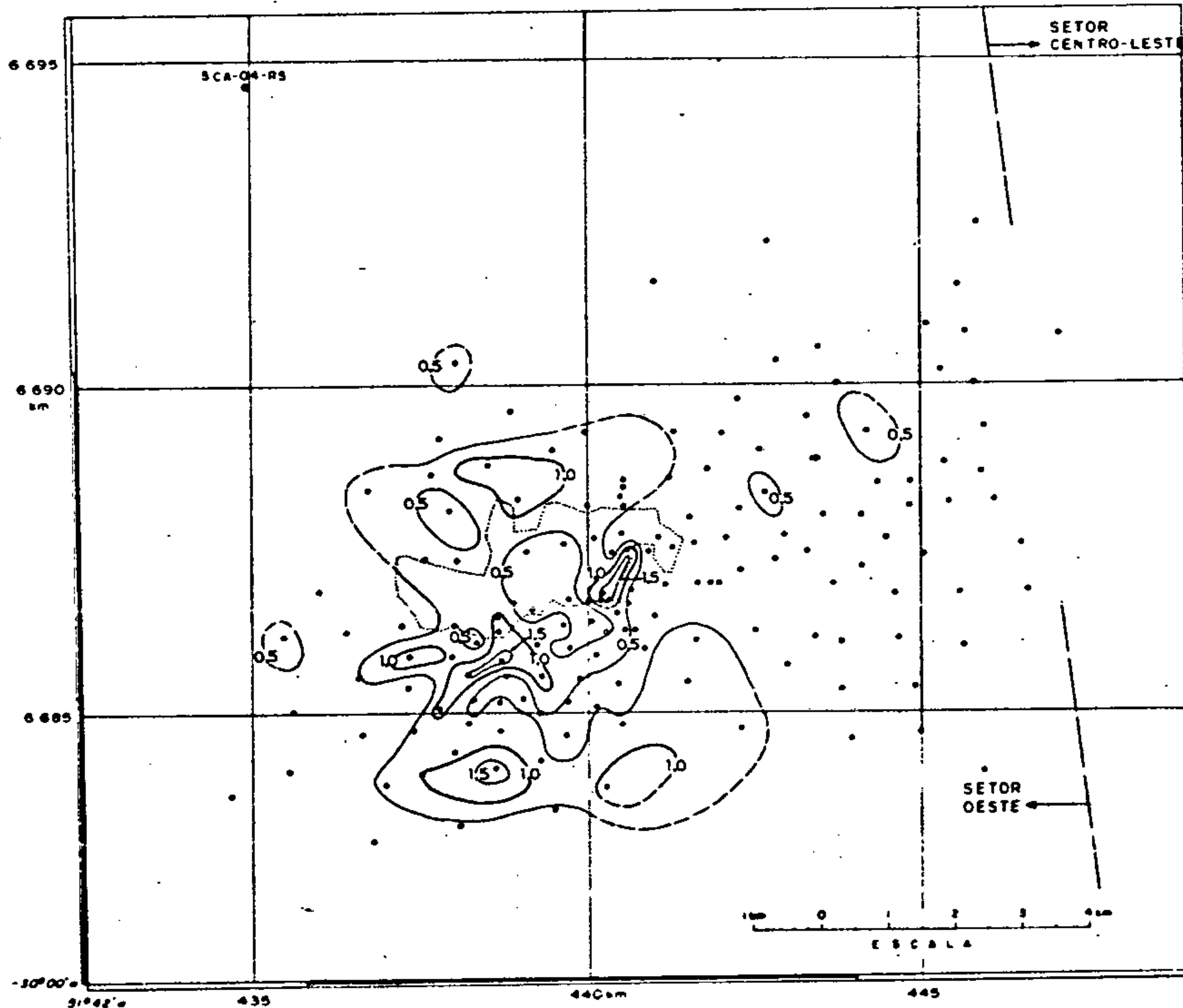
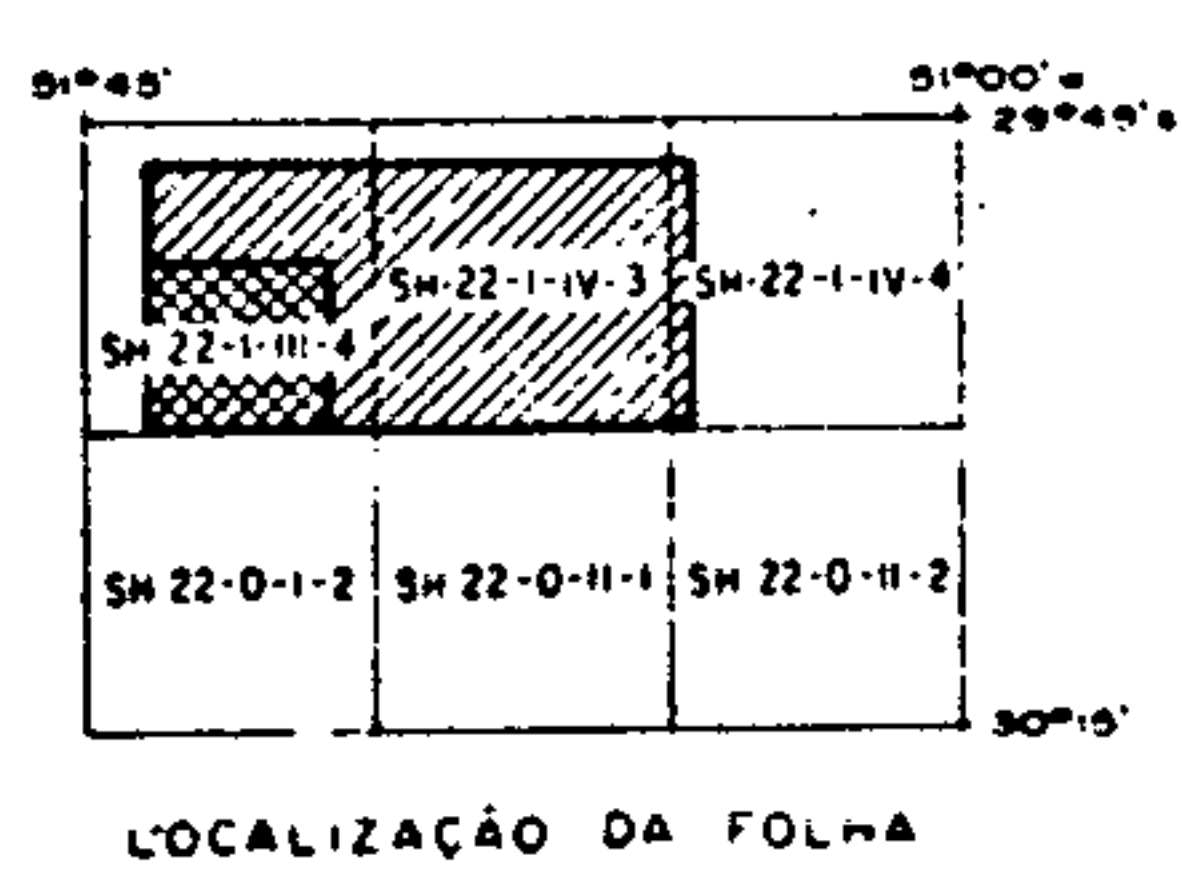
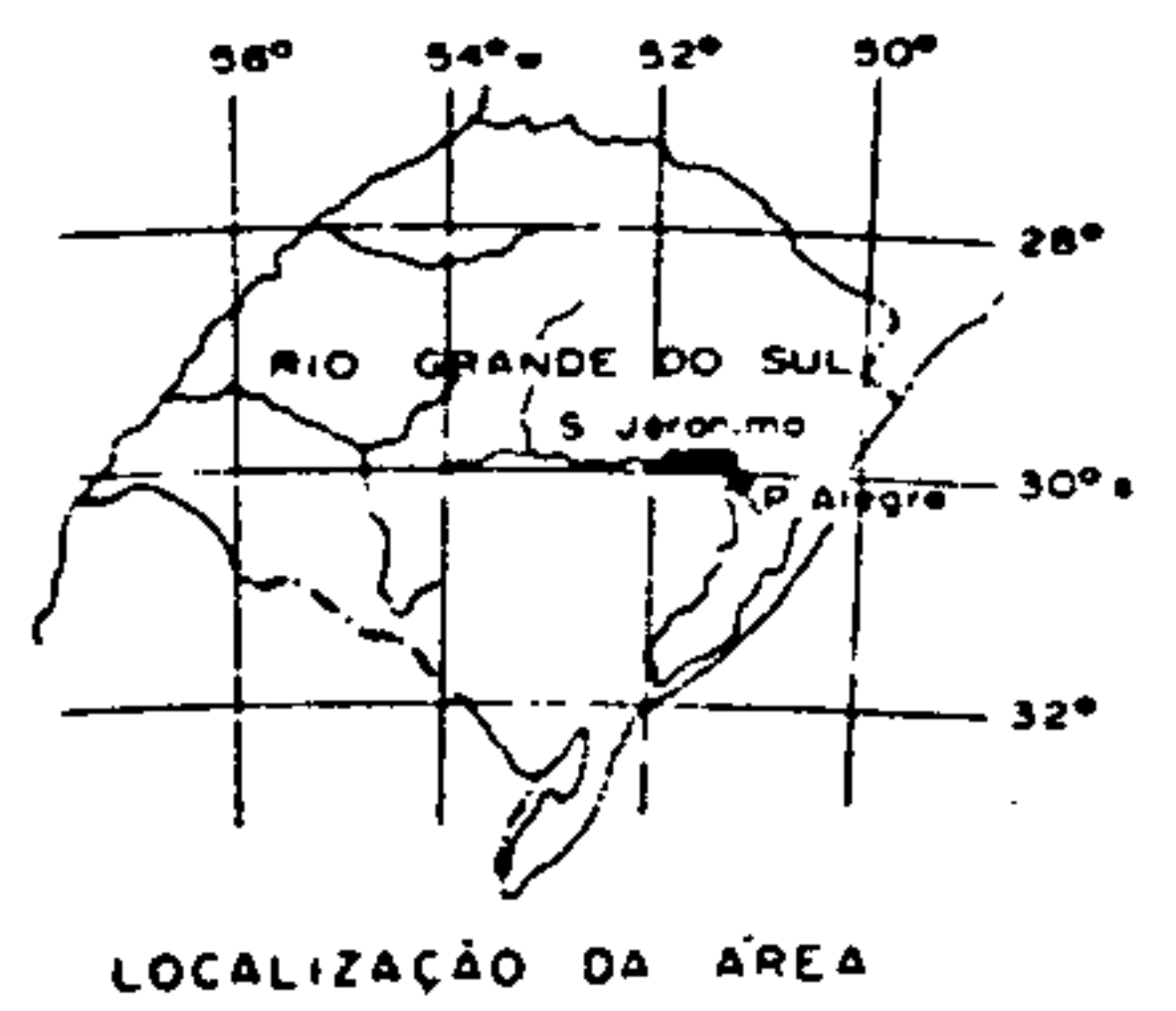
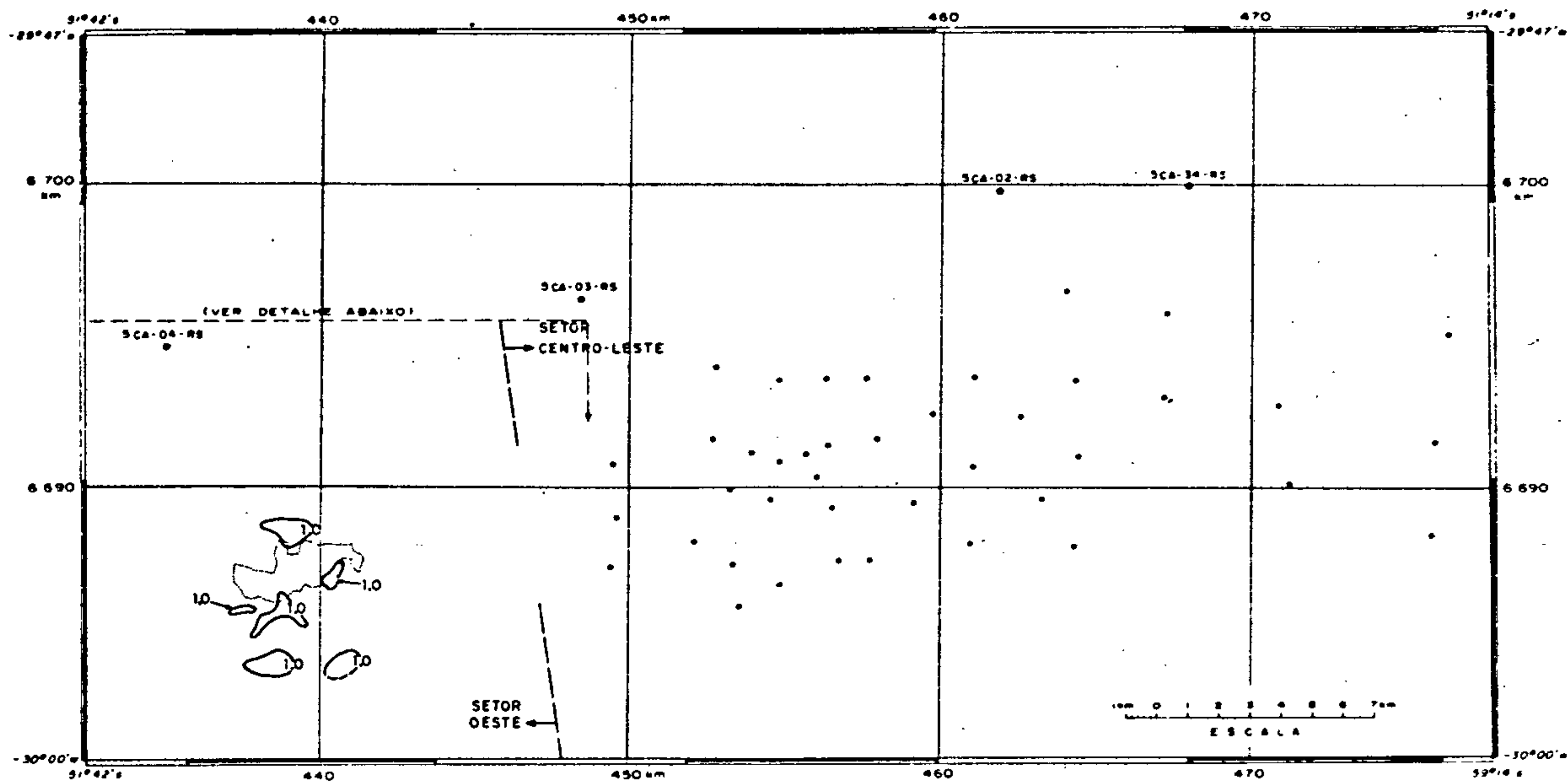
8.5.6 Camada I_3F

Essa camada foi identificada em 96 dos 205 furos executados. Em vários locais sua correlação é insegura, pois o intervalo estéril entre as camadas I_2B e I_3F é bastante irregular; em média $3,67 \pm 2,27$ m.

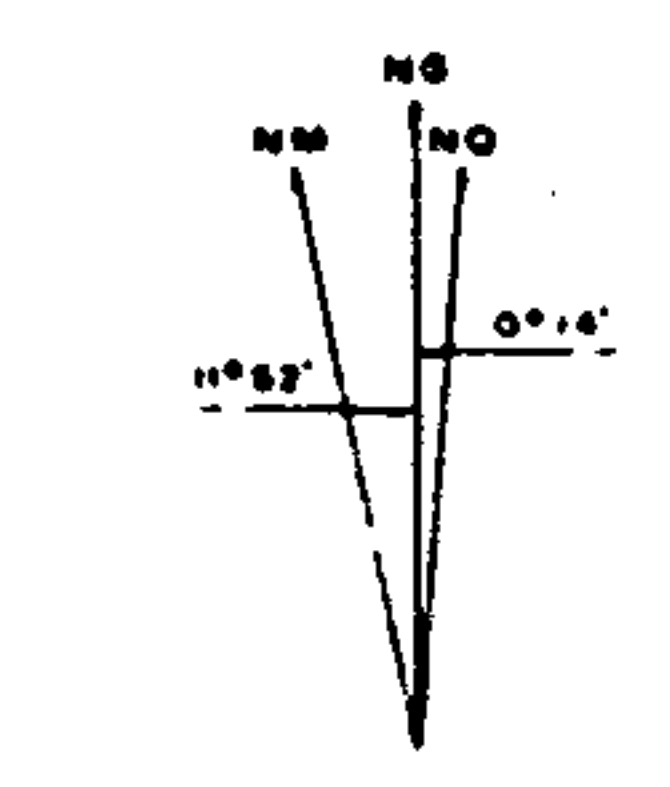
No Grupamento Mineiro 1 a camada I_3F ocorre na maioria dos furos; tem mais de um metro de espessura de componentes úteis em 6 áreas isoladas irregulares, num raio de 4 km do poço Otávio Reis. No furo 61 atinge o valor máximo de 1,89 m de carvão + folhelho carbonoso. No Grupamento Mineiro 2 há 4 finas ocorrências esparsas correlacionáveis com essa camada, tendo no máximo 0,28 m de carvão no furo 183.

Os dados numéricos da camada I_3F estão na tabela 8a; as áreas de maiores espessuras podem ser visualizadas no Mapa de Isópacas, figura 8k e anexo 8p.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIAÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 0,5°

CONVENÇÕES

- SCA-02-RS PULO DE SONDA DESTE PROJETO
- PULO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- 0,5— CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 1,0— CURVAS DE ISÓPACAS DETERMINADA
- 0,5— CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- 1,0— CURVAS DE ISÓPACAS INFERIDA
- — — — — ÁREA MINERADA

Fig. 6h

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO I₃F
(Carvão + Folheito Carbonoso)

SURES	E-8° TELMO SUFFERT	D N P M
PORTO ALEGRE	COBA II 100 - 06/000	1º DISTRITO
	DR: RERILDO DA SILVA	

A estrutura dessa camada é muito variável, com 1 a 3 leitos de carvão ou folhelho carbonoso separados por intercalações, ora finas, ora espessas, de folhelho. Nos 15 furos com mais de 1,00 m de componentes úteis, a proporção carvão + folhelho carbonoso na espessura total é em média de $75,4 \pm 15,4 \%$.

8.5.7 Outras Camadas de Carvão

Ocorrem, muito raramente, finos leitos de carvão bem acima das camadas principais, não ultrapassando 0,23 m de carvão na camada.

Com maior frequência foram encontradas ocorrências de carvão abaixo das camadas principais, representando quase certamente fenômenos isolados sem valor econômico. As ocorrências mais notáveis estão no furo 82 (0,50 m de carvão, 60,12 m abaixo da lapa da camada I_1F) e no furo 11 (1,11 m de carvão 35,05 m abaixo da lapa da camada I_1F ; nesse caso há dúvidas na interpretação pela falta do perfil estratigráfico e pela presença de intrusão próxima).

Não foi possível fazer correlação entre essas ocorrências, das quais as mais espessas estão na tabela 8b..

8.6 Reservas

8.6.1 Espessuras Mínimas e Áreas Cubadas

As espessuras mínimas adotadas nas cubagens anteriores, executadas pela COPELMI, foram: 0,70 m para a camada MB e 1,00 m para as I_1F e I_2B . Como visto no item 8.3 houve revisão na correlação da primeira dessas camadas.

Considerando a melhor qualidade (como se rá visto adiante) das camadas SB , MB e I₂B , será aqui adotada espessura mínima de 0,80 m para as mesmas. Para as camadas I₁F e I₃F será adotada espessura mínima 1,00 m. Além disso, tendo em vista facilitar o estudo de possíveis alternativas econômicas, foram calculadas à parte as reservas dos trechos com espessura acima de 125 % desses mínimos. Foram, portanto, tabuladas as seguintes reservas:

- | | | |
|---|---|---|
| - Camada
SB , MB e I ₂ B | - | - Reserva acima da espessura
mínima 0,80 m |
| | | - Reserva acima da espessura
mínima 1,00 m |
| - Camada
I ₁ F e I ₃ F | - | - Reserva acima da espessura
mínima 1,00 m |
| | | - Reserva acima da espessura
mínima 1,25 m |

Como foi visto no item 8.5.4, a camada I₁FA, quando espessa, geralmente é minerável em conjunto com a I₁F. Por isso não foi executada cubagem isolada da I₁FA.

Na área de Charqueadas as duas principais camadas formam jazidas alongadas, sem descontinuidades internas. Os vários blocos espessos das demais camadas se distribuem irregularmente, dificultando também a divisão da jazida em segmentos. O único acidente estrutural de maior vulto, que é a fossa situada no centro-noroeste da área, tem limites ainda imprecisos. Por tudo isso, no cálculo das reservas não foi possível dividir a área em blocos utilizando critérios geológicos. Efetuou-se, por isso, a divisão em 2 setores e 4 parcelas seguindo divisões de alvarás e concessões, como segue:

A - O setor oeste, limitado por uma linha norte-sul magnética que passa a proximadamente pela coordenada 446,5 km E. Está dividido em 13 concessões da COPELMI, reunidas sob o nome de "Grupamento Mineiro 1", e atualmente em lavra através do poço Otávio Reis, conforme mapa fig. 8c . Há, nas camadas SB e I_1F , pequenos trechos com espessura superior à mínima que ultrapassam os limites dessas concessões. Portanto, na cubagem esse setor oeste foi dividido em duas percelas:

- Grupamento Mineiro 1

- Periferia do Grupamento Mineiro 1

B - O setor centro-leste, a leste da linha norte-sul magnética acima mencionada. Nesse setor apenas as camadas SB , I_1F e I_2B ocorrem com espessuras superiores aos mínimos econômicos. Há aí 11 alvarás de pesquisa contíguos, a maioria dos quais em nome da COPELMI. Na presente cubagem as áreas compreendidas nesses 11 alvarás foram reunidas como "Grupamento Mineiro 2", conforme mapa fig. 8c . Há nas 3 camadas trechos com esspessura superior a mínima que ultrapassam os limites desse Grupamento Mineiro, principalmente em direção nordeste. Portanto, na cubagem esse se

tor centro-leste foi dividido em duas parcelas:

- Grupamento Mineiro 2
- Periferia do Grupamento Mineiro 2

8.6.2 Cálculo das Reservas

Foram utilizados os critérios exposto no item 2.7.4 . Planimetrou-se, dentro das áreas com espessuras superiores às mínimas, as faixas entre curvas contíguas dos mapas de isópacas. As áreas dessas faixas , multiplicadas pelas respectivas espessuras médias e pelo peso específico de $1,65 \text{ t/m}^3$ resultaram nas reservas de carvão, conforme será detalhado nos itens a seguir.

Conforme o item 8.7.3 , as reservas aqui calculadas correspondem aproximadamente a um carvão com 41,7% de cinzas e 4.300 cal/g, contido *in situ* na camada.

Os quadros de cubagem permitem visualizar a grande diferença entre os dois setores quanto ao nível de conhecimento da jazida, devido a diferenças quanto ao espaçamento das sondagens. No setor oeste a reserva medida corresponde em todas as camadas a mais de 2/3 da reserva total; a reserva inferida é nula ou muito reduzida, nunca superior a 1,5 %. O contrário sucede no setor centro-leste: a reserva medida varia entre 8% e 20% da reserva total; a indicada é sempre superior a 50 % enquanto a reserva inferida tem valores consideráveis, atingindo a 41 % na camada I₁F.

8.6.3 Camada SB

Os trechos cubados abrangem 25 furos com

espessuras de componentes úteis maiores que 0,80 m : 8 no setor oeste e 17 no centro-leste. No setor oeste há ainda 4 furos esparsos com 0,81 a 0,87 m de componentes úteis; foram considerados como fenômenos isolados, não sendo traçadas áreas cubáveis em torno dos mesmos. Destes 25 furos, em 1 do setor oeste e em 4 do leste o carvão espesso está afetado por intrusivas, sendo computadas para cubagem metade da área e metade da reserva correspondente, conforme o Mapa de Áreas Cubadas, figura 81.

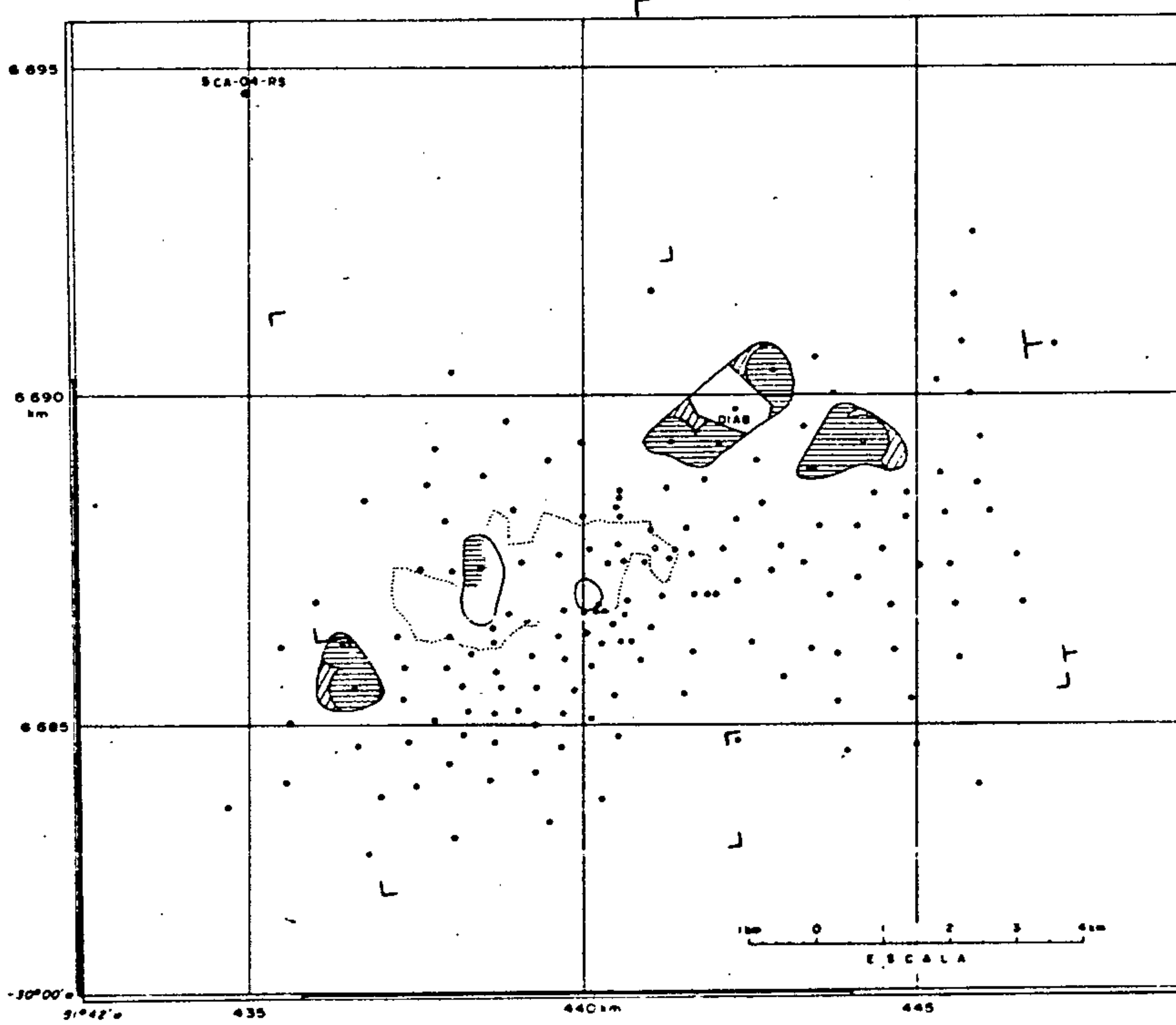
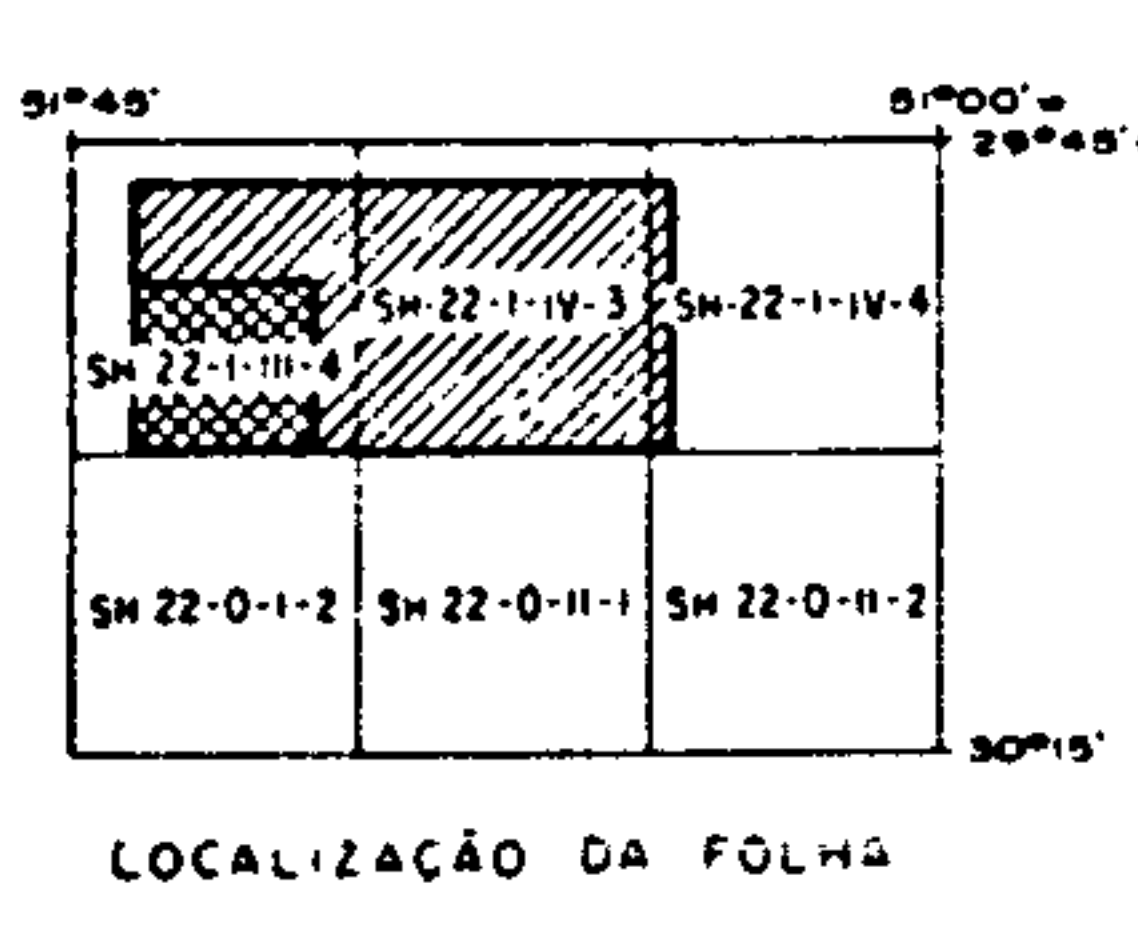
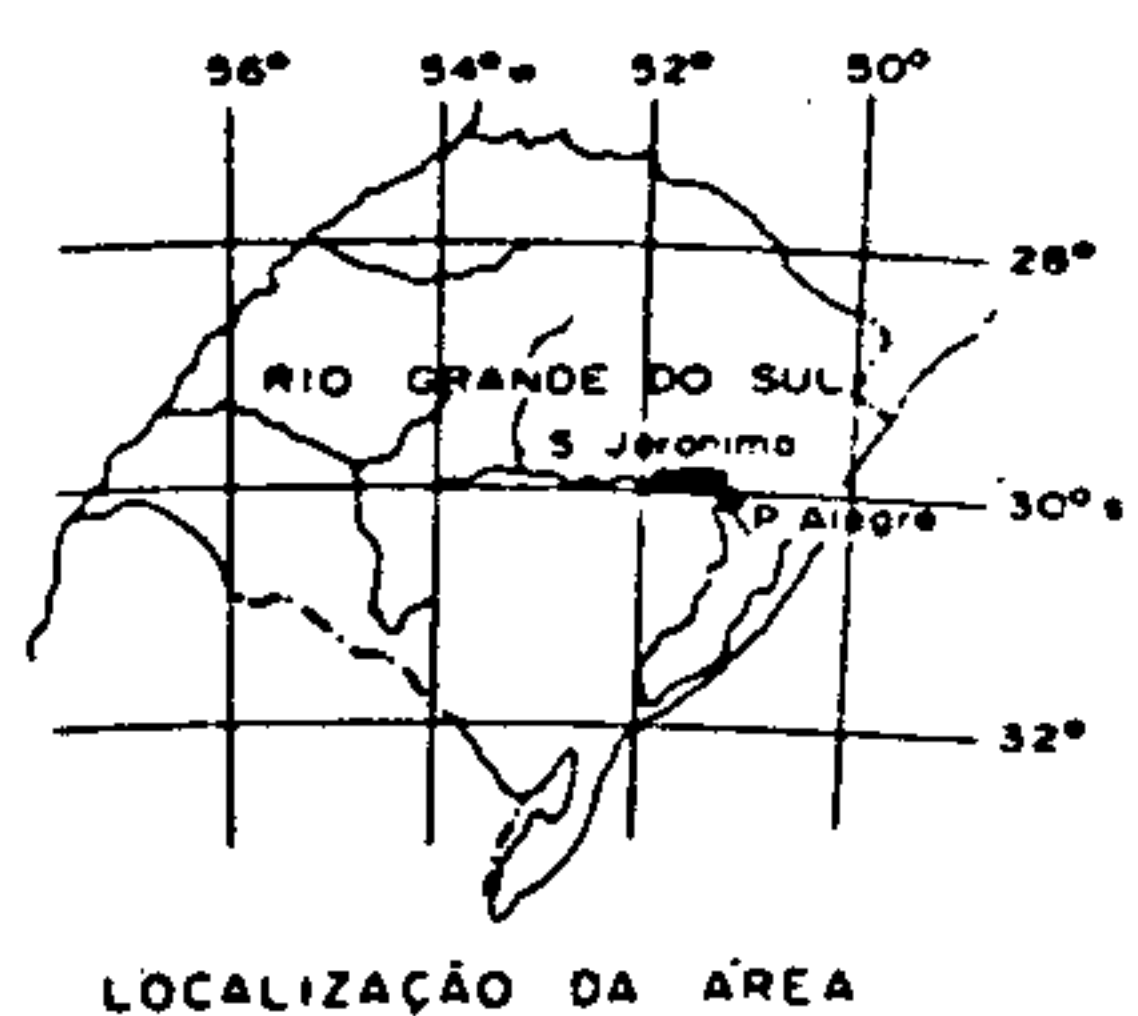
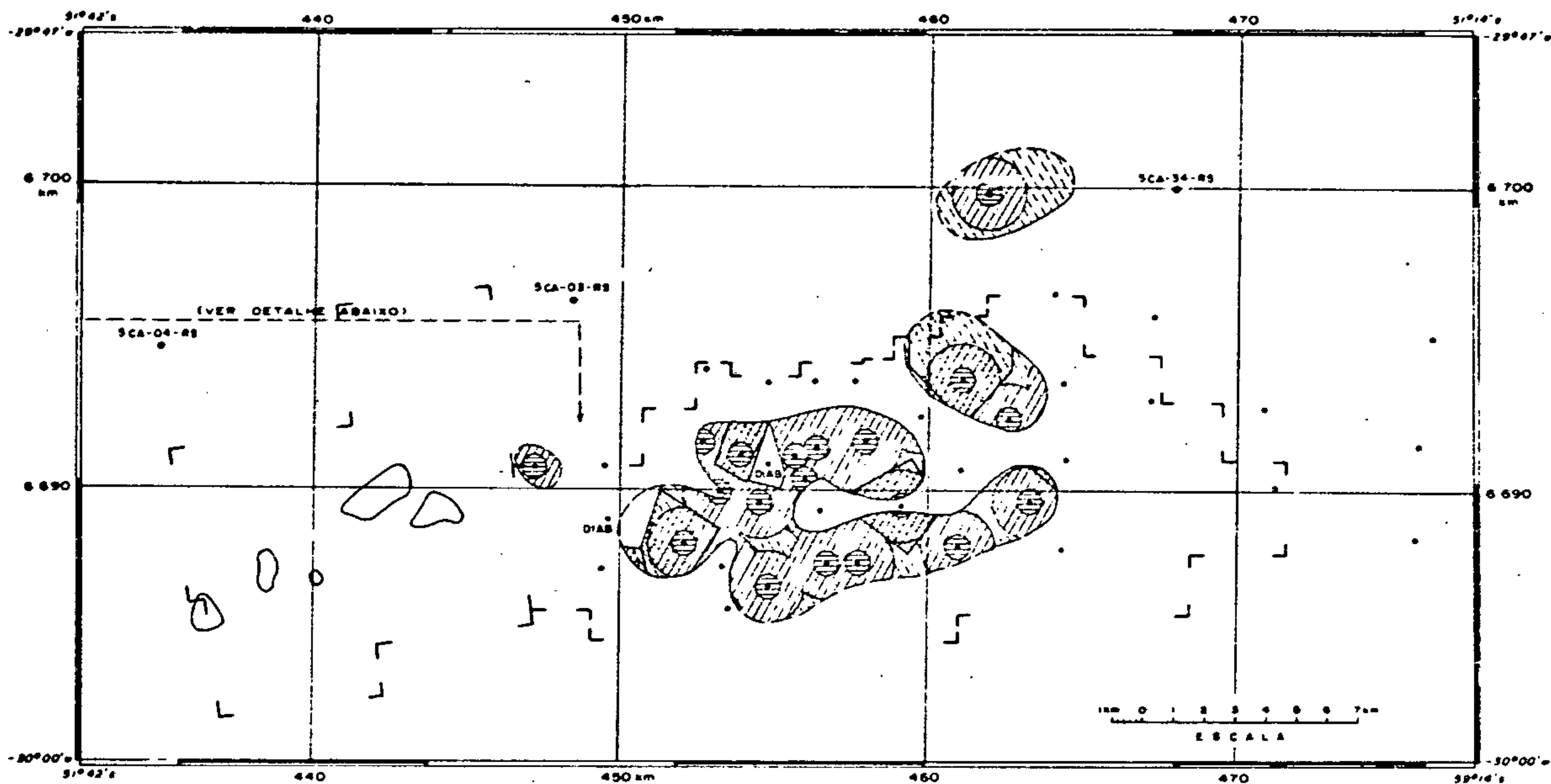
As reservas estão discriminadas nos quadros 8a e 8b, consideradas as isôpacas mínimas de 0,80 m e 1,00 m respectivamente.

Vê-se que as reservas são reduzidas no setor oeste. No centro-leste são consideráveis, embora menores que as das camadas I_1F e I_2B . A espessura é relativamente pequena (média de 1,09 m, contendo $1,80 \text{ t/m}^2$), sendo contrabalançada pela boa qualidade do mineral. Uma consequência muito importante dessa espessura média reduzida é que a faixa de espessura entre 0,80 e 1,00 m representa $5,19 \times 10^6 \text{ t}$, ou seja, 42,5% do total. Se por motivos econômicos essa faixa não puder ser minerada as reservas serão radicalmente reduzidas.

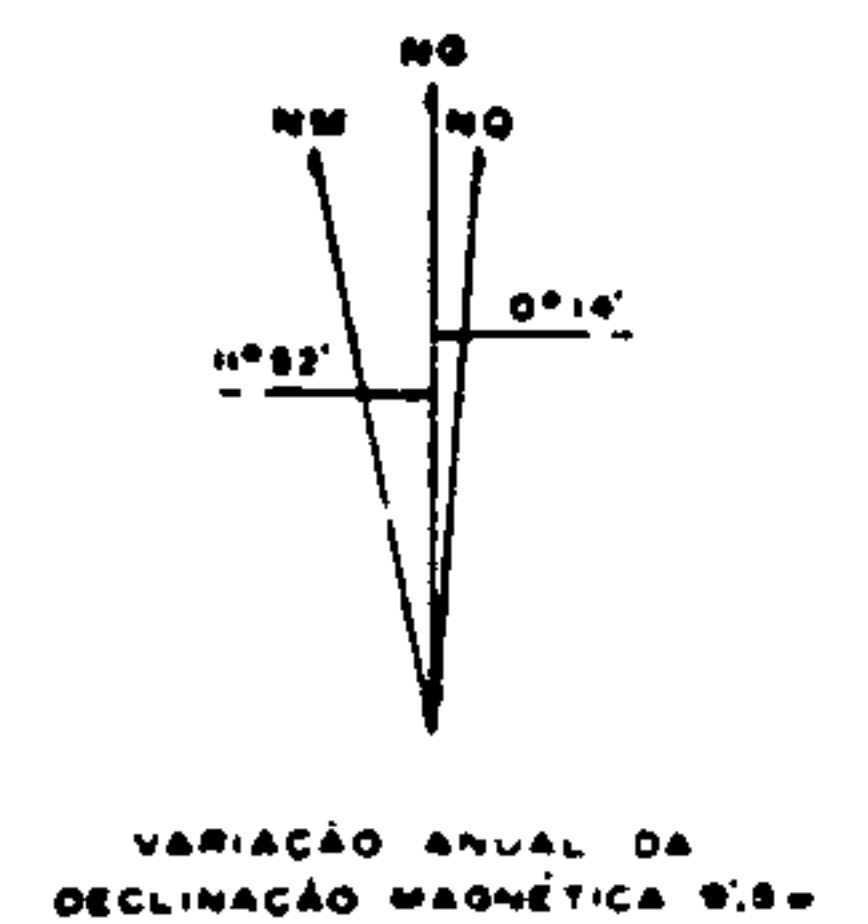
8.6.4 Camada MB

Os trechos cubados, todos no setor oeste, abrangem 11 furos com espessuras de componentes úteis maior que 0,80 m. Um desses furos tem carvão afetado por intrusivas, sendo computados para cubagem metade da área e metade da reserva correspondente, conforme o Mapa de Áreas Cubadas, figura 8m.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- SCA-04-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- DIAB FURO COM CAMADA DESTRUÍDA POR INTRUSÃO
- L VÉRTICES DAS ÁREAS DOS GRUPAMENTOS MINEIROS
- ÁREA MINERADA
- LIMITE ECONÓMICO (0,80m - Corvão)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ÁREA DE RESERVA INDICADA
- ÁREA DE RESERVA INFERIDA

Fig. 81

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS
MAPA DE ÁREAS CUBADAS
DA CAMADA "SB"

SUREG	Eng.º TELMO SUFFERI Coord.º 1988 - 06/88	D. N. P. M.
PORTO ALEGRE	Eng.º RENILDO DA SILVA	1.º DISTRITO
MAP. 08.1488/COPEMI		

QUADRO 8a

RESERVAS DA CAMADA SB - Limite inferior 0,80 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	3,06	4,57	0,60	-	5,17
Periferia do Grupamento Mineiro 1	0,54	0,74	0,26	-	1,00
Sub-total Oeste	3,60	5,31	0,86	-	6,17
Grupamento Mineiro 2	53,63	15,37	70,27	13,42	99,06
Periferia do Grupamento Mineiro 2	10,49	1,27	7,20	8,51	16,98
Sub-Total Centro-Leste	64,12	16,64	77,47	21,93	116,04
RESERVA TOTAL DA CAMADA	67,72	21,95	78,33	21,93	122,21

OBS.: 1,04 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

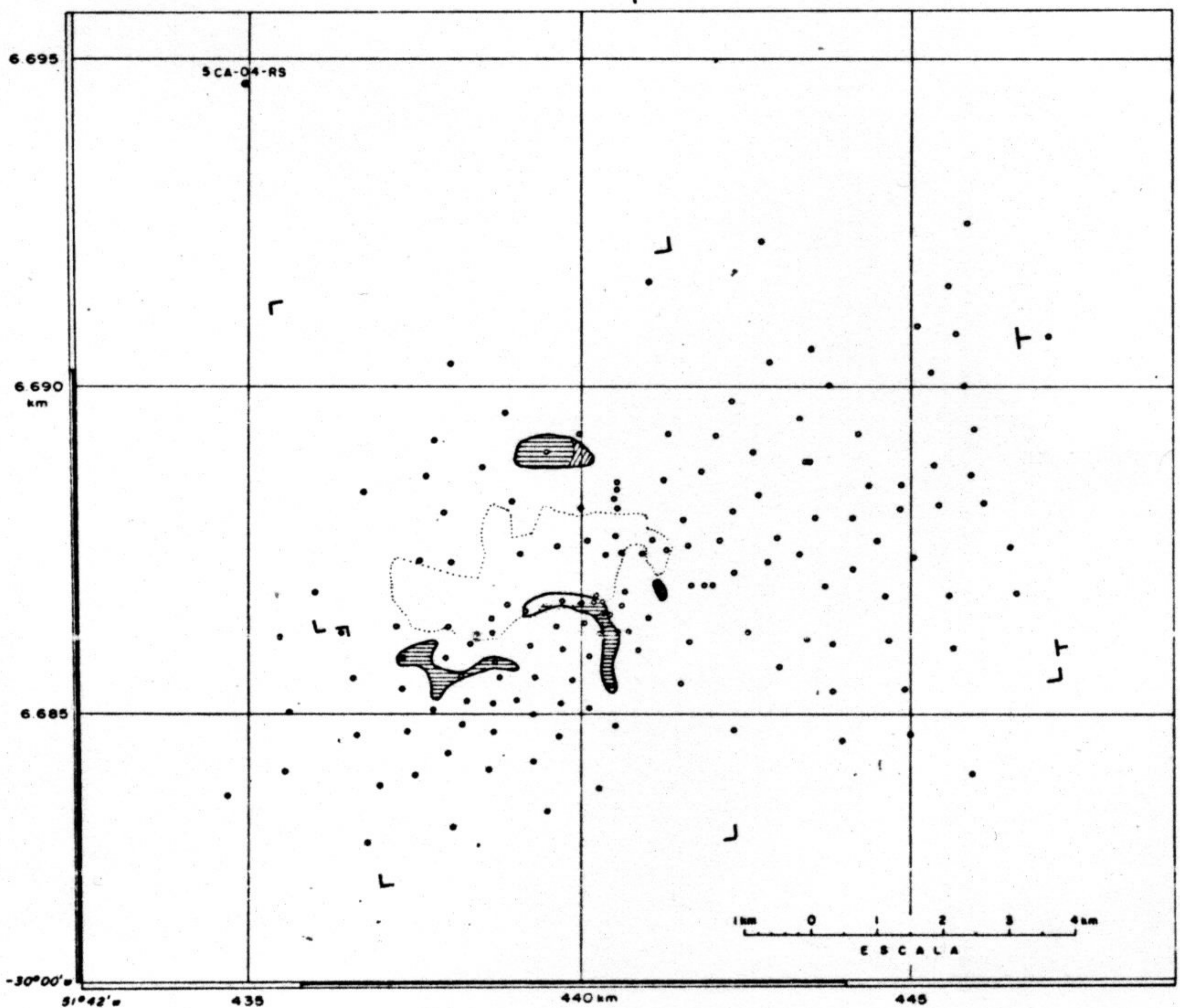
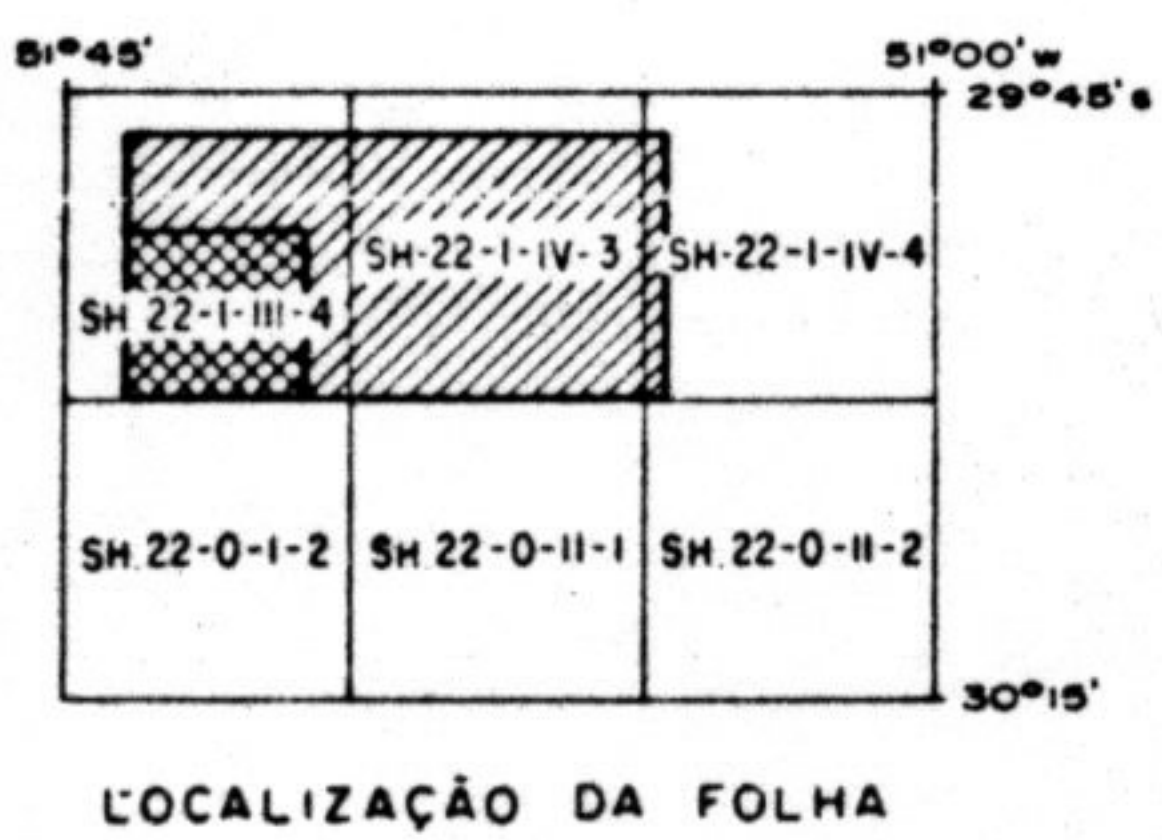
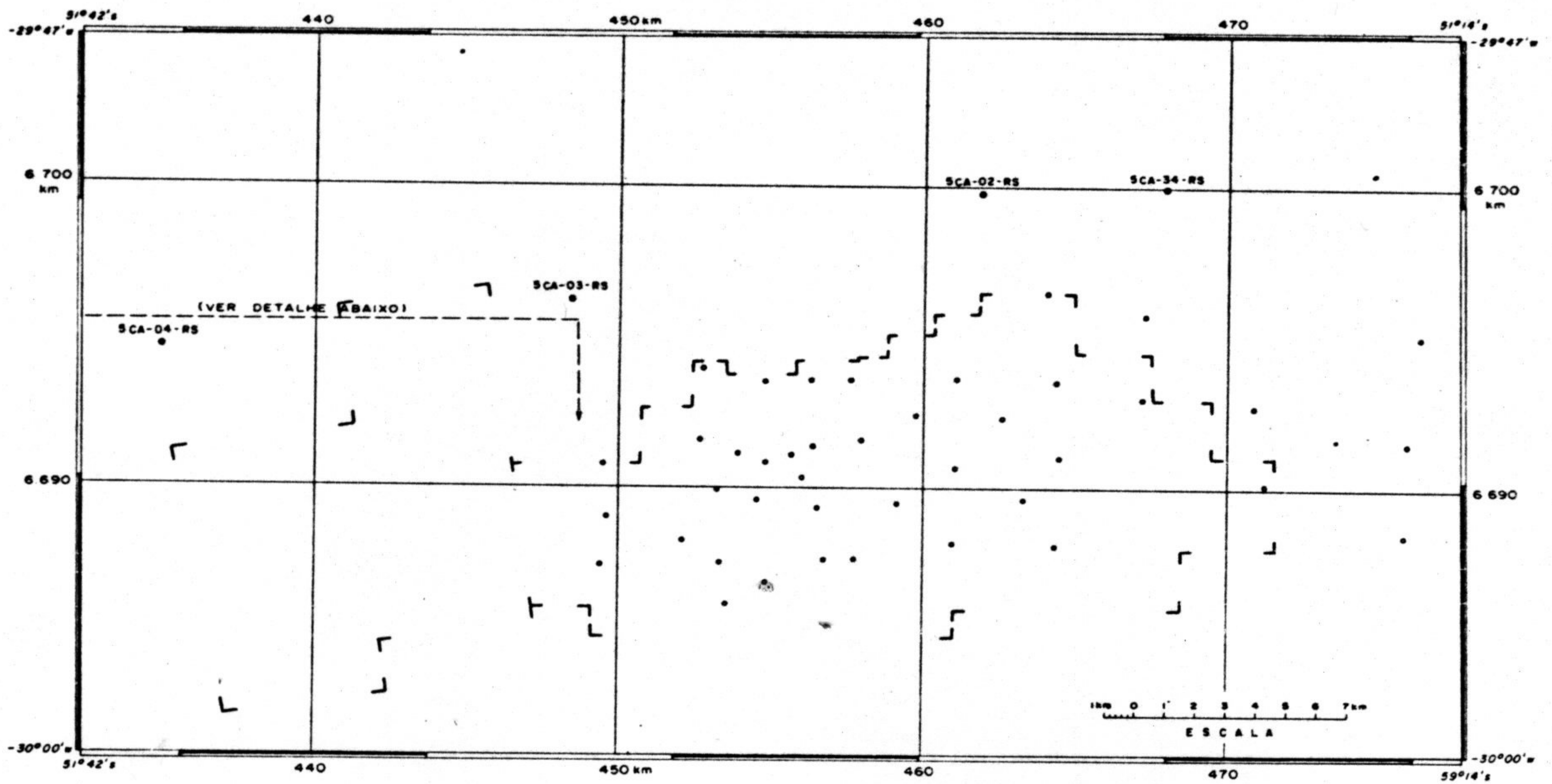
QUADRO 8b

RESERVAS DA CAMADA SB - Limite inferior 1,00 m

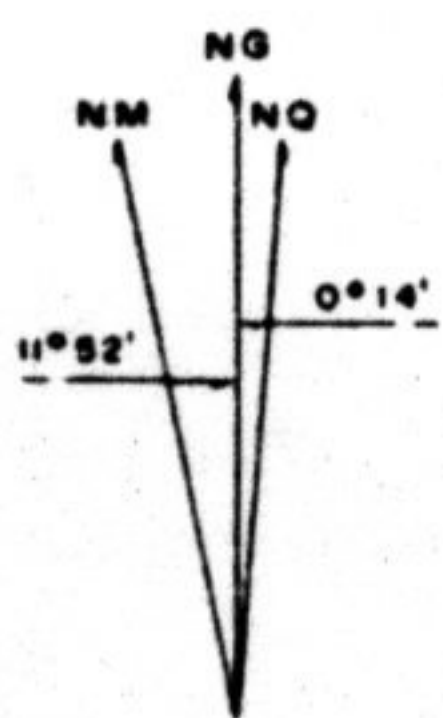
B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	1,07	2,07	0,14	-	2,21
Periferia do Grupamento Mineiro 1	0,34	0,62	0,08	-	0,70
Sub-Total Oeste	1,41	2,69	0,22	-	2,91
Grupamento Mineiro 2	28,92	12,71	44,79	4,87	62,37
Periferia do Grupamento Mineiro 2	2,44	1,18	3,40	0,45	5,03
Sub-Total Centro-Leste	31,36	13,89	48,19	5,32	67,40
RESERVA TOTAL DA CAMADA	32,77	16,58	48,41	5,32	70,31

OBS.: 0,31 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIAÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,5W

CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- SCA-04-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- DIAB FURO COM CAMADA DESTRUÍDA POR INTRUSÃO
- L VÉRTICES DAS ÁREAS DOS GRUPAMENTOS MINEIROS
- ÁREA MINERADA
- LIMITE ECONÔMICO (0,80m - Carvão)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ◐ ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ◑ ÁREA DE RESERVA INDICADA

Fig. 8m

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ÁREAS CUBADAS
DA CAMADA "MB"

SUREG
PORTO ALEGRE
MAP 08 1486/COREM1

ENG. TELMO SUFFERT
CREA 11.708 - 9ª REG
DR. RENILDO DA SILVA

D N P M
1º DISTRITO

QUADRO 8c

RESERVAS DA CAMADA MB — Limite inferior 0,80

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	1,19	1,57	0,19	-	1,76
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	1,19	1,57	0,19	-	1,76
Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Periferia do Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Sub-Total Centro-Leste	-	-	-	-	-
RESERVA TOTAL DA CAMADA	1,19	1,57	0,19	-	1,76

OBS.: 0,31 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo Poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

QUADRO 8d

RESERVAS DA CAMADA MB - Limite inferior 1,00 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	0,17	0,25	-	-	0,25
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	0,17	0,25	-	-	0,25
Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Periferia do Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Sub-Total Centro-Leste	-	-	-	-	-
RESERVA TOTAL DA CAMADA	0,17	0,25	-	-	0,25

OBS.: 0,04 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

As reservas estão discriminadas nos quadros 8c e 8d , consideradas as isópacas mínimas de 0,80 m e 1,00 m respectivamente.

Vê-se que as reservas são quantitativamente insignificantes, só podendo ser exploradas em pequenas áreas muito restritas, em conjugação com a camada I_1F sottoposta, fato que, aliás, já aconteceu em pequeno trecho a noroeste de Charqueadas.

3.6.5 Camada I_1F

A jazida cubada abrange 164 furos com espessuras de componentes úteis maiores que 1,00 m : 134 no setor oeste e 30 no centro-leste. Dentro da área de carvão espesso, em 23 furos do setor oeste e em 11 do leste o carvão está afetado por intrusivas, sendo computadas para cubagem metade das áreas e metade das reservas correspondentes, conforme o Mapa de Áreas Cubadas, figura 8n. .

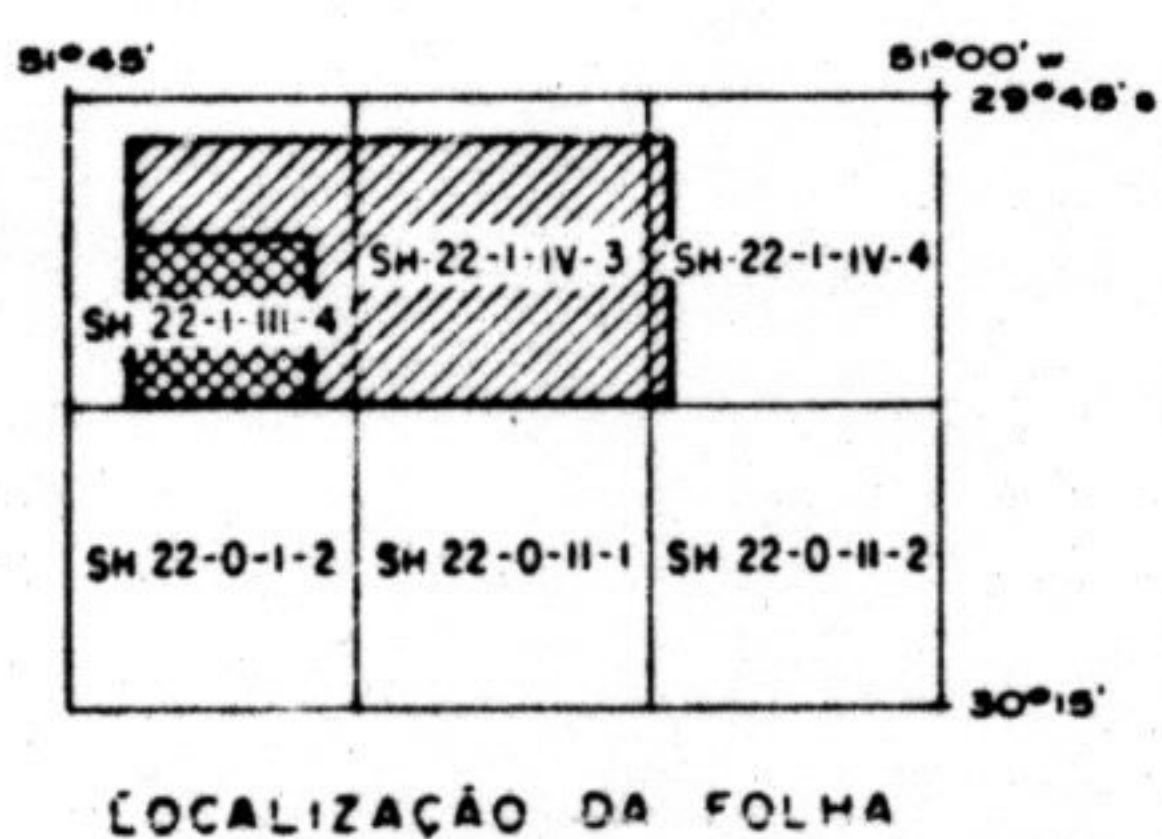
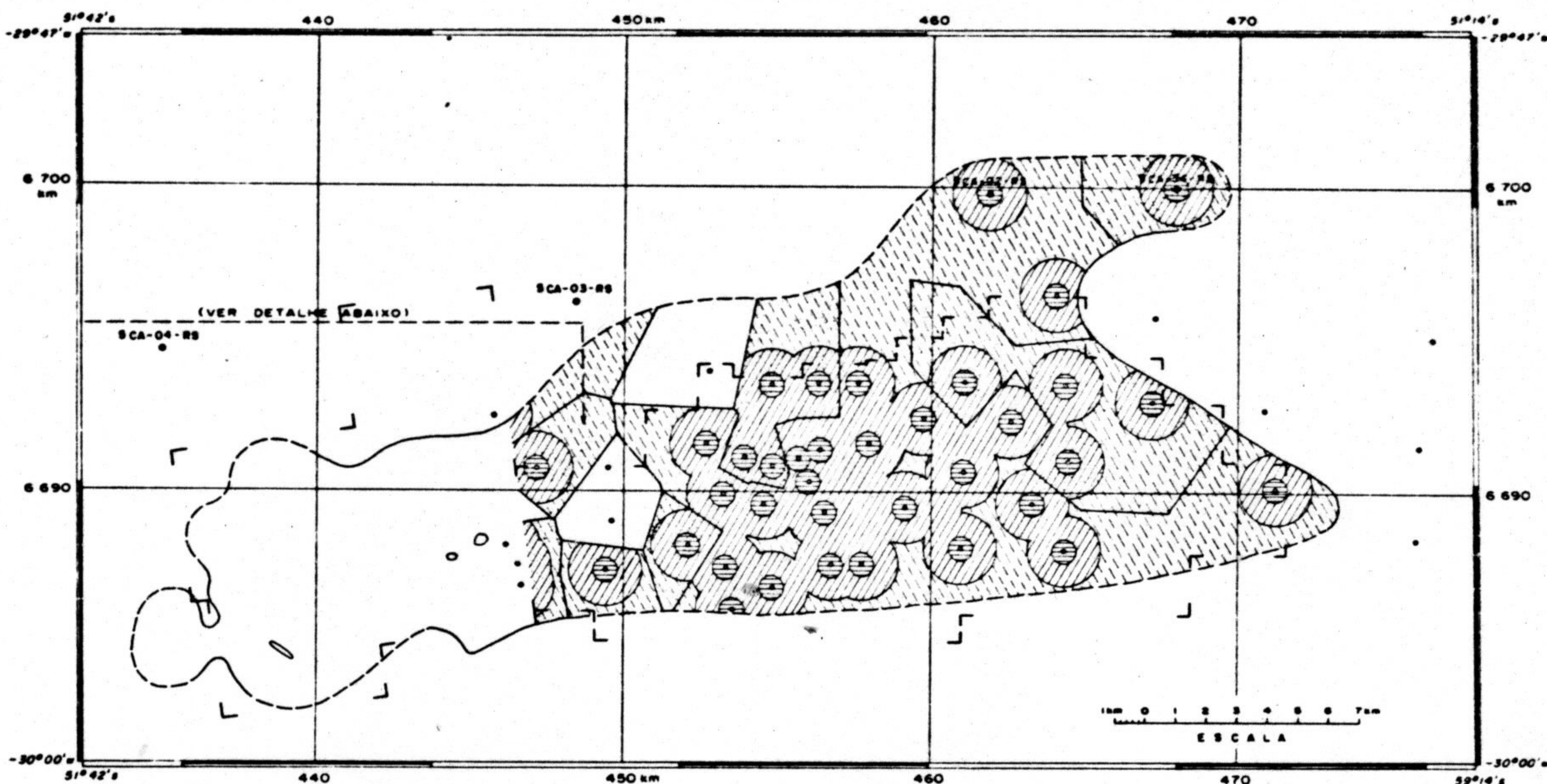
As reservas estão discriminadas nos quadros 8e e 8f , consideradas as isópacas mínimas de 1,00 e 1,25 m , respectivamente.

A camada I_1F é a que apresenta maior extensão e maiores reservas, em ambos os setores; tem em média 2,59 t/m² de componentes úteis. É necessário destacar que no setor centro-leste a proporção de reserva medida é muito pequena, inferior a 10% do total. Se a faixa de espessura entre 1,00 e 1,25 m for excluída, por razões econômicas, das reservas, estas se reduzirão em 14,5 %.

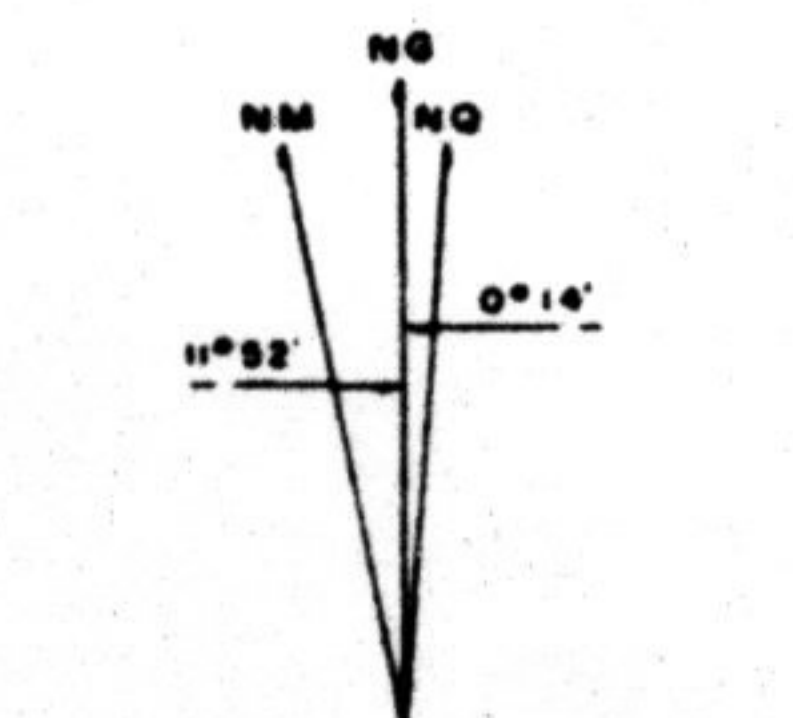
3.6.6 Camada I_2B

Os trechos cubados abrangem 76 furos com espessuras de componentes úteis maiores que 0,80 m : 48 no

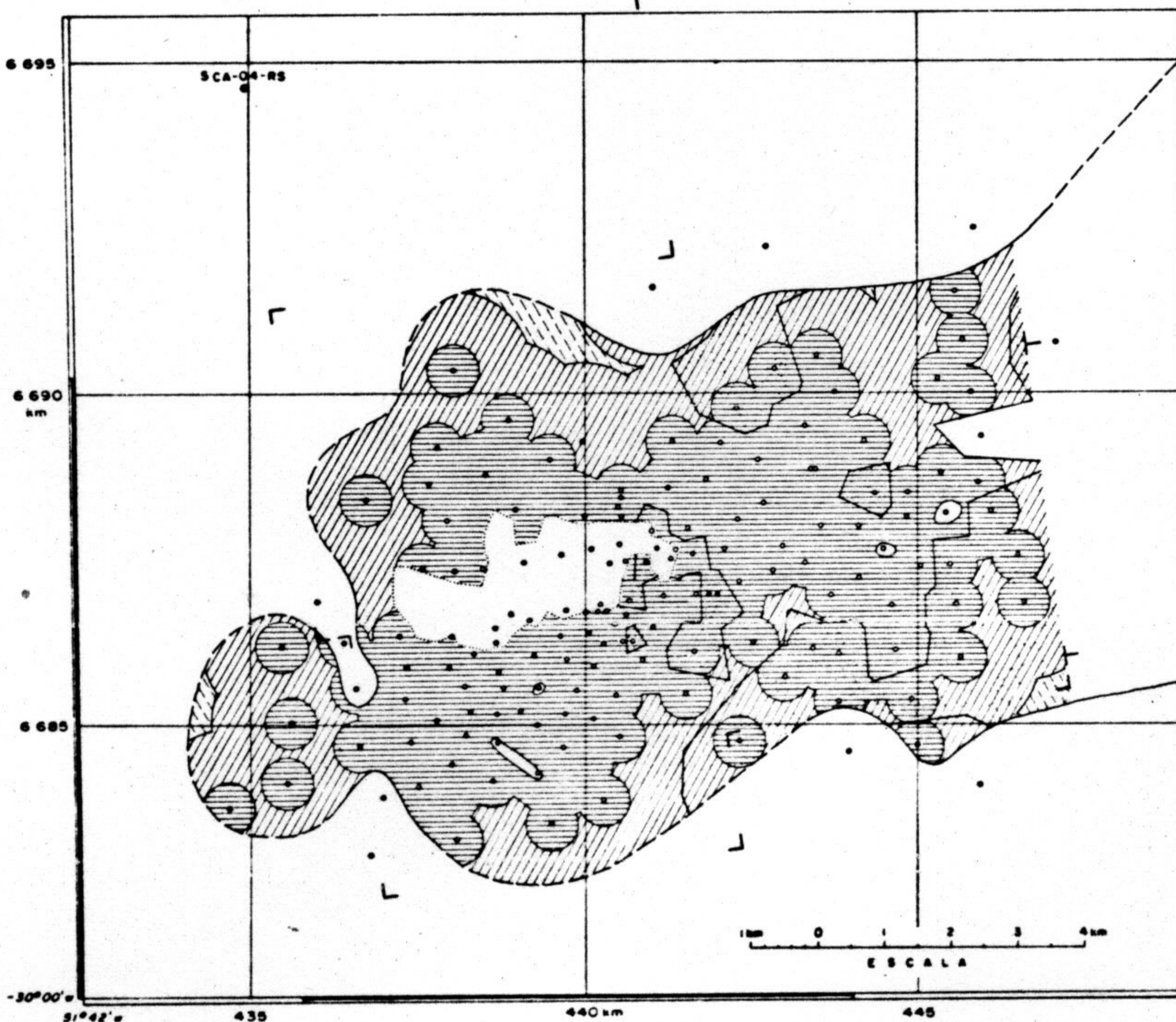
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,8"



CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- SCA-04-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO COM CAMADA DESTRUÍDA POR INTRUSÃO
- DIAS
- L VÉRTICES DAS ÁREAS DOS GRUPEMOTOS MINEIROS
- ÁREA MINERADA
- LIMITE ECONÔMICO (1,00 m - Carvão)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ◐ ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ◑ ÁREA DE RESERVA INDICADA
- ◒ ÁREA DE RESERVA INFERIDA

Fig. 8a

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ÁREAS CUBADAS
DA CAMADA "I_F"

BUREG	Eng. TELMO SUFFERT	D. N. P. M.
PORTO ALEGRE	Des. RENILDO DA SILVA	1.º DISTRITO
MAP 06 1487/COREMI		

QUADRO 8e

RESERVAS DA CAMADA I₁F - Limite inferior 1,00 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	59,96	124,67	50,99	2,23	177,89
Periferia do Grupamento Mineiro 1	8,11	6,95	10,86	0,71	18,52
Sub-Total Oeste	68,07	131,62	61,85	2,94	196,41
Grupamento Mineiro 2	143,42	40,61	227,98	107,41	376,00
Periferia do Grupamento Mineiro 2	57,87	3,18	23,66	97,53	124,37
Sub-Total Centro-Leste	201,29	43,79	251,64	204,94	500,37
RESERVA TOTAL DA CAMADA	269,36	175,41	313,49	207,88	696,78

OBS.: 17,79 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

QUADRO 8f

RESERVAS DA CAMADA I₁F - Limite inferior 1,25 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	52,20	119,64	42,52	1,33	163,49
Periferia do Grupamento Mineiro 1	4,81	5,48	6,91	-	12,39
Sub-Total Oeste	57,01	125,12	49,43	1,33	175,88
Grupamento Mineiro 2	122,91	38,07	214,76	85,10	337,93
Periferia do Grupamento Mineiro 2	34,98	2,94	16,22	62,72	81,88
Sub-Total Centro-Leste	157,89	41,01	230,98	147,82	419,81
RESERVA TOTAL DA CAMADA	214,90	166,13	280,41	149,15	595,69

OBS.: 17,79 x 10⁶ t, cubadas dentro dos limites da área minerada pelo poço Otávio Reis, foram excluídas das reservas.

setor oeste e 28 no centro-leste. Dentro da área de carvão espesso, em 14 furos do setor oeste e em 5 do centro-leste o carvão espesso está afetado por intrusivas, sendo computadas para cubagem metade das áreas e metade das reservas correspondentes, conforme o Mapa de Áreas Cubadas, figura 8o.

As reservas estão discriminadas nos quadros 8g e 8h, consideradas as isópacas mínimas de 0,80 e 1,00 m, respectivamente.

A camada I_2B tem extensão e volume de reservas pouco menores que a I_1F . Sua espessura média é a maior de todas, alcançando 1,94 m; contém em média $3,21t/m^2$ de componentes úteis. A maior parte é constituída de carvão espesso; a faixa com 0,80 m a 1,00 m representa apenas 4,3% da reserva total da camada.

8.6.7 Camada I_3F

Ocorre com espessura superior a 1,00 m apenas no setor oeste, onde os trechos cubados abrangem 15 furos, conforme o Mapa de Áreas Cubadas, figura 8p.

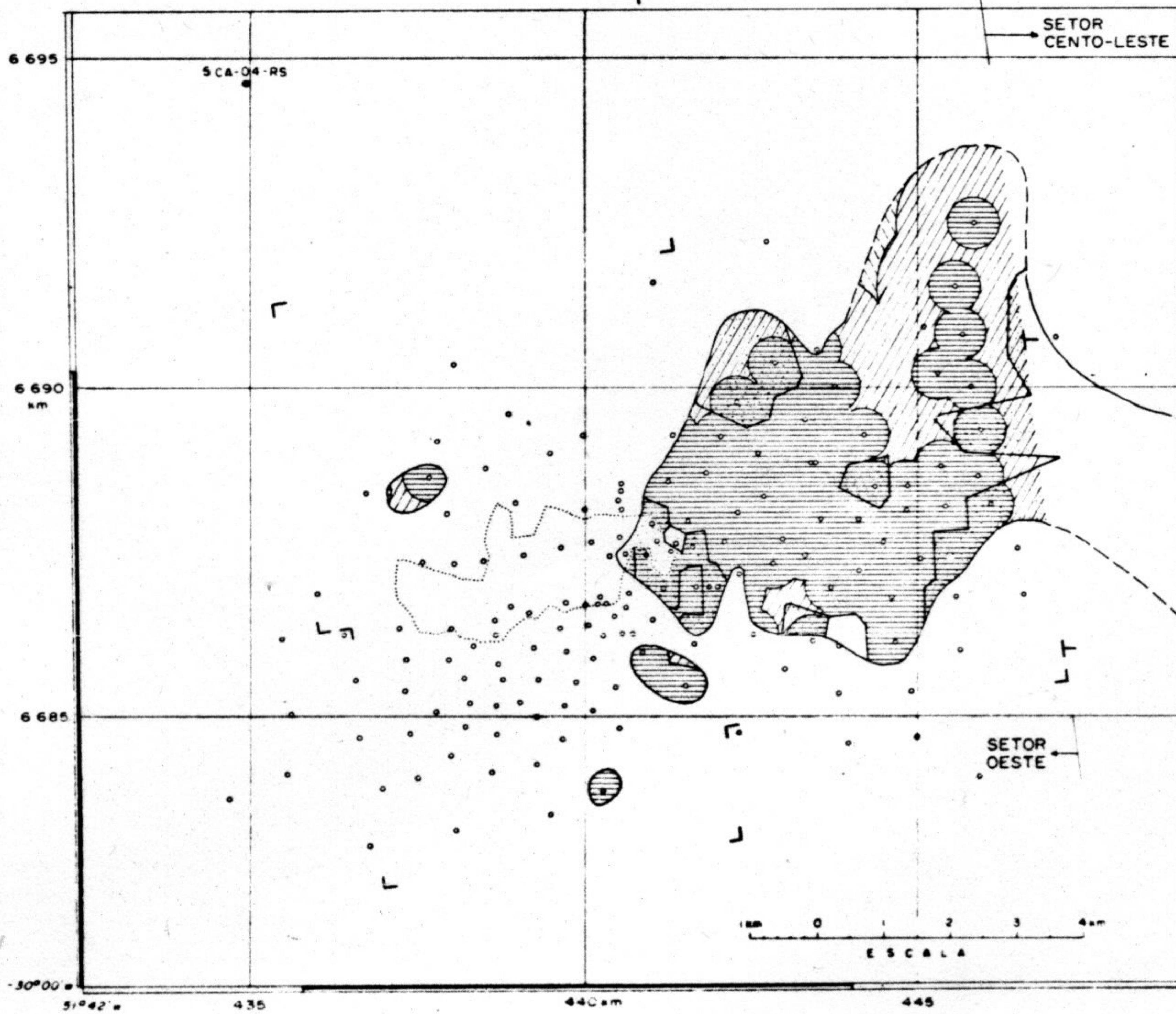
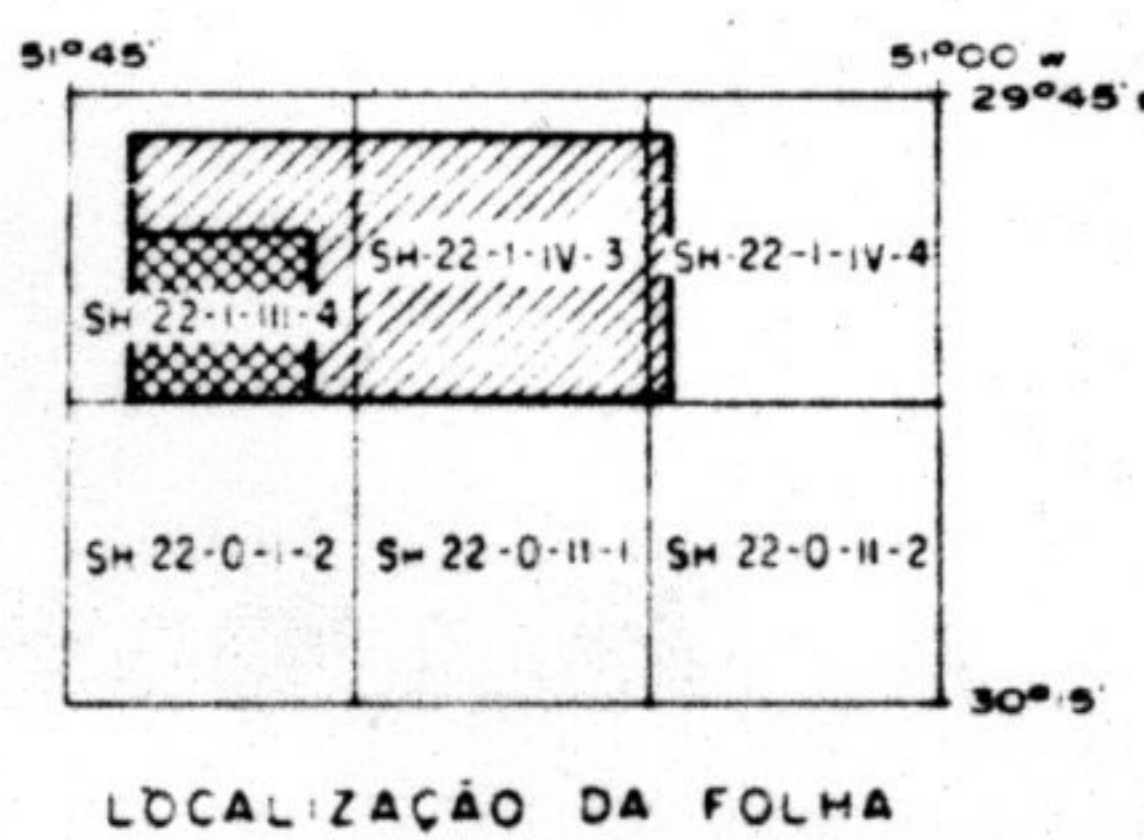
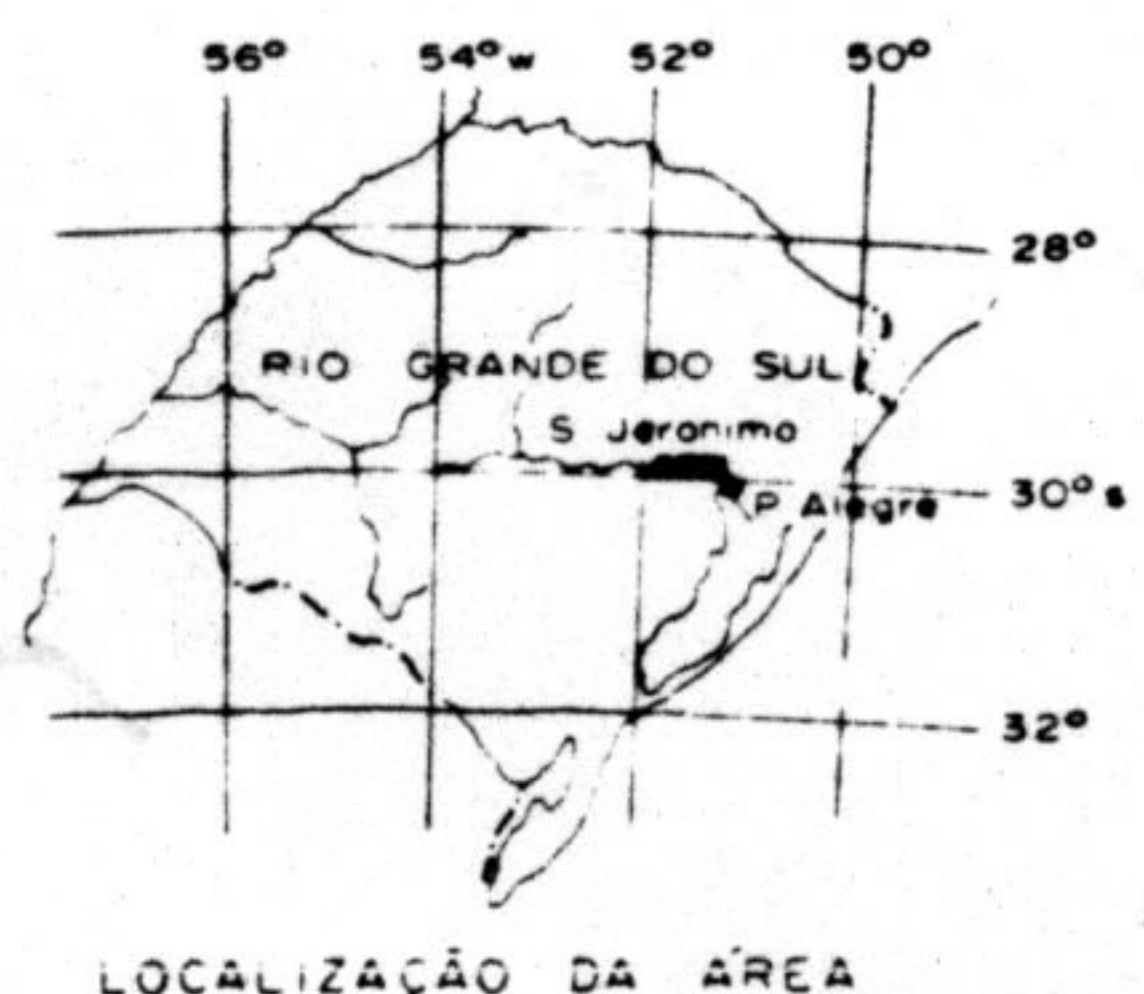
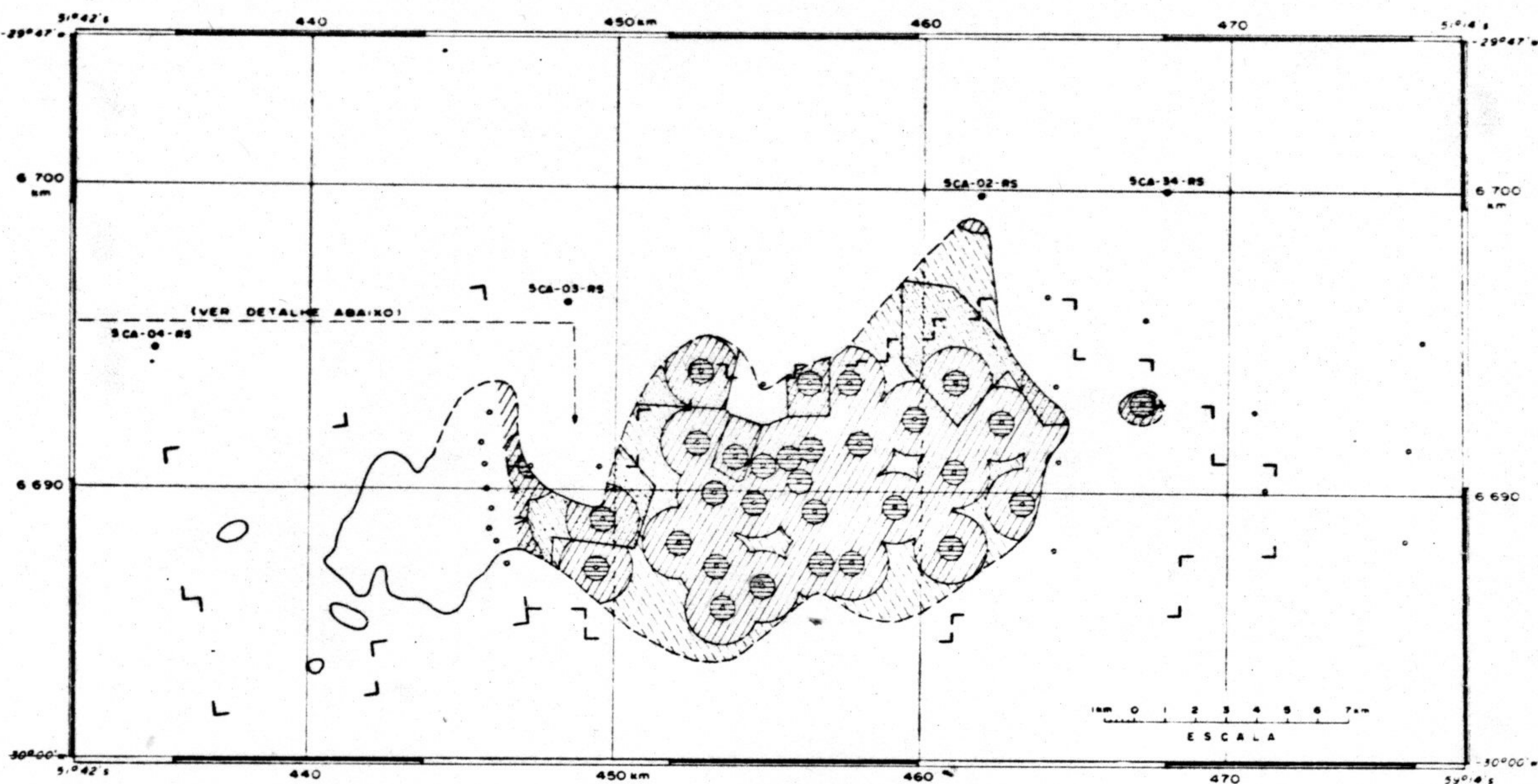
As reservas estão discriminadas nos quadros 8i a 8j, consideradas as isópacas mínimas de 1,00 e 1,25 m, respectivamente.

Vê-se que as reservas são quantitativamente bastante reduzidas, só podendo ser mineradas em áreas restritas, em conjugação com a camada I_1F sobreposta. 65% da reserva está na faixa com espessura entre 1,00 m e 1,25 m.

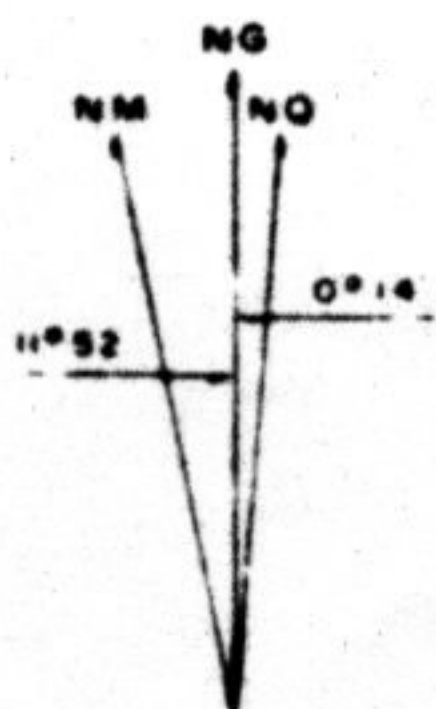
8.6.8 Reservas Totais

Nos quadros 8k e 8l estão resumidas

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIACÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,9"

CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- SCA-04-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- FURO COM CAMADA DESTRUÍDA POR INTRUSÃO
- DIAB
- L VÉRTICES DAS ÁREAS DOS GRUPAMENTOS MINEIROS
- ÁREA MINERADA
- LIMITE ECONÔMICO (0,80m - Carvão)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ÁREA DE RESERVA INDICADA
- ÁREA DE RESERVA INFERIDA

Fig 80

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ÁREAS CUBADAS
DA CAMADA "I₂B"

SUREG	Eng.º TELMO SUFFERT CREA 108 - SP/RS	D. N. P. M.
PORTO ALEGRE	Des. RENILDO DA SILVA	P. S. STRIPO
Map. 08 1453/COPEMI		

QUADRO 8g

RESERVAS DA CAMADA I₂B - Limite inferior 0,80 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	26,86	52,19	20,12	0,33	72,64
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	26,86	52,19	20,12	0,33	72,64
Grupamento Mineiro 2	111,90	55,53	263,08	71,77	390,38
Periferia do Grupamento Mineiro 2	13,98	0,27	6,35	20,04	26,66
Sub-Total Centro-Leste	125,88	55,80	269,43	91,81	417,04
RESERVA TOTAL DA CAMADA	152,74	107,99	289,55	92,14	489,68

OBS.: 0,39 x 10⁶ t, localizadas sob a área minerada pelo poço Otávio Reis, foram incluídas nas reservas.

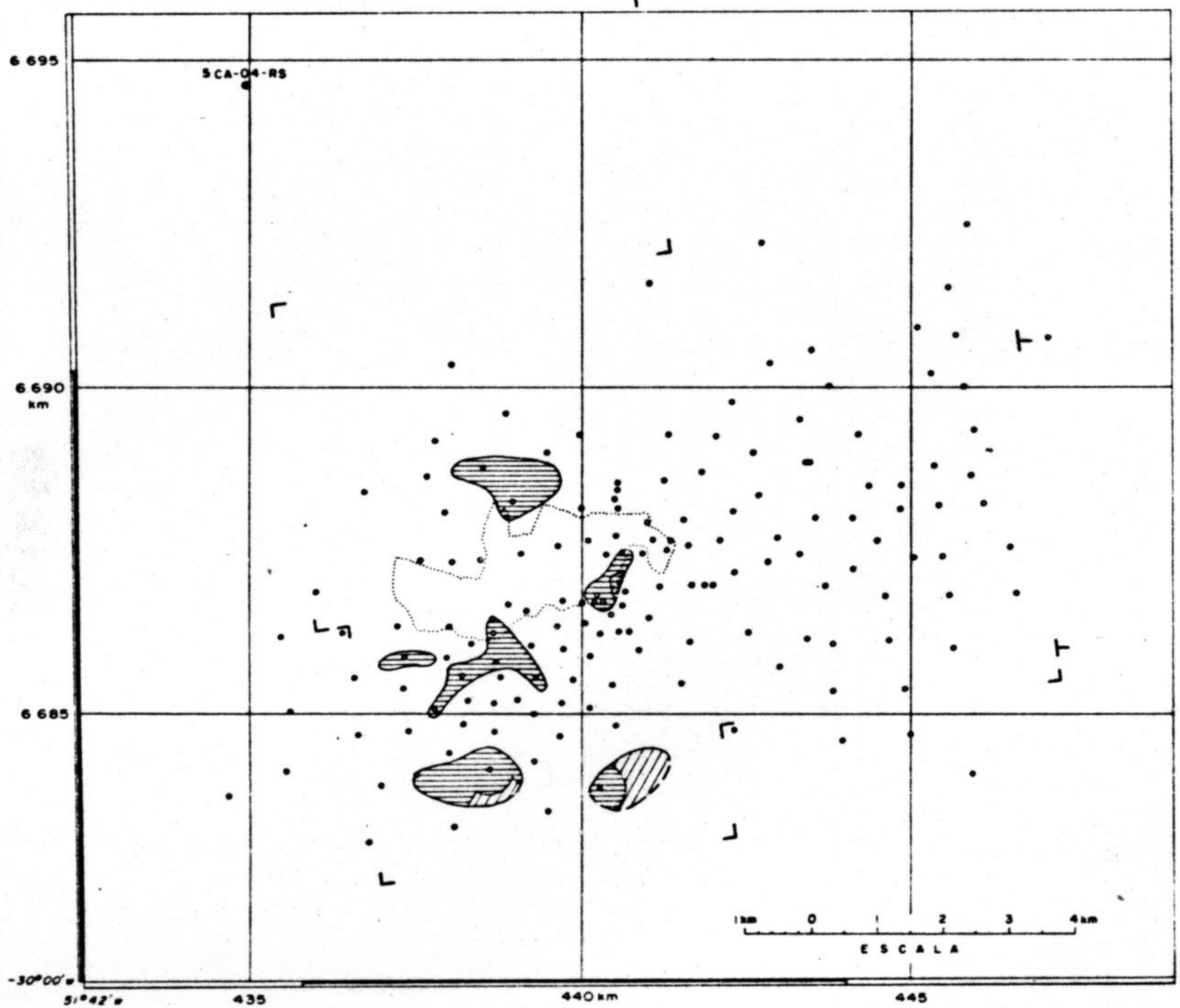
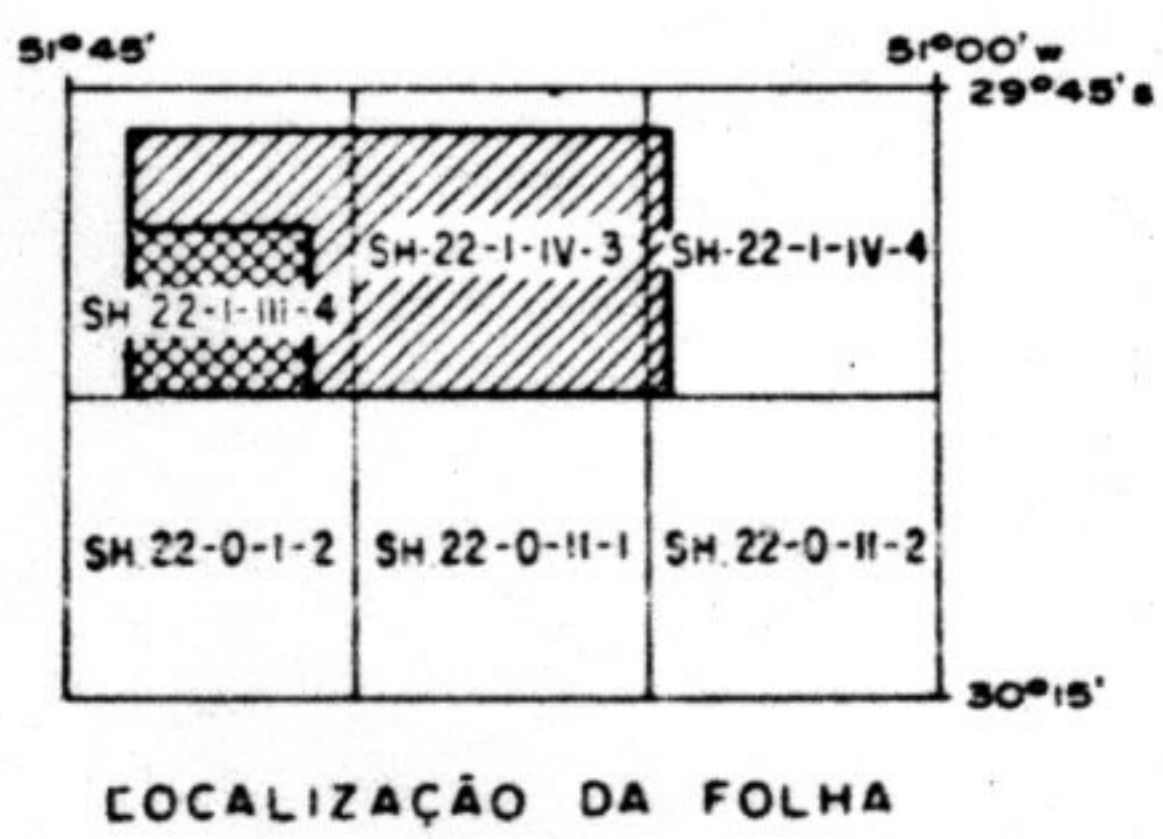
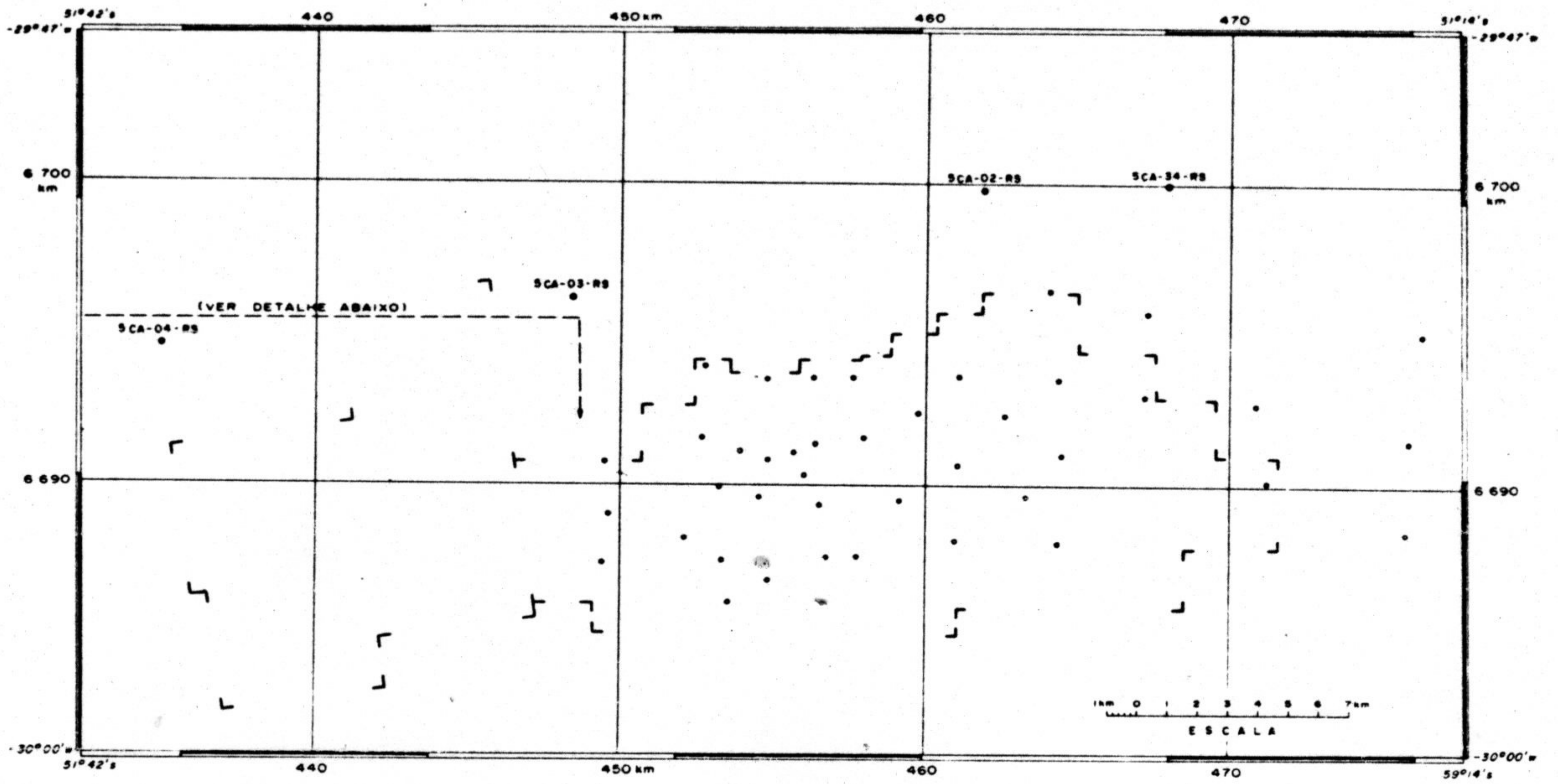
QUADRO 8h

RESERVAS DA CAMADA I₂B - Limite inferior 1,00 m

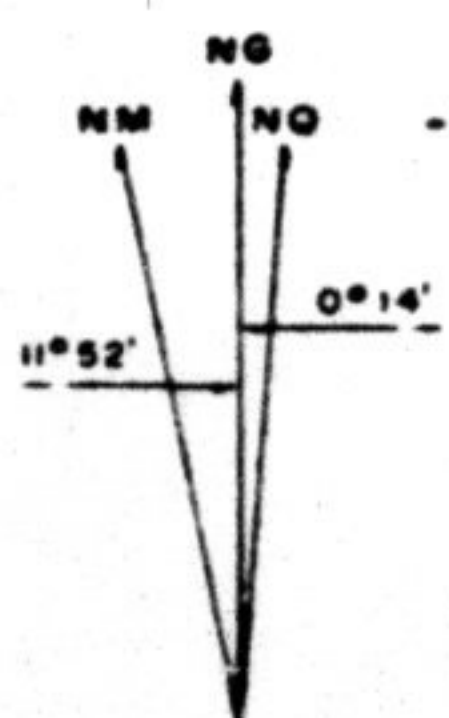
B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	23,19	48,51	18,66	0,02	67,19
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	23,19	48,51	18,66	0,02	67,19
Grupamento Mineiro 2	105,05	54,85	257,73	67,62	380,20
Periferia do Grupamento Mineiro 2	8,63	0,24	4,48	14,00	18,72
Sub-Total Centro-Leste	113,68	55,09	262,21	81,62	398,92
RESERVA TOTAL DA CAMADA	136,87	103,60	280,87	81,64	466,11

OBS.: 0,27 x 10⁶ t, localizadas sob a área minerada pelo poço Otávio Reis, foram incluídas nas reservas.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA - 1978
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



VARIAÇÃO ANUAL DA
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 9,5"

CONVENÇÕES

- FURO DE SONDA EXECUTADO PELA COPELMI
- SCA-04-RS FURO DE SONDA DESTE PROJETO
- DIAB FURO COM CAMADA DESTRUIDA POR INTRUSÃO
- L VÉRTICES DAS ÁREAS DOS GRUAMENTOS MINEIROS
- ÁREA MINERADA
- LIMITE ECONÔMICO (1,00 m - Corvêa)
- ÁREA DE CARVÃO AFETADA POR INTRUSÃO
- ÁREA DE RESERVA MEDIDA
- ÁREA DE RESERVA INDICADA

Fig. 8p

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul - 1978



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

MAPA DE ÁREAS CUBADAS
DA CAMADA "I₃F"

SUREG
PORTO ALEGRE
Map 08.1459/COREMI

Eng. TELMO SUFFERT
CREA 11.788 - 9ª REG
Des. RENILDO DA SILVA

D N P M
1º DISTRITO

QUADRO 8i

RESERVAS DA CAMADA I₃F - Limite inferior 1,00 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	4,01	7,04	1,07	-	8,11
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	4,01	7,04	1,07	-	8,11
Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Periferia do Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Sub-Total Centro-Leste	-	-	-	-	-
RESERVA TOTAL DA CAMADA	4,01	7,04	1,07	-	8,11

OBS.: 0,69 x 10⁶ t, localizadas sob a área minerada pelo poço Otávio Reis, foram incluídas nas reservas.

QUADRO 8j

RESERVAS DA CAMADA I₃F - Limite inferior 1,25 m

B L O C O	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
		Medida	Indicada	Inferida	Total
Grupamento Mineiro 1	1,16	2,82	-	-	2,82
Periferia do Grupamento Mineiro 1	-	-	-	-	-
Sub-Total Oeste	1,16	2,82	-	-	2,82
Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Periferia do Grupamento Mineiro 2	-	-	-	-	-
Sub-Total Centro-Leste	-	-	-	-	-
RESERVA TOTAL DA CAMADA	1,16	2,82	-	-	2,82

OBS.: 0,41 x 10⁶ t, localizadas sob a área minerada pelo poço Otávio Reis, foram incluídas na cubagem.

as reservas das várias camadas, consideradas tanto as espessuras mínimas deste Relatório como as espessuras limites 25% superiores a esse mínimos. Chegou-se assim a um total de $1.318,54 \times 10^6$ t, que divide-se aproximadamente em 24 % de reserva medida, 52 % de indicada e 24 % de inferida.

Não foi julgado necessário executar maior número de quadros em que, para a soma das 5 camadas, as várias classes de reservas (medida, indicada e inferida) se distribuíssem entre os grupamentos mineiros. São apresentados apenas, no quadro 8m, as reservas totais distribuídas por áreas. Vê-se pelo mesmo que o setor Oeste contém aproximadamente 22 % das reservas de toda a área de Charqueadas.

8.7 Qualidade

A qualidade do carvão da jazida de Charqueadas será aqui estudada sob 4 aspectos:

- *Rank e Grade*, cujas definições precisas estão no estudo reunido em Apêndice a este Relatório.
- Lavabilidade, ou seja a maior ou menor facilidade em desdobrar por processo gravimétricos o carvão bruto em produtos vendáveis e estéril franco.
- Efeitos localizados de intrusões de diábasio que prejudicaram a qualidade do carvão em numerosos trechos da jazida.

8.7.1 Informações Disponíveis

QUADRO 8k

RESERVAS TOTAIS - Espessuras limite m̃nimas

CAMADAS	ESPESSURA LIMITE (m)	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			Medida	Indicada	Inferida	Total
SB	0,80	67,72	21,95	78,33	21,93	122,21
MB	0,80	1,19	1,57	0,19	-	1,76
I ₁ F	1,00	269,36	175,41	313,49	207,88	696,78
I ₂ B	0,80	152,74	107,99	289,55	92,14	489,68
I ₃ F	1,00	4,01	7,04	1,07	-	8,11
RESERVAS TOTAIS		-	313,96 (23,8%)	682,63 (51,8%)	321,95 (24,4%)	1.318,54 (100,0%)

QUADRO 82

RESERVAS TOTAIS - Espessuras limites 25% superiores aos mínimos

CAMADAS	ESPESSURA LIMITE (m)	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			Medida	Indicada	Inferida	Total
SB	1,00	32,77	16,58	48,41	5,32	70,31
MB	1,00	0,17	0,25	-	-	0,25
I ₁ F	1,25	214,90	166,13	280,41	149,15	595,69
I ₂ B	1,00	136,87	103,60	280,87	81,64	466,11
I ₃ F	1,25	1,16	2,82	-	-	2,82
RESERVAS TOTAIS		-	289,38 (25,5%)	609,69 (53,7%)	236,11 (20,8%)	1.135,18 (100,0%)

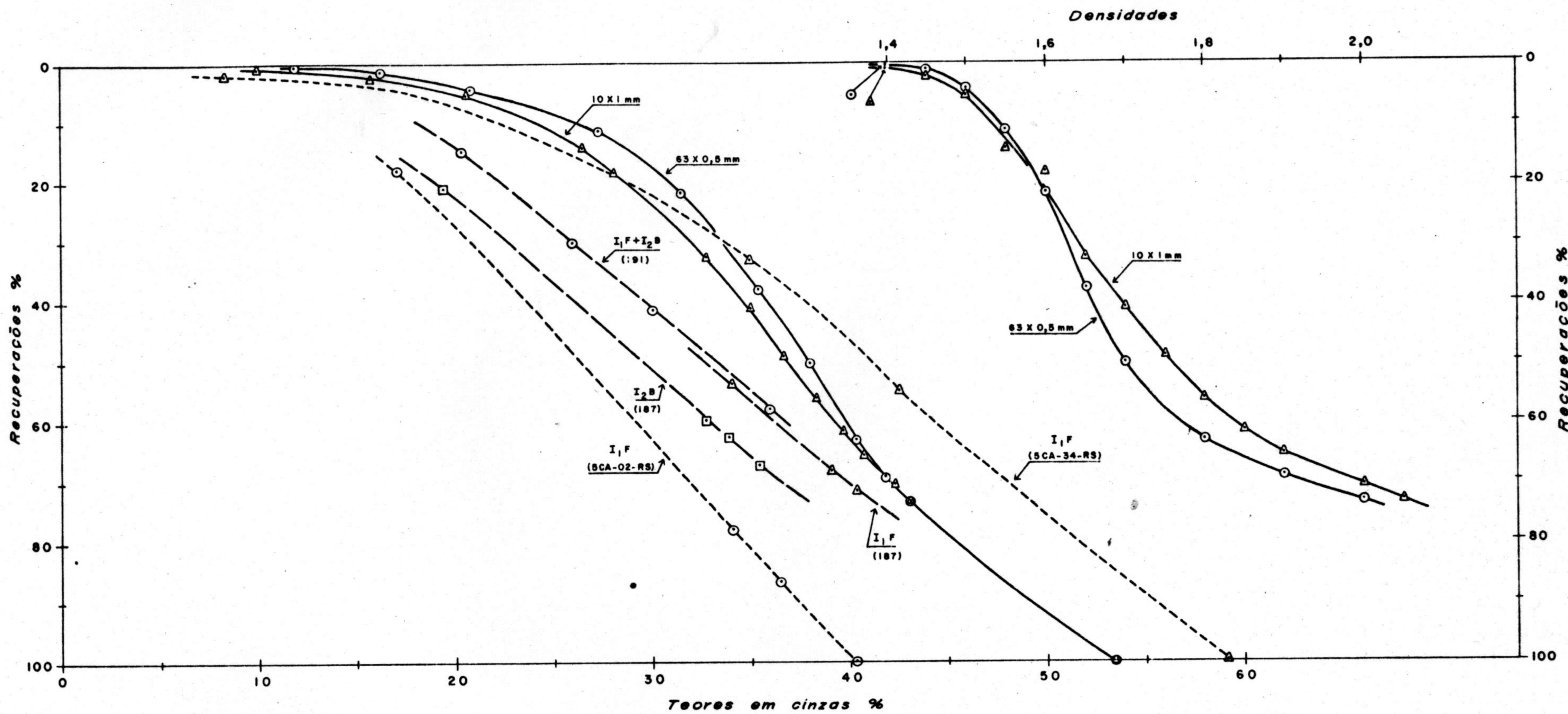
QUADRO 8m

DISTRIBUIÇÃO DAS RESERVAS ENTRE OS GRUPAMENTOS MINEIROS

B L O C O	RESERVAS (10 ⁶ t)	
	Espessuras limites mínimas	Espessuras limites 1,25 x mínimas
Grupamento Mineiro 1	265,57	235,96
Periferia do Grupamento Mineiro 1	19,52	13,09
Sub-Total Oeste	285,09	249,05
Grupamento Mineiro 2	865,44	780,50
Periferia do Grupamento Mineiro 2	168,01	105,63
Sub-Total Centro-Oeste	1.033,45	886,13
RESERVA TOTAL	1.318,54	1.135,18

Hã informações de várias fontes sobre a qualidade do carvão de Charqueadas, seja obtidas de furos de sondagem, seja de amostras de canal ou da produção diária extraída através do poço Otávio Reis. Algumas das mais importantes estão nas tabelas que acompanham este trabalho:

- Poderes caloríficos de numerosos leitos de 6 dos 9 primeiros furos executados pela COPELMI, no setor Oeste. 35 valores estão reunidos na tabela 8c.
- Análises imediatas e poderes caloríficos de várias camadas em 23 furos executados pela COPELMI no setor centro-leste. Os resultados de 57 análises estão reunidos na tabela 8d.
- 11 análises densimétricas em amostras representativas da produção da mina de Charqueadas, em diversas bitolas de 10 a 63 mm. Na tabela 8f e na figura 8q estão as duas análises mais significativas.
- Análises densimétricas em testemunhos das camadas I_1F e I_2B de duas sondagens da COPELMI, executadas pela CIEN TEC. Os resultados estão apresentados na tabela 8 f e na figura 8q.
- Análises densimétricas da camada I_1F nos furos 5CA-02-RS e 5CA-34-RS, executadas no Laboratório do Lavador de Capivari, e reproduzidas na tabela 8f e na figura 8q.



CONVENÇÕES

- AMOSTRAS INDUSTRIAIS DA CAMADA I, F
- AMOSTRAS DE SONDAGENS DA COPELMI - BITOLA 6 X 1 mm
- AMOSTRAS DE SONDAGENS DA CPRM - BITOLA 3,175 X 0,074 mm

OBS: AS RECUPERAÇÕES FORAM SEMPRE CALCULADAS EXCLUINDO OS FINOS

Fig. 8q

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

ÁREA DE CHARQUEADAS

CURVAS DENSIMÉTRICAS E DE LAVABILIDADE

SUREG PORTO ALEGRE	Eng ^o TELMO SUFFERT CREA 11.785 - 0 ^a Reg. Des ADEMIR EVANDRO FLORES	DNPM 19 DISTRITO
-----------------------	--	---------------------

Projeto Carvão no Rio Grande do Sul
1978

- Listas de furos que encontraram camadas prejudicadas ou destruídas por intrusões, conforme tabela 8g.

8.7.2 Rank

FABRÍCIO, J. A. C. , FERREIRA, J. A. F. e ALBUQUERQUE, L.F.F. determinaram o *rank* do carvão da camada I₁F a partir da análises físico-químicas de amostras de canal da mina de Charqueadas. Os valores médios obtidos foram: 57% de carbono fixo, na análise base seca e livre de matéria mineral; 12.700 Btu/lb na determinação em base úmida e livre de matéria mineral. Assim, esse carvão está dentro do grupo "Betuminoso de alto volátil C, não aglomerante", da classificação ASTM, cujas características são: < 69 % de carbono fixo e 10.500 a 13.000 Btu/lb.

Pela proximidade e pela semelhança do ambiente de formação, há motivos para supor que as demais camadas tenham o mesmo *rank*. Em setores muito localizados é provável um aumento de *rank* por metamorfismo térmico oriundo de intrusões ígneas.

8.7.3 Grade

Os poderes caloríficos da tabela 8c, oriundos de furos antigos, são bastante dispersos; seria perigoso considerar os valores individuais como representativos de todo o setor Oeste. Entretanto, a média dos 35 valores (4.188 ± 491 cal/g) é bastante próxima dos da tabela 8d que será estudada a seguir.

Na tabela 8d tem-se análises de furos mais recentes da COPELMI : 14 testemunhos da camada SB, um da MB,

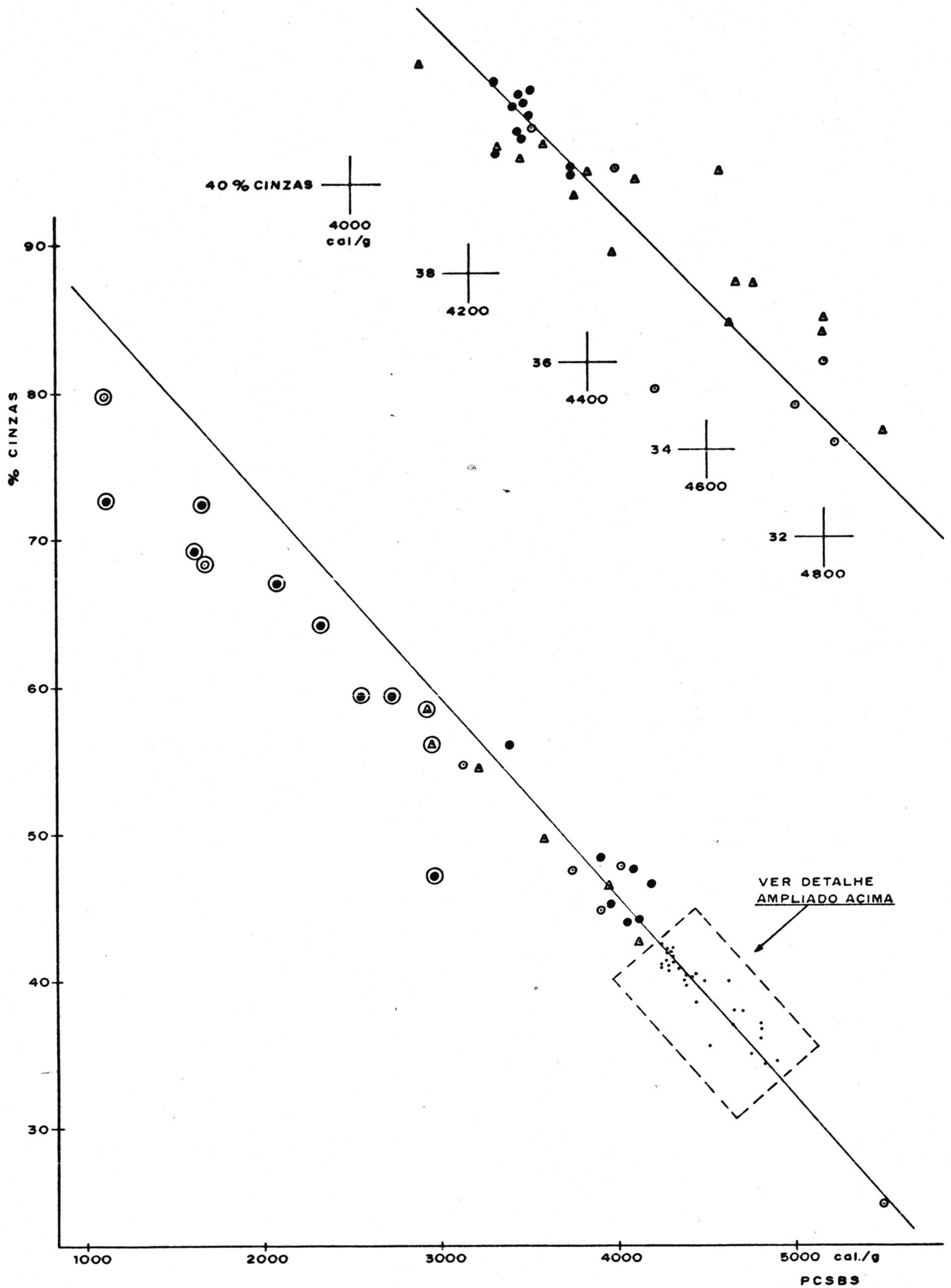
20 da I₁F e 20 da I₂B. Essas análises foram executadas sobre amostras constituídas apenas dos leitos de carvão, eliminados previamente os estêreis intercalados observados na descrição macroscópica. Foram acrescentadas à mesma tabela as análises da camada total de dois furos executados pela CPRM.

Nota-se que os teores de cinzas e os poderes caloríficos estão claramente interrelacionados, como mostra o gráfico da figura 8r. Os testemunhos em que a destilação parcial por intrusivas prejudicou o poder calorífico correspondem a pontos que estão mais distantes da reta de regressão.

Foram calculadas as médias dos principais valores para as 3 camadas mais importantes, eliminando-se previamente os dados referentes aos testemunhos prejudicados por intrusões ígneas. Essas médias estão no quadro 8n.

Podem ser obtidas as seguintes conclusões das médias tabeladas no quadro 8n:

- Os leitos de carvão da camada I₁F tem, em média, teor em cinzas próximo de 44% e poder calorífico superior base seca próximo de 4.150 cal/g. Os valores correspondentes no produto extraído do poço Otávio Reis, de 53% em cinzas e 3.100 cal/g são devidos à mistura com folhelhos e folhelhos carbonosos, 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



CONVENÇÕES

- TESTEMUNHOS DA CAMADA SB
- TESTEMUNHOS DA CAMADA I, F
- ▲ TESTEMUNHOS DA CAMADA I₂, B
- ⊙ ⊛ ⊠ TESTEMUNHOS COM CARVÃO "QUEIMADO"
- RETA DE CORRELAÇÃO Não considerados os testemunhos "queimados"
- ORIGEM { 100 % CINZAS
0 cal/g
- INCLINAÇÃO - $\frac{0,01361 \% \text{ cs}}{1 \text{ cal./g}}$



C P R M

Fig. 8r

ÁREA DE CHARQUEADAS
CORRELAÇÃO ENTRE TEORES EM
CINZAS E PODERES CALORÍFICOS

Eng.^o: TELMO SUFFERT
CREA 11785-89 REG.
Des.: PEDRO RODRIGUES

QUADRO 8n

MÉDIAS DE ANÁLISES DAS CAMADAS DE CARVÃO

CAMADA	Nº DE ANÁLISES *	CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS isento de cinzas cal/g
SB	12	40,4 ± 7,9	1,2 ± 0,8	23,6 ± 6,8	4.349 ± 614	7.286 ± 237
MB	1	40,5	1,3	24,9	4.326	7.271
I ₁ F	16	43,7 ± 3,9	0,7 ± 0,3	21,5 ± 5,2	4.164 ± 239	7.402 ± 197
I ₂ B	18	40,8 ± 5,0	1,0 ± 0,4	31,3 ± 6,5	4.362 ± 432	7.365 ± 183
TOTAL	47	41,7 ± 5,6	0,9 ± 0,5	22,1 ± 6,0	4.290 ± 431	7.355 ± 202

* Excluídos 2 análises da camada SB, 8 da I₁F e 2 da I₂B com carvão prejudicado por intrusões.

as de I_1F : cerca de 3 % de cinzas a menos e cerca de 200 cal/g a mais. No caso da SB isso é contrabalançado pela maior proporção de estêreis intercalados, como já foi visto no item 8.5.1 .

- Os teores médios de enxofre estão próximos de 1 % , com desvios padrões elevados. Os teores menores estão na camada I_1F , os médios na I_2B e os maiores na SB. A distribuição espacial das análises da tabela 8d , correspondendo a furos localizados na porção central da jazida, mostra o seguinte: apesar de consideráveis variações locais, os menores valores estão numa faixa leste-oeste que passa pelos furos 144, 195, 190 e 162 , com valores médios em torno de 0,6 % . Esses quatro furos correspondem aproximadamente à faixa central e mais espessa da jazida. Os teores de enxofre crescem para as margens norte e sul, onde ocorrem valores superiores a 1 % .
- Os valores de poder calorífico tornam-se mais uniformes se foram calculados sob a forma "isentos de cinzas", pois o desvio padrão baixa de 10 % para menos de 3 % . Crê-se que isso seja devido à natural dificuldade em separar macroscopicamente os leitos de carvão dos de estéril intercalado, com critérios objetivos e uniformes.

A fusibilidade das cinzas do carvão da

camada I₁F foi estudada em detalhe pela Aços Finos Piratini , para fins de utilização do carvão como redutor. Seria aqui redundante retomar o assunto; basta mencionar que as características físicas das cinzas, submetidas a elevadas temperaturas, foram consideradas compatíveis com o processo de redução direta.

A quase totalidade dos testes de F.S.I. (*free-swelling index*) deram resultado numérico zero, indicando que o carvão de Charqueadas não é coqueificável. Técnicos da COPELMI informaram verbalmente que algumas amostras oriundas da camada I₂B, oriundas de furos com intrusões próximas ao carvão, apresentaram fracas propriedades coqueificantes.

O U.S.G.S. forneceu resultados de numerosas análises executadas sobre amostras colhidas em 1975 por SWANSON, V. E. na mina de Charqueadas. Ressalvando a natureza aleatória das amostras, as informações mais significativas foram incluídas na tabela 8h.

8.7.4 Lavabilidade

Os dados da tabela 8f mostram que o carvão da camada I₁F é de difícil lavabilidade: há uma fração muito reduzida de carvão de baixa cinza, com peso específico menor que 1,5 t/m³ e elevada proporção de carvão com altos teores em cinzas. As "curvas de lavado" expostas na figura 8q não mostram pontos de inflexão que representem descontinuidades favoráveis a uma boa eficiência de aparelhos de beneficiamento. As duas curvas Recuperação / Densidade da figura 8q mostram-se mais próximas da vertical no trecho entre as densidades 1,50 e 1,85, evidenciando a grande preponderância em peso do carvão contido nesse intervalo densimétrico.

Comparando-se as curvas correspondentes às bitolas 63 x 0,5 mm e 10 x 1 mm, nota-se que há estreita interlaminação entre as camadas mais ricas e mais pobres, pois a maior liberação causou considerável aumento na percentagem de flutuado com baixa cinza. Por exemplo, para um flutuado com 30 % em cinzas a recuperação passa de 12,5 % na bitola 63 x 0,5 mm para 18 % na bitola 10 x 1 mm, numa melhoria de $\frac{18 - 12,5}{12,5} \times 100 = 44 \%$.

As escassas informações disponíveis para a camada I_2B não sugerem que essa se comporte de modo diferente à I_1F .

8.7.5 Intrusões de Diabásio

Numerosos furos situados a leste da coordenada 440 E encontraram carvão parcialmente destilado ou até destruído por intrusivas cretáceas. Como já foi visto no item 8.4.4, a irregularidade desses corpos ígneos, as variações da malha de sondagens, as descrições litológicas sumárias e o fato de que apenas uma minoria das camadas foi analisada tornam difícil sistematizar o estudo do efeito dessas intrusões sobre a qualidade do carvão. A inclinação e frequência das fraturas, bem como a granulação poderiam diferenciar diques de soleiras, mas raramente constam dos perfis litológicos.

Pode-se comparar as possanças das intrusões e suas distâncias verticais em relação às camadas de carvão (ou seja, a relação $\frac{\text{espessura da intrusão}}{\text{distância entre intrusão e camada}}$) com os efeitos térmicos correspondentes. Constata-se então uma diferença marcante em relação aos carvões sul-catarinenses, bem conhecidos e que também sofrem com a presença de soleiras e diques. Na bacia sul-catarinense uma relação $\frac{1}{2}$,

ou seja, uma soleira de 10 m de espessura situada 20 m acima ou abaixo da camada de carvão, basta para que se observe considerável metamorfismo térmico, prejudicando acentuadamente as qualidades e o valor econômico do carvão. Na área de Charqueadas, entretanto, em alguns furos com carvão analisado, relações superiores a $\frac{1}{1}$ (por exemplo, nas camadas I₁F e I₂B do furo 188 e na camada SB do furo 153) correspondem a poderes caloríficos e teores em cinzas dentro das faixas normais, se bem que haja redução das matérias voláteis. Pode-se supor que tal variação de comportamento seja devido ao menor *rank* e conseqüente maior teor de umidade do carvão de Charqueadas, o qual necessitaria de mais calor para ser metamorfisado.

28 furos foram concluídos em diabásio, nesses casos conhece-se apenas sua espessura mínima. Em alguns outros furos, nos últimos metros foram descritas rochas recozidas, supondo-se a existência de intrusão a maior profundidade. Nesses dois casos não é possível calcular a relação $\frac{\text{espessura da intrusão}}{\text{distância entre intrusão e camada}}$.

Estudando as análises e as descrições litológicas, foram arbitradas quatro graus de prejuízo por intrusões:

A - Camadas talvez prejudicadas por intrusão, quando ocorrer pelo menos uma das seguintes condições:

$$- \frac{\text{espessura da intrusão}}{\text{distância intrusão | camada}} > \frac{1}{4}$$

- "carvão pouco recozido" descrito no perfil litológico.

B - Camadas pouco prejudicadas por intrusão, quando ocorrer pelo menos uma das seguintes condições:

$$- \frac{\text{espessura da intrusão}}{\text{distância intrusão | camada}} > \frac{1}{2}$$

- "carvão recozido" descrito no perfil litológico.

- PCSBS isento de cinzas inferior a 6.800 cal /g.

C - Camadas muito prejudicadas por intrusão, quando ocorrer pelo menos uma das seguintes condições:

$$- \frac{\text{espessura da intrusão}}{\text{distância intrusão | camada}} > \frac{1}{0,8}$$

- "carvão muito recozido" descrito no perfil litológico.

- PCSBS isento de cinzas inferior a 6.000 cal /g.

D - Camadas destruídas por intrusão, quando ocorrer pelo menos uma das seguintes condições:

- "camada destruída por intrusão" descrita no perfil litológico.

- Não for descrita a camada, mas, por comparação com furos próximos for verificado que existe intrusão no nível estratigráfico aproximado da mesma.

Os furos 129 a 181, ambos nas bordas da área de Charqueadas, não encontraram carvão, mas atravessaram espessas soleiras de diabásio. É possível que esse diabásio tenha destruído eventuais camadas de carvão aí localizadas.

As camadas prejudicadas por intrusões es tão discriminadas na tabela 8 g, com indicação do grau de prejuízo estimado.

FURO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
COORDENADAS UTM		N	6.686,82	6.685,99	6.686,46	6.684,15	6.687,37	6.690,36	6.688,76	6.689,27	6.687,72	
		E	440,23	440,88	438,64	438,60	438,50	438,01	438,49	439,97	440,54	
COTAS	Boca	m	4,27	17,18	3,19	6,11	5,02	17,79	7,41	4,56	5,14	
	Final da sondagem	m	-290,03	-244,51	-273,62	-218,40	-375,37	-334,57	-337,59	-367,44	-289,16	
	Embesamento	m	-	-	-	-	-372,76	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
C A M A D A S D E C A R V Ã O	SB	Cota da lapa	m	-251,45		-248,84	-194,34	-272,71	-285,06	-285,91		-249,74
		Camada total	m	1,49	Neg.	1,18	0,40	2,28	0,87	0,78	-	1,04
		Carvão + fh.cbso.	m	1,03		0,73	0,40	1,31	0,87	0,28		0,38
		Carvão na camada	m	0,43		0,73	0,00	0,63	0,28s	0,28		0,16
	MB	Cota da lapa	m	-254,29		-251,87		-275,53		-289,10		-252,99
		Camada total	m	0,12	Neg.	0,12	Neg.	0,22	Neg.	0,44	-	0,24
		Carvão + fh.cbso.	m	0,12		0,12		0,22		0,44		0,24
		Carvão na camada	m	0,12s		0,12		0,22		0,44		0,00
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-259,09	-224,12	-256,70	-201,84	-280,18	-296,11	-293,57		-256,89
		Camada total	m	3,73	2,22	2,91	2,09	2,39	1,77	2,76		2,50
		Carvão + fh.cbso.	m	3,34	1,59	2,68	1,79	2,31	1,62	2,44		2,22
		Carvão na camada	m	2,51	1,59s	2,51	1,79	2,31	0,60	2,32		2,22
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-261,10	-225,12	-258,02		-281,32		-295,05		-258,80	
	Camada total	m	1,24	0,36	0,86	Neg.	0,69	Neg.	1,00	-	0,66	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,60	0,23	0,29		0,35		0,41		0,24	
	Carvão na camada	m	0,60	0,23s	0,29		0,21		0,41		0,24	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-264,84	-227,02	-259,18	-204,15	-282,41	-299,44			-261,56	
	Camada total	m	0,60	0,89	0,75	0,26	0,83	0,10	Neg.	-	1,24	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,60	0,89	0,75	0,14	0,67	0,10			0,50	
	Carvão na camada	m	0,00	0,89s	0,00	0,14	0,67	0,00			0,50	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-273,00	-232,21	-263,09	-210,44	-285,33	-306,37	-301,17		-264,96	
	Camada total	m	2,46	1,07	2,18	1,93	0,60	1,26	1,87		0,39	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,76	0,46	1,06	1,84	0,60	0,74	1,38		v. cv.	
	Carvão na camada	m	1,18	0,46s	1,06	0,49	0,60	0,18	0,74		v. cv.	
DIABÁSIO	Espessura	m						9,70	6,70	4,45	11,30	
	Cota da base	m						-127,41	-107,59	-163,64	-85,30	
	Espessura	m									2,60	
	Cota da base	m									-96,10	
OBSERVAÇÕES										B		

FURO			10	11	12	13	14	15	16	17	18	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.688,10 442,31	6.687,02 441,99	6.686,91 436,00	6.689,26 442,04	6.685,05 435,60	6.683,94 436,95	6.689,30 444,17	6.688,41 436,76	6.686,70 439,98
COTAS	Boca	m	4,69	4,27	~ 6,00	4,86	25,53	11,90	4,02	3,48	15,40	
	Final da sondagem	m	-232,60	-311,79	~ -297,50	-374,79	-275,98	-198,37	-261,43	-341,99	-313,82	
	Embasamento	m	-	~ -311m	~ -297m	-	-265,60	-	-	-	-312,11	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Granito	Granito	Sedim.	Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Granito	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-205,00	(Diab.)	-	-356,28	-186,19		-217,25	-267,23	-244,17
		Camada total	m	0,80		-	1,38	0,74	Neg.	2,21	0,66	1,29
		Carvão + fh.cbso.	m	0,27		-	0,93	0,21		1,38	0,66	0,79
		Carvão na camada	m	0,27		-	0,58	0,00		0,60	0,47	0,36
	MB	Cota da lapa	m		(Diab.)	-					-270,92	-250,08
		Camada total	m	Neg.		-	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,24	1,70
		Carvão + fh.cbso.	m			-					0,24	1,40
		Carvão na camada	m			-					0,07	1,40
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-212,84	-247,52	~ -233,00?	-365,12	-193,78	-182,80	-222,43	-275,80	-253,08
		Camada total	m	2,99	0,75	0,10	2,66	1,69	0,49	3,06	2,62	1,20
		Carvão + fh.cbso.	m	2,66	0,75	0,10	2,05	1,69	0,49	2,48	2,54	0,85
		Carvão na camada	m	2,10	-	-	1,90	1,29	0,36	1,82	1,91	0,85
	I ₁ FA	Cota da lapa	m	-213,65			-367,85	-194,60		-223,21	-276,61	-254,90
		Camada total	m	0,54			1,26	0,24	Neg.	0,36	0,18	1,37
		Carvão + fh.cbso.	m	0,54			0,46	0,24		0,36	0,18	1,08
Carvão na camada		m	0,14			0,42	0,24		0,14	0,05	1,08	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-217,97		~ -236,40?	-370,44	-195,43	-186,83	-228,40	-278,05	-256,45	
	Camada total	m	1,81		0,60	2,04	0,04	0,90	3,35	0,40	0,30	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,81		0,60	1,61	0,04	0,87	2,98	0,40	0,30	
	Carvão na camada	m	1,53		-	1,51	0,04	0,33	2,15	0,40	0,30	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-220,51				-199,22	-191,90	-232,92	-281,64		
	Camada total	m	0,66				0,77	0,70	1,58	0,89		
	Carvão + fh.cbso.	m	0,34				0,27	0,63	0,70	0,89		
	Carvão na camada	m	0,27				0,00	0,51	0,28	0,25		
DIABÁSIO	Espessura	m	21,20	31,10	4,00	1,41		1,26		5,30		
	Cota da base	m	-145,31	-243,73	~ -37,25	-132,14		-18,90		-71,22		
	Espessura	m				24,70						
	Cota da base	m				-248,14						
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES			E	A-I	A						E	

FURO			19	20	21	22	23	24	25	26	27	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.691,56 441,00	6.686,39 440,04	6.686,73 439,69	6.690,37 442,82	6.686,95 441,18	6.686,37 437,23	6.687,53 439,62	6.687,33 437,56	6.690,20 445,31
COTAS	Boca	m	~ 15,00	19,99	6,05	4,16	5,13	1,90	5,37	4,95	4,63	
	Final da sondagem	m	~ -379,00	-280,46	-312,17	-360,67	-309,02	-266,70	-299,33	-299,35	-288,57	
	Embasamento	m	~ -374,80	-277,81	-310,97	-	-308,72	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Granito	Granito	Granito	Sedim.	Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m		-233,70	-245,01	-331,98	-224,60		-263,38?	-267,20	
		Camada total	m	Neg.	1,24	1,64	1,16	1,19	Neg.	0,82	0,82	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m		0,87	0,37	1,16	0,34		0,42	0,26	
		Carvão na camada	m		0,70	0,37	0,79	0,22		0,32	0,26	
	MB	Cota da lapa	m			-248,15		-227,87		-264,30?		
		Camada total	m	Neg.	Neg.	0,90	Neg.	0,90	Neg.	0,22	Neg.	-
		Carvão + fh.cbso.	m			0,83		0,90		0,22		
		Carvão na camada	m			0,71		0,27		0,00		
	I ₁ F	Cota da lapa	m	~ -273,80?	-239,71	-251,98	-336,54	-232,05	-234,67	-269,76	-274,20	-232,28
		Camada total	m	0,21	1,70	2,08	2,21	2,85	2,40	3,20	2,19	1,76
		Carvão + fh.cbso.	m	0,21	1,30	2,08	1,93	2,62	2,40	2,86	1,98	1,50
		Carvão na camada	m	0,21s	0,25	1,92	1,19	1,76	2,05	2,62	1,74	1,50
I ₁ FA	Cota da lapa	m			-254,11	-338,29	-233,38	-235,87	-271,42			
	Camada total	m	Neg.	Neg.	1,51	0,53	1,11	0,12	1,03	Neg.	Neg.	
	Carvão + fh.cbso.	m			0,84	0,53	0,73	0,12	0,36			
	Carvão na camada	m			0,84	0,29	0,39	0,12	0,36			
I ₂ B	Cota da lapa	m			-254,83	-344,73	-235,83			-276,91	-238,51	
	Camada total	m	Neg.	Neg.	0,20	2,31	1,04	Neg.	Neg.	0,15	1,81	
	Carvão + fh.cbso.	m			0,20	1,85	1,04			0,15	1,81	
	Carvão na camada	m			0,20	0,62	0,73			0,15	1,40	
I ₃ F	Cota da lapa	m			-259,33			-241,05	-279,15	-281,70		
	Camada total	m	Neg.	Neg.	1,13	Neg.	Neg.	0,30	0,16	0,80	-	
	Carvão + fh.cbso.	m			v. cv.			v. cv.	0,16	0,80		
	Carvão na camada	m			v. cv.			v. cv.	0,16	0,48		
DIABÁSIO	Espessura	m	2,20			27,00	13,48	1,65	0,30	3,90	> 5,36	
	Cota da base	m	~ -115,50			-312,54	-260,02	-39,60	-109,08	-100,53	< -288,57	
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES				I	E		E-I					

FURO			28	29	30	31	32	33	34	35	36	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.688,33 442,70	6.685,52 439,31	6.688,98 439,44	6.690,75 447,10	6.686,09 441,66	6.684,84 440,52	6.688,60 437,64	6.692,19 442,72	6.684,76 442,31
COTAS	Boca		m	3,75	19,78	4,19	2,48	14,65	18,27	5,14	~ 10,00	11,47
	Final da sondagem		m	-250,09	-281,42	-410,81	-333,89	-211,73	-268,69	-359,73	~ -370,20	-204,87
	Embasamento		m	-	-279,87	-	-	-	-267,93	-	~ -367,17	-198,87
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Granito	Sedim.	Diabásio	Diabásio	Granito	Sedim.	Granito	Granito	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-202,18	-210,98	-357,02	-290,83			-342,39		
		Camada total	m	1,54	0,94	0,40	1,69	Neg.	Neg.	1,18	Neg.	(Diab.)
		Carvão + fh.cbso.	m	0,56	0,36	0,22	1,12			0,60		
		Carvão na camada	m	0,10	0,10	0,06 _s	0,65			0,36		
	MB	Cota da lapa	m		-214,67	-358,71		-186,07	-200,33	-343,43?		
		Camada total	m	Neg.	0,60	1,12	Neg.	0,62	0,26	0,12	Neg.	(Diab.)
		Carvão + fh.cbso.	m		0,60	1,12		0,44	0,26	0,12		
		Carvão na camada	m		0,32	0,64		0,13	0,00	0,12		
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-208,70	-218,15	-361,75	-298,95	-189,86	-204,43	-347,07	~ -227,90?	-162,28
		Camada total	m	2,18	1,73	2,01	1,23	2,78	2,40	1,18	0,45	1,09
		Carvão + fh.cbso.	m	1,90	0,82	2,01	1,17	2,19	2,35	1,18	0,45	0,43
		Carvão na camada	m	1,45	0,62	1,24	1,12	1,85	1,72	0,79	0,00	0,07
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-209,25	-219,01	-363,24	-300,06	-190,67	-206,55				
	Camada total	m	0,10	0,14	0,99	0,15	0,39	1,14	Neg.	Neg.	-162,68	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,10	0,14	0,38	0,15	0,39	0,51			0,04	
	Carvão na camada	m	0,00	0,14	0,38	0,15	0,28	0,51			0,04	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-213,46	-220,42		-303,65	-192,20	-208,48	-350,09			
	Camada total	m	1,43	0,49	Neg.	0,74	0,92	0,66	1,53	Neg.	-164,93	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,36	0,49		0,67	0,75	0,50	1,42		0,98	
	Carvão na camada	m	1,03	0,06		0,67 _s	0,12	0,36	0,36		0,65	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-217,02	-225,40	-366,20		-196,90	-210,97	-354,47			
	Camada total	m	0,64	1,82	1,03	-	1,36	0,72	1,42	Neg.	-169,17	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,64	1,22	1,03		0,87	0,72	0,68		1,21	
	Carvão na camada	m	0,64	0,81	0,69		0,28	0,18 _s	0,46		0,81	
DIABÁSIO	Espessura		m			4,65	1,00	> 7,58		2,00	80,19	10,36
	Cota da base		m			-181,08	-24,72	<-211,73		-90,46	~ -362,40	-160,36
	Espessura		m					18,80		2,70		
Cota da base		m					-268,82		-132,16			
Espessura		m					> 1,40					
Cota da base		m					<-333,89					
OBSERVAÇÕES				I	I					I		

FURO			37	38	39	40	41	42	43	44	45	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.688,21 438,97	6.688,52 440,52	6.685,05 437,79	6.686,14 443,44	6.685,54 436,61	6.685,85 437,96	6.684,10 437,50	6.685,15 438,62	6.683,85 440,27
COTAS	Boco		m	2,37	3,47	20,25	5,92	13,01	25,15	15,77	20,93	14,08
	Final da sondagem		m	-376,88	-442,53	-287,43	-266,61	-278,21	-238,90	-210,64	-227,52	-200,08
	Embasamento		m	-375,31	-	-286,69	-265,39	-272,11	-	-	-	-
LITOLOGIA NA BASE			Granito	Sedim.	Granito	Granito	Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-278,33	-327,56	-206,83		-212,64	-214,90?			
		Camada total	m	-	0,94	0,13	Neg.	1,52	0,55	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	v. cv.	0,50	0,13		1,46	v. cv.			
		Carvão na camada	m	v. cv.	0,50	0,00		1,19	v. cv.			
	MB	Cota da lapa	m	-280,93	-331,96	-212,07			-216,82?			
		Camada total	m	0,43	0,88	0,89	Neg.	Neg.	0,77	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	0,19	0,56	0,72			0,47			
		Carvão na camada	m	0,19	0,00	0,42s			0,00			
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-285,85	-336,97	-215,39	-177,52?	-218,91	-222,19	-192,65	-214,20	-171,77
		Camada total	m	2,76	2,20	1,22	2,34	0,71	2,06	1,56	2,04	2,05
		Carvão + fh.cbso.	m	2,45	2,12	1,22	2,24	0,71	1,95	1,56	2,04	2,05
		Carvão na camada	m	2,15	1,59	1,13	0,89	0,00	1,41	1,29	1,94	0,90
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-287,59	-338,89		-178,57?		-223,04			-172,60	
	Camada total	m	1,01	0,46	Neg.	0,32	Neg.	0,20	Neg.	Neg.	0,43	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,42	0,32		0,32		0,20			0,43	
	Carvão na camada	m	0,42	0,13s		0,00		0,12			0,08	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-288,62		-218,27	-181,42?		-225,28	-196,01	-216,99	-178,39	
	Camada total	m	0,66	Neg.	0,30	1,04	Neg.	0,93	1,18	0,15	0,96	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,66		0,30	0,75		0,43	0,60	0,15	0,96	
	Carvão na camada	m	0,00		0,18	0,47		0,17	0,39	0,05	0,60	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-293,31	-347,65	-223,03		-226,05	-227,93	-200,87	-221,47	-183,47	
	Camada total	m	1,57	1,22	1,15	(Diab.)	1,33	0,93	1,10	0,65	1,99	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,23	0,97	1,15		0,51	0,93	1,01	0,65	1,20	
	Carvão na camada	m	0,62	0,42	0,36		0,51	0,42	0,62	0,29	0,87	
DIABÁSIO	Espessura	m	1,20			23,08	1,25					
	Cota da base	m	-67,73			-210,98	-23,59					
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES						I						

Tabela 8a Folha 6/23

FURO			46	47	48	49	50	51	52	53	54		
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.685,87 440,12	6.684,69 436,63	6.685,42 441,52	6.686,23 436,43	6.684,65 439,67	6.683,52 439,46	6.683,07 436,78	6.683,75 434,66	6.685,98 439,70	
COTAS	Boca		m	25,25	11,99	14,93	10,31	21,23	13,86	18,02	29,99	16,87	
	Final da sondagem		m	-257,20	-237,39	-219,75	-254,74	-229,29	-191,19	-201,20	-190,31	-267,08	
	Embasamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	-265,88	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Granito		
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-210,97		-170,41	-227,38	-198,86				-213,68	
		Camada total	m	0,47	Neg.	0,48	1,17	0,33	Neg.	Neg.	Neg.	0,74	
		Carvão + fh.cbso	m	0,47		v. cv.	1,17	0,33				0,38	
		Carvão na camada	m	0,00		v. cv.	1,07	0,14				0,38	
	MB	Cota da lapa	m	-214,97									-216,79
		Camada total	m	0,38	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,32
		Carvão + fh.cbso.	m	0,38									0,32
		Carvão na camada	m	0,00									0,00
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-219,39	-194,22	-178,47	-233,46	-207,55	-170,86	-175,27?	-160,51	-221,56	
		Camada total	m	3,02	1,56	3,17	0,72	2,87	1,76	0,42	1,45	2,79	
		Carvão + fh.cbso.	m	2,95	1,56	2,77	0,72	2,42	1,56	0,42	1,25	2,60	
		Carvão na camada	m	2,40	1,34	1,48	0,25	1,62	1,19	0,16	0,51	2,41	
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-221,61		-179,26		-210,29					-223,00	
	Camada total	m	1,15	Neg.	0,07	Neg.	1,37	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	1,00	
	Carvão + fh.cbso	m	0,68		v. cv.		0,80					0,47	
	Carvão na camada	m	0,61		v. cv.		0,53					0,36	
I ₂ B	Cota da lapa	m		-197,41	-181,86	-237,23	-211,18	-176,42	-180,54?			-224,40	
	Camada total	m	Neg.	0,40	1,18	1,22	0,36	0,24	0,61	Neg.		0,07	
	Carvão + fh.cbso.	m		0,40	0,87	0,50	0,36	0,24	0,61			0,07	
	Carvão na camada	m		0,40	0,51	0,28	0,16	0,11	0,48s			0,00	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-227,11	-199,23?	-185,49		-214,95	-182,59				-228,20	
	Camada total	m	1,98	0,08	1,20	Neg.	0,09	1,30	Neg.	Neg.	Neg.	1,34	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,99	0,08	0,61		0,09	0,32				0,28	
	Carvão na camada	m	0,26	0,08	0,44		0,09	0,18				0,22s	
DIABÁSIO	Espessura	m			> 10,89	1,27			3,73	5,00			
	Cota da base	m			<-219,75	-27,49			-95,28	-8,00			
	Espessura	m											
	Cota da base	m											
	Espessura	m											
	Cota da base	m											
OBSERVAÇÕES												F-1	

FURO			55	56	57	58	59	60	61	62	63	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.686,19 435,46	6.684,15 435,57	6.683,31 438,09	6.686,58 439,15	6.685,50 439,74	6.685,44 440,45	6.685,80 438,70	6.686,05 439,24	6.685,07 440,10
COTAS	Boca		m	4,54	19,50	8,57	2,46	27,18	29,30	9,54	13,31	16,96
	Final da sondagem		m	-233,76	-201,75	-171,86	-268,21	-226,27	-231,58	-261,71	-255,95	-222,72
	Emboscamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m				-238,38	-204,72	-208,19	-222,82		
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	0,43	0,20	0,05	1,12	Neg.	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m				0,43	v. cv.	0,05	0,19		
		Carvão na camada	m				0,17	v. cv.	0,00	0,19		
	MB	Cota da lapa	m				-243,32		-212,61	-226,28	-227,39	
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	1,12	Neg.	0,92	1,05	0,51	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m				0,81		0,92	1,05	0,21	
		Carvão na camada	m				0,49		0,68	0,45	0,08	
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-213,48	-183,62	-154,08	-248,95	-212,54	-215,52	-229,93	-232,13	-201,97
		Camada total	m	2,09	1,51	1,39	2,34	2,06	1,24	2,10	2,18	1,63
		Carvão + fh.cbso.	m	1,93	1,51	1,26	1,89	2,06	1,24	2,10	1,81	1,49
		Carvão na camada	m	0,97	0,60	0,67	1,50	1,78	0,94	1,42	1,20	0,94
I ₁ FA	Cota da lapa	m				-250,04	-214,20	-217,18	-231,33	-233,59	-203,68	
	Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	0,82	1,01	1,00	0,26	1,01	0,07	
	Carvão + fh.cbso.	m				0,62	0,52	0,43	0,20	0,52	0,07	
	Carvão na camada	m				0,22	0,43	0,43	0,20	0,20	0,07	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-216,40		-156,75	-251,20	-215,11	-218,55	-234,20	-235,14	-205,37	
	Camada total	m	1,13	Neg.	0,15	0,42	0,41	0,81	0,97	0,82	1,27	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,74		0,15	0,42	0,41	0,67	0,51	0,82	0,77	
	Carvão na camada	m	0,19		0,04	0,42	0,00	0,00	0,16	0,44 _s	0,69	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-220,27		-163,03		-219,39		-239,63	-240,39	-207,83	
	Camada total	m	0,70	Neg.	0,40	Neg.	1,40	Neg.	2,81	0,96	0,55	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,70		0,40		0,50		1,89	0,58	0,49	
	Carvão na camada	m	0,31		0,24		0,19		1,16	0,14	0,49	
DIABÁSIO	Espessura	m	5,40									
	Cota da base	m	-23,83									
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES						E						

Tabela 8a Folho 8/23

FURO			64	65	66	67	68	69	70	71	72	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.684,72 438,63	6.686,74 440,15	6.685,00 439,25	6.686,74 440,29	6.684,28 439,26	6.686,07 438,34	6.685,53 438,20	6.685,87 437,33	6.686,33 437,98
COTAS	Boca		m	20,39	13,99	16,98	11,13	18,35	11,13	16,35	9,64	7,74
	Final da sondagem		m	-232,96	-260,68	-228,82	-272,48	-213,92	-253,54	-244,79	-253,14	-259,58
	Embasamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LITOLOGIA NA BASE				Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-199,01	-243,22		-247,73		-227,76	-220,61	-222,75	-237,78
		Camada total	m	0,40	0,81	Neg.	0,96	Neg.	1,12	0,97	1,27	1,34
		Carvão + fh.cbso.	m	v. cv.	0,35		0,45		0,34	0,43	0,54	0,51
		Carvão na camada	m	v. cv.	0,35		0,10		0,34	0,00	0,07	0,29
	MB	Cota da lapa	m	-202,87	-248,61		-252,04			-225,16	-226,56	-240,78
		Camada total	m	0,31	2,65	Neg.	1,19	Neg.	Neg.	0,97	1,14	0,62
		Carvão + fh.cbso.	m	0,31	1,98		0,78			0,84	1,14	0,62
		Carvão na camada	m	0,00	0,80		0,58			0,44	0,56	0,34
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-205,89	-253,02	-210,29	-255,68	-195,07	-235,27	-228,33	-229,91	-244,86
		Camada total	m	1,11	1,60	2,34	2,08	0,87	2,76	1,46	1,37	2,72
		Carvão + fh.cbso.	m	0,96	1,18	2,34	2,02	0,87	2,62	1,31	1,37	2,42
		Carvão na camada	m	0,74 _s	1,18	1,88	1,64	0,44	2,14	1,31	1,07	2,07
I ₁ FA	Cota da lapa	m		-255,36	-211,93	-258,18	-198,18	-236,65	-229,33	-230,65	-245,52	
	Camada total	m	Neg.	1,94	0,96	1,57	1,07	0,96	0,17	0,33	0,15	
	Carvão + fh.cbso.	m		1,26	0,31	0,44	0,20	0,30	0,17	0,19	0,15	
	Carvão na camada	m		1,26	0,31	0,44	0,20	0,30	0,17	0,08	0,15	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-208,49	-257,49		-260,12		-238,13	-231,12		-248,10	
	Camada total	m	0,58	1,06	Neg.	0,88	Neg.	0,69	0,86	Neg.	1,05	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,53	0,64		0,62		0,55	0,66		0,61	
	Carvão na camada	m	0,25	0,64		0,47		0,22	0,49		0,08	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-213,96		-216,76	-267,75	-203,55	-241,78	-236,88	-237,97	-253,04	
	Camada total	m	1,02	—	0,49	2,19	1,30	1,45	2,26	2,17	1,46	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,66		0,49	1,67	0,57	0,36	1,52	1,33	0,57	
	Carvão na camada	m	0,66		0,41	1,57	0,34	0,15	1,17	1,10	0,24	
DIABÁSIO	Espessura	m								1,35	1,20	
	Cota da base	m								-23,06	-61,96	
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES				E								

FURO			73	74	75	76	77	78	79	80	81	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.686,89 440,68	6.686,27 440,55	6.684,83 438,21	6.686,47 441,03	6.685,19 438,99	6.685,35 437,31	6.684,75 437,38	6.686,35 439,61	6.684,43 437,99
COTAS	Boca		m	4,03	16,00	14,17	14,87	26,75	5,63	3,47	16,01	4,37
	Final da sondagem		m	-320,71	-251,50	-218,76	-224,31	-238,73	-227,14	-225,51	-262,69	-226,68
	Embasamento		m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-242,30	-230,62	-195,92	-208,36	-210,00	-205,68	-	-	-
		Camada total	m	0,82	1,71	0,19	0,30	0,83	0,40	-	-	-
		Carvão + fh.cbso.	m	0,75	0,81	0,19	v. cv.	0,83	0,40	-	-	-
		Carvão na camada	m	0,18	0,44	0,19	v. cv.	0,32	0,40	-	-	-
	MB	Cota da lapa	m	-246,56	-235,92		-211,95	-214,33			-231,02?	
		Camada total	m	0,19	1,62	Neg.	0,51	0,75	Neg.	-	0,64	-
		Carvão + fh.cbso.	m	0,19	1,30		0,51	0,40		-	0,21	
		Carvão na camada	m	0,00	0,96		0,24	0,00		-	0,21	
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-249,60	-239,40	-203,48	-216,22	-217,70	-211,88	-202,51	-236,84	-205,84
		Camada total	m	0,70	1,25	2,41	2,08	1,74	2,07	1,50	1,76	2,27
		Carvão + fh.cbso.	m	0,50	1,12	2,23	2,08	1,65	1,85	1,50	1,58	1,83
		Carvão na camada	m	0,23s	0,69	1,61	1,26	1,58	1,65	1,50	1,53	1,68
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-249,99	-240,85		-217,96	-218,73					
	Camada total	m	0,06	0,85	Neg.	1,09	0,15	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,06	0,70		1,00	0,15					
	Carvão na camada	m	0,00	0,70		0,52	0,15					
I ₂ B	Cota da lapa	m	-255,24		-205,67	-218,63	-220,71	-214,48	-205,38		-208,41	
	Camada total	m	0,33	Neg.	0,38	0,18	0,11	0,42	0,73	Neg.	0,48	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,33		0,38	0,18	0,11	0,42	0,73		0,48	
	Carvão na camada	m	0,09		0,09	0,00	0,11	0,20	0,59		0,14	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-270,17	-244,88	-210,71		-224,83		-210,47	-243,76	-213,53	
	Camada total	m	0,49	1,20	0,64	-	0,10	Neg.	0,52	1,89	1,18	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,37	0,76	0,64		0,10		0,52	0,99	0,71	
	Carvão na camada	m	0,29	0,14	0,33		0,10		0,52	0,83	0,54	
DIABÁSIO	Espessura	m	12,58	15,75		>2,10		1,35				
	Cota da base	m	-269,05	-104,30		<-224,31		-22,52				
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
	Espessura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES			I	E		E						

FURO			82	83	84	85	86	87	88	89	90	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.685,18 438,27	6.685,54 438,75	6.686,23 438,65	6.685,14 439,64	6.687,64 440,06	6.687,43 440,37	6.687,40 439,10	6.687,47 440,91	6.686,60 439,72
COTAS	Boca	m	15,53	10,09	8,42	17,88	4,19	3,97	~ 5,00	3,65	12,38	
	Final da sondagem	m	-279,27	-246,76	-262,78	-241,57	-260,83	-264,67	~ -288,40	-273,28	-255,37	
	Embasamento	m	-278,12	-	-	-	-	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-204,71	-	-233,45	-	-	-244,68	~ -265,83	-247,33?	-238,85
		Camada total	m	0,14	-	0,60	-	-	0,76	0,97	0,68	0,13
		Carvão + fh. cbso.	m	0,14	-	0,50	-	-	0,22	0,44	0,68	0,13
		Carvão na camada	m	0,14	-	0,50	-	-	0,22	0,44	0,00	0,13
	MB	Cota da lapa	m	-	-222,71	-237,51	-	-	-247,65	~ -269,51	-250,72	-243,32
		Camada total	m	Neg.	0,54	0,20	-	-	0,22	0,68	0,52	0,42
		Carvão + fh. cbso.	m	Neg.	0,42	v. cv.	-	-	0,22	0,39	0,52	0,23
		Carvão na camada	m	Neg.	0,24	v. cv.	-	-	0,00	0,39	0,35	0,23
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-212,93	-226,76	-241,59	-209,78	-250,10	-252,05	~ -273,88	-255,35	-247,25
		Camada total	m	2,31	2,08	2,95	2,91	1,94	1,93	2,34	2,56	2,22
		Carvão + fh. cbso.	m	2,23	2,08	2,81	2,56	1,76	1,79	2,24	1,61	2,00
		Carvão na camada	m	1,55	1,89	2,14	2,24	1,76	1,64	1,95	1,08	2,00
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-	-	-242,98	-211,76	-251,18	-253,38	~ -275,68	-	-249,31	
	Camada total	m	Neg.	Neg.	0,95	1,02	0,05	0,12	1,25	Neg.	1,22	
	Carvão + fh. cbso.	m	Neg.	Neg.	0,40	0,39	0,05	0,12	0,66	Neg.	0,68	
	Carvão na camada	m	Neg.	Neg.	0,40	0,39	0,05	0,12	0,66	Neg.	0,68	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-215,53	-	-244,13	-	-254,27	-257,35	-	-	-	
	Camada total	m	0,18	Neg.	0,72	-	0,33	0,53	-	Neg.	-	
	Carvão + fh. cbso.	m	0,18	Neg.	0,56	-	0,33	0,53	-	Neg.	-	
	Carvão na camada	m	0,18	Neg.	0,56s	-	0,33	0,36	-	Neg.	-	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-221,16	-235,40	-	-	-258,36	-259,65	-	-262,08	-	
	Camada total	m	0,25	1,20	-	-	1,62	0,15	-	0,17	-	
	Carvão + fh. cbso.	m	0,25	0,40	-	-	0,81	0,15	-	0,17	-	
	Carvão na camada	m	0,25	0,40	-	-	0,47	0,15	-	0,17	-	
DIABÁSIO	Espessura	m	-	-	-	-	-	-	0,87	5,38	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-	-	-	~ -90,67	-245,70	-	
	Espessura	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Espessura	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OBSERVAÇÕES			I						E		E	

FURO			91	92	93	94	95	96	97	98	99	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.686,67 438,88	6.688,12 440,53	6.688,30 440,55	6.688,43 440,55	6.688,12 439,98	6.686,67 440,61	6.686,24 440,72	6.686,96 441,67	6.686,50 440,42
COTAS	Boca		m	4,16	2,54	1,50	3,48	2,66	13,87	17,59	3,03	9,76
	Final da sondagem		m	-281,09	-296,11	-313,31	-337,17	-306,91	-284,75	-252,11	-241,17	-
	Embasamento		m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Diabásio	Sedim.	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-259,01	-260,33	-	-312,55	-262,95	-231,10	-228,33?	-211,70	-
		Camada total	m	1,08	0,15	-	0,36	0,49	1,65	1,01	0,86	-
		Carvão + fh.cbso.	m	0,50	0,15	-	0,36	0,49	0,63	0,70	0,25	-
		Carvão na camada	m	0,50	0,07	-	0,00	0,16	0,38	0,70	0,25	-
	MB	Cota da lapa	m	-	-	-	-	-267,61	-	-	-	-237,88
		Camada total	m	Neg.	Neg.	-	Neg.	0,10	Neg.	Neg.	Neg.	0,86
		Carvão + fh.cbso.	m	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,62
		Carvão na camada	m	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,62
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-265,71	-267,41	-279,12	-320,70	-271,26	-238,25	-233,16?	-219,97	-241,18
		Camada total	m	2,75	1,32	1,99	2,09	2,60	2,35	0,34	3,02	0,85
		Carvão + fh.cbso.	m	2,11	1,14	1,91	1,66	2,08	2,13	0,34	2,51	0,80
		Carvão na camada	m	1,98	0,93	1,83	1,45	2,08	2,13	0,34	2,51	0,64
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-266,49	-268,36	-280,84	-	-272,78	-240,22	-234,53?	-	-243,41	
	Camada total	m	0,24	0,09	0,25	Neg.	0,84	1,49	0,40	Neg.	1,46	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,12	0,09	0,15	-	0,29	0,66	0,35	-	0,91	
	Carvão na camada	m	0,12	0,09	0,15	-	0,29	0,66	0,35	-	0,91	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-267,35	-272,10	-	-327,47?	-276,72	-241,43	-	-222,50	-	
	Camada total	m	0,23	0,26	-	0,22	0,20	0,21	Neg.	1,05	-	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,23	0,26	-	0,22	0,20	0,21	-	1,05	-	
	Carvão na camada	m	0,23	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,97	-	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-272,41	-276,47	-	-329,69	-278,55	-246,79	-246,13	-	-	
	Camada total	m	0,42	0,96	-	0,33	0,52	1,60	0,28	-	-	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,42	0,68	-	0,33	0,52	0,44	0,28	-	-	
	Carvão na camada	m	0,42	0,35	-	0,15	0,40	0,44	0,28	-	-	
DIABÁSIO	Espessura	m	-	5,00	1,03	-	1,01	> 5,35	4,93	> 0,31	11,88	
	Cota da base	m	-	- 98,16	-201,68	-	- 94,65	<-284,75	-216,54	<-241,17	-215,70	
	Espessura	m	-	1,05	-	-	-	-	-	-	-	
	Cota da base	m	-	-171,71	-	-	-	-	-	-	-	
	Espessura	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OBSERVAÇÕES								G-1	E		E	

FURO			100	101	102	103	104	105	106	107	108	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.686,24 440,28	6.687,55 441,61	6.687,96 441,53	6.686,99 441,87	6.687,16 442,34	6.687,65 442,08	6.687,46 440,64	6.687,32 442,81	6.687,88 441,03
COTAS	Boca		m	14,58	3,67	3,90	4,30	4,42	2,45	3,68	3,74	4,68
	Final da sondagem		m	-246,07	-270,21	-270,08	-260,95	-263,71	-274,13	-270,84	-247,83	-301,28
	Embasamento		m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LITOLOGIA NA BASE				Sedim.	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Diabásio	Diabásio	Diabásio	Sedim.
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-	-246,07	-252,19	-210,49	-201,17	-233,57	-239,39	-198,93	-264,81
		Camada total	m	-	0,85	1,31	0,13	0,42	0,89	0,59	0,44	0,48
		Carvão + fh.cbso.	m	-	0,43	0,56	0,13	0,13	0,22	0,18	0,20	0,19
		Carvão na camada	m	-	0,26	0,39	0,06	0,13	0,22	0,18	0,04	0,19
	MB	Cota da lapa	m	-232,35			-242,35?			-242,70		-268,95
		Camada total	m	0,79	Neg.	Neg.	0,15	Neg.	Neg.	0,27	Neg.	0,26
		Carvão + fh.cbso.	m	0,48			0,15			0,27		0,26
		Carvão na camada	m	0,48			0,15			0,19		0,00
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-237,86	-253,67	-260,65	-247,92	-209,14	-241,71	-247,27	-206,30	-274,26
		Camada total	m	3,23	2,33	2,83	0,90	2,08	2,67	2,57	2,08	2,33
		Carvão + fh.cbso.	m	3,12	2,33	2,18	0,90	2,08	1,79	1,78	1,54	2,10
		Carvão na camada	m	2,51	1,86	2,18	0,90	1,74	1,46	1,68	1,54	2,10
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-239,83	-255,24	-261,21	-249,87	-210,65	-242,93	-248,80		-274,79	
	Camada total	m	1,49	0,98	0,12	1,15	0,96	0,94	0,18	Neg.	0,10	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,20	0,55	0,12	0,53	0,36	0,24	0,18		0,10	
	Carvão na camada	m	0,88	0,55	0,12	0,53	0,36	0,24	0,18		0,10	
I ₂ B	Cota da lapa	m		-257,86	-266,17		-212,95	-245,79	-253,72	-210,84		
	Camada total	m		1,18	2,35		0,68	1,40	1,33	1,58		
	Carvão + fh.cbso.	m		1,03	2,00		0,68	1,25	1,02	1,46		
	Carvão na camada	m		1,03	1,84		0,68	1,25	0,88	1,46		
I ₃ F	Cota da lapa	m		-259,34				-248,13	-258,08	-214,05		
	Camada total	m		0,12				0,25	2,07	1,13		
	Carvão + fh.cbso.	m		v. cv.				0,14	1,54	0,44		
	Carvão na camada	m		v. cv.				0,14	1,00	0,44		
DIABÁSIO	Espessura Cota da base		m		> 5,58	3,90	24,54	> 2,78	> 2,08	> 1,74	> 1,52	5,71
			m		<-270,21	-156,50	-239,80	<-263,71	<-274,13	<-270,84	<-247,83	-252,19
	Espessura Cota da base		m									
OBSERVAÇÕES				E	E				H			

FURO			109	110	111	112	113	114	115	116	117	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.689,31 441,30	6.687,63 444,45	6.688,21 446,11	6.687,41 445,51	6.688,56 441,24	6.686,95 443,72	6.686,82 445,61	6.688,72 441,81	6.687,52 446,51
COTAS	Boca		m	4,07	2,32	4,64	8,25	2,73	5,47	8,75	2,39	6,53
	Final da sondagem		m	-414,40	-225,36	-274,21	-224,81	-349,57	-270,31	-226,63	-363,85	-249,17
	Embasamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-399,48	-207,67		-201,75	-333,65	-205,93	-183,38?	-347,69	—
		Camada total	m	1,99	0,36	Neg.	0,44	0,81	0,19	0,51	1,45	—
		Carvão + fh.cbso.	m	1,00	0,20		0,32	0,39	0,13	0,37	0,65	
		Carvão na camada	m	0,94	0,20		0,00	0,31	0,13	0,37	0,65	
	MB	Cota da lapa	m	-403,38				-337,97				
		Camada total	m	0,67	Neg.	Neg.	Neg.	0,20	Neg.	Neg.	Neg.	—
		Carvão + fh.cbso.	m	0,31				0,20				
		Carvão na camada	m	0,10				0,00				
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-407,93	-215,13	-246,29	-209,68	-342,47	-213,99	-215,35?	-353,92	-221,59?
		Camada total	m	3,01	1,59	2,09	2,06	2,66	2,57	2,03	2,03	1,37
		Carvão + fh.cbso.	m	2,10	0,75	1,57	1,52	2,27	2,10	1,93	1,38	1,24
		Carvão na camada	m	1,93	0,75	1,37	1,32	2,19	1,68	1,47	1,38	1,24
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-411,00	-215,52			-345,39				-354,65	
	Camada total	m	1,13	0,19	Neg.	Neg.	1,56	Neg.	Neg.	0,20	Neg.	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,64	0,10			0,45			0,20		
	Carvão na camada	m	0,64	0,10			0,45			0,20		
I ₂ B	Cota da lapa	m	-413,49	-220,58	-250,76	-213,97	-348,69	-218,67	-218,91?			
	Camada total	m	0,52	1,72	1,89	1,51	1,39	1,62	0,42	—	Neg.	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,52	1,64	1,89	1,51	1,19	1,51	0,42			
	Carvão na camada	m	0,37	1,64	1,79	1,24	0,94	1,45	0,42			
I ₃ F	Cota da lapa	m		-225,00		-217,63		-223,49				
	Camada total	m	—	0,63	—	0,39	—	0,71	—	—	—	
	Carvão + fh.cbso.	m	—	0,33	—	0,24	—	0,40	—	—	—	
	Carvão na camada	m	—	0,19	—	0,24	—	0,40	—	—	—	
DIABÁSIO	Espessura	m		19,00	19,30	> 1,29		> 1,06	21,12	2,78	16,90	
	Cota da base	m		-129,58	-229,91	<-224,81		<-270,31	-210,17	-114,81	-216,37	
	Espessura	m								30,72		
	Cota da base	m								-152,35		
	Espessura	m								23,98		
	Cota da base	m								-245,21		
OBSERVAÇÕES												

FURO			118	119	120	121	122	123	124	125	126		
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.688,47 444,35	6.686,79 444,59	6.686,83 446,62	6.686,09 444,64	6.687,95 443,57	6.685,97 445,64	6.685,34 444,89	6.688,84 443,41	6.684,72 445,01	
COTAS	Boca		m	3,48	9,52	7,63	7,80	4,34	6,22	4,80	4,87	3,63	
	Final da sondagem		m	-257,83	-220,67	-213,13	-188,13	-256,16	-203,20	-190,00	-303,85	-155,51	
	Embasamento		m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.		
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-215,87		-200,33?		-200,54	-187,03?		-287,69	-143,68?	
		Camada total	m	0,12	-	0,16	-	0,18	0,12	--	1,66	0,03	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,12	-	0,16	-	0,18	0,12	--	0,94	0,03	
		Carvão na camada	m	0,12	-	0,16	-	0,18	0,06	--	0,75	0,00	
	MB	Cota da lapa	m	-219,74						-175,89?			
		Camada total	m	0,12	-	Neg.	-	Neg.	Neg.	0,30	Neg.	-	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,12	-					0,30			
		Carvão na camada	m	0,00	-					0,30			
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-224,29	-197,53	-204,52?	-177,19	-209,04	-192,47?	-178,66?	-296,82	-149,18?	
		Camada total	m	2,84	2,16	1,77	1,52	1,99	1,62	1,60	2,64	1,39	
		Carvão + fh.cbso.	m	2,32	1,87	1,50	1,01	1,68	1,62	1,60	1,91	1,29	
		Carvão na camada	m	1,92	1,79	1,15	0,85	1,48	1,42	1,50	1,78	1,23	
I ₁ FA	Cota da lapa	m					-209,62						
	Camada total	m					0,10						
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,10	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.		
	Carvão na camada	m					0,10						
I ₂ B	Cota da lapa	m	-227,06	-202,12		-182,17	-213,10			-302,88			
	Camada total	m	0,34	1,54	-	1,55	1,79	-	Neg.	2,54	Neg.		
	Carvão + fh.cbso.	m	0,34	1,54	-	1,55	1,65	-		2,34			
	Carvão na camada	m	0,34	1,45	-	1,43	1,50	-		2,12			
I ₃ F	Cota da lapa	m		-207,35			-215,09						
	Camada total	m		0,14			0,38		Neg.				
	Carvão + fh.cbso.	m		0,14			0,38						
	Carvão na camada	m		0,14			0,38						
DIABÁSIO	Espessura	m	> 0,55		14,55		> 1,00	13,77	14,51		7,65		
	Cota da base	m	<-257,83		-199,04		<-256,16	-185,07	-172,47		-31,71		
	Espessura	m											
	Cota da base	m											
	Espessura	m											
	Cota da base	m											
OBSERVAÇÕES													

FURO			127	128	129	130	131	132	133	134	135	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.684,10 445,96	6.689,50 443,31	6.684,60 443,93	6.689,01 442,59	6.685,32 443,84	6.689,76 442,28	6.687,33 438,03	6.686,02 443,83	6.690,01 443,76
COTAS	Boca	m	6,61	3,56	4,70	3,54	3,61	4,50	~ 5,00	2,09	~ 3,00	
	Final da sondagem	m	-126,04	-296,29	-143,45	-337,48	-152,66	-371,78	~ -319,10	-200,23	~ -301,90	
	Embasmamento	m	-115,69	-	-134,35	-	-	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Gnaisse	Sedim.	Granito	Diabásio	Diabásio	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-101,19?	-275,60		-310,12		~ -291,58		~ -279,97	
		Camada total	m	0,25	1,38	Neg.	0,55	-	(Diab.) 0,81	-	1,08	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,25	0,59		0,30		0,38		0,73	
		Carvão na camada	m	0,25	0,59		0,30		0,38		0,73	
	MB	Cota da lapa	m									
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	-	(Diab.)	Neg.	-	Neg.
		Carvão + fh.cbso. Carvão na camada	m									
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-106,85	-283,88		-315,24	-147,25?	-363,25	~ -299,56	-174,66?	~ -290,81
		Camada total	m	0,62	3,06	Neg.	1,53	1,70	1,31	2,97	1,72	4,04
		Carvão + fh.cbso.	m	0,62	2,01		1,16	1,11	0,96	2,56	1,38	2,58
		Carvão na camada	m	0,62	1,85		1,13	1,11	0,82	2,40	1,20	2,37
	I ₁ FA	Cota da lapa	m		-284,80		-316,76		-363,59			
Camada total		m		0,53		0,11		0,06				
Carvão + fh.cbso.		m	Neg.	0,47	Neg.	0,11	Neg.	0,06	Neg.	Neg.	Neg.	
Carvão na camada		m		0,34		0,11		0,06				
I ₂ B	Cota da lapa	m		-289,74		-319,85		-367,63	~ -302,09		~ -296,30	
	Camada total	m		2,11		1,64		1,54	0,18	(Diab.)	2,37	
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	1,91	Neg.	1,64	-	0,84	0,18		2,23	
	Carvão na camada	m		1,91		1,25		0,84	0,18		2,23	
I ₃ F	Cota da lapa	m				-326,09						
	Camada total	m	Neg.	-	Neg.	0,32	-	-	-	-	-	
	Carvão + fh.cbso.	m				0,32						
	Carvão na camada	m				0,32						
DIABÁSIO	Espessura	m			7,65	> 1,02	> 1,87	1,60	1,80	3,08		
	Cota da base	m			-37,55	< -337,48	< -152,66	-320,60	~ -112,35	-181,09		
	Espessura	m						30,12		> 2,07		
	Cota da base	m					-357,24			< -200,23		
OBSERVAÇÕES				E								

FURO			136	137	138	139	140	141	142	143	144		
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.688,02 437,93	6.685,69 443,00	6.690,57 443,49	6.686,23 442,51	6.689,17 437,78	6.689,96 453,17	6.690,79 445,69	6.689,60 438,84	6.691,63 452,64	
COTAS	Boca		m	4,81	6,57	2,41	12,56	9,25	~ 8,00	3,74	6,86	2,69	
	Final da sondagem		m	-339,59	-196,38	-322,24	-190,77	-358,40	~ -265,68	-321,63	-382,22	-294,53	
	Embasamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.		
CAMADA S DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-322,14	-189,81?	-294,19	-175,30	-337,05	~ -250,75	-285,47	-362,70	-277,68	
		Camada total	m	0,58	1,39	0,65	0,23	1,38	0,96	1,34	0,52	1,23	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,41	0,48	0,28	0,23	0,33	0,69	0,37	0,18	0,85	
		Carvão na camada	m	0,41	0,48	0,28	0,23	0,33	0,59	0,37	0,18	0,85	
	MB	Cota da lapa	m									-365,41	-280,07?
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,22	0,20
		Carvão + fh.cbso.	m									0,22	v. cv.
		Carvão na camada	m									0,22	v. cv.
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-330,23	-194,99?	-304,31	-183,35	-341,78	~ -258,58	-295,75	-370,59	-283,64	
		Camada total	m	2,58	1,67	2,16	2,45	1,52	1,22	1,57	2,80	2,11	
		Carvão + fh.cbso.	m	2,39	1,05	1,71	2,13	1,36	1,22	1,57	2,53	1,96	
		Carvão na camada	m	2,33	0,86	1,59	1,52	1,11	1,22	1,38	2,40	1,75	
I ₁ FA	Cota da lapa	m			-305,16	-184,16			-297,01				
	Camada total	m	Neg.	—	0,12	0,20	Neg.	Neg.	0,21	Neg.	Neg.		
	Carvão + fh.cbso.	m			0,12	0,20			0,21				
	Carvão na camada	m			0,00	0,20			0,21				
I ₂ B	Cota da lapa	m	-332,17		-309,14	-185,94		~ -265,35	-310,51		-290,26		
	Camada total	m	0,10	—	1,41	1,09	Neg.	4,30	2,91	Neg.	3,77		
	Carvão + fh.cbso.	m	0,10		0,61	0,73		3,39	2,45		3,41		
	Carvão na camada	m	0,00		0,57	0,73		3,39	2,17		3,12		
I ₃ F	Cota da lapa	m	-337,35		-316,39	-187,44?	-347,40						
	Camada total	m	0,23	—	1,20	0,14	0,12		Neg.	Neg.	—		
	Carvão + fh.cbso.	m	0,23		0,22	0,14	0,12						
	Carvão na camada	m	0,23		0,22	0,14	0,12						
DIABÁSIO	Espessura	m	1,80	22,73			8,20			6,84			
	Cota da base	m	-134,19	-185,87			-127,80			-132,36			
	Espessura	m	2,54										
	Cota da base	m	-143,52										
OBSERVAÇÕES													

FURO			145	146	147	148	149	150	151	152	153		
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.694,07 452,71	6.691,49 445,58	6.687,46 453,27	6.692,47 445,86	6.686,02 453,48	6.690,01 445,82	6.691,64 457,95	6.689,36 445,98	6.693,61 464,40	
COTAS	Boca		m	33,10	1,68	4,94	1,97	3,56	3,38	9,27	4,05	4,76	
	Final da sondagem		m	-271,78	-252,62	-237,24	-242,44	-190,45	-305,72	-266,98	-331,26	-282,41	
	Embasamento		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.		
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-238,22		-204,99		-170,19	-280,25	-241,40		-242,91	
		Camada total	m	0,65	—	1,28	—	1,25	0,34	2,79	(Diab.)	1,42	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,65	—	0,49	—	0,53	0,21	1,46		0,73	
		Carvão na camada	m	0,41		0,49		0,53	0,15	1,46		0,61	
	MB	Cota da lapa	m										
		Camada total	m	Neg.	—	Neg.	—	Neg.	Neg.	Neg.	(Diab.)	Neg.	
		Carvão + fh.cbso.	m										
		Carvão na camada	m										
	I ₁ F	Cota da lapa	m		-234,78	-212,15	-222,77	-178,81	-289,71	-245,01			-261,86
		Camada total	m	(Diab.)	1,26	1,39	0,75	1,02	2,85	1,93	(Diab.)		0,81
		Carvão + fh.cbso.	m		1,16	1,39	0,59	1,02	2,21	1,79			0,81
		Carvão na camada	m		1,16	1,39	0,59	1,02	2,21	1,72			0,81
I ₁ FA	Cota da lapa	m											
	Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	(Diab.)	Neg.		
	Carvão + fh.cbso.	m											
	Carvão na camada	m											
I ₂ B	Cota da lapa	m	-261,05	-241,45	-220,68	-232,12	-185,27	-298,25	-250,61	-303,97?		-263,74	
	Camada total	m	1,61	2,15	3,00	2,15	1,72	2,92	2,63	0,40		0,47	
	Carvão + fh.cbso.	m	1,61	2,04	2,34	1,67	1,66	2,67	2,50	0,40		0,47	
	Carvão na camada	m	1,54	1,95	2,34	1,42	1,58	2,53	2,50	0,18		0,47	
I ₃ F	Cota da lapa	m		-246,13		-240,41							
	Camada total	m	Neg.	0,44	—	0,31	—	—	Neg.	—	—		
	Carvão + fh.cbso.	m		0,44		0,31							
	Carvão na camada	m		0,44		0,31							
DIABÁSIO	Espessura		m	12,60	21,15					1,78	45,97	28,80	
	Cota da base		m	-256,47	-133,77					-213,10	-301,25	-116,84	
	Espessura		m									25,90	
	Cota da base		m									-151,83	
Espessura		m										13,53	
Cota da base		m										-260,66	
OBSERVAÇÕES													

FURO			154	155	156	157	158	159	160	161	162	
COORDENADAS UTM		N	6.688,66	6.688,82	6.688,22	6.696,52	6.688,11	6.688,46	6.687,23	6.687,38	6.691,07	
		E	445,92	445,34	445,42	464,03	444,83	444,85	444,09	445,03	464,49	
COTAS	Boca	m	0,36	2,64	2,93	8,87	3,23	2,65	3,33	4,63	5,75	
	Final da sondagem	m	-267,99	-273,21	-238,67	-347,97	-267,77	-235,73	-245,50	-244,27	-293,10	
	Embasamento	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-292,07	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Gnaisse	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-	-247,86	-218,56	-314,80	-200,53	-209,95	-220,21	-197,60	-216,32
		Camada total	m	-	0,30	0,19	0,17	0,13	0,57	0,52	0,06	0,39
		Carvão + fh.cbso.	m	-	0,30	0,15	0,17	0,13	0,33	0,25	v. cv.	0,39
		Carvão na camada	m	-	-	0,15	0,17	0,13	0,33	0,25	v. cv.	0,17
CAMADAS	MB	Cota da lapa	m	-	-	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
		Camada total	m	-	-	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	-	-	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão na camada	m	-	-	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
DE	I ₁ F	Cota da lapa	m	-255,02	-256,49	-225,07	-324,65	-208,99	-218,03	-229,81	-205,58	-242,55
		Camada total	m	2,40	2,23	0,65	1,41	2,53	2,66	2,50	2,30	0,30
		Carvão + fh.cbso.	m	1,75	1,75	0,65	1,41	2,09	2,26	1,94	1,70	0,21
		Carvão na camada	m	1,75	1,40	0,55	1,19	1,49	2,08	1,94	1,53	0,21
CAMADAS	I ₁ FA	Cota da lapa	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	-218,74	Neg.	Neg.	Neg.
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,14	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,14	Neg.	Neg.	Neg.
		Carvão na camada	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,14	Neg.	Neg.	Neg.
CARVÃO	I ₂ B	Cota da lapa	m	-261,42	-262,46	-229,64	Neg.	-214,02	-223,04	-236,59	-210,38	-245,63
		Camada total	m	2,34	2,08	2,20	Neg.	1,99	1,46	2,39	1,67	0,58
		Carvão + fh.cbso.	m	2,34	1,94	2,20	Neg.	1,76	1,46	2,39	1,67	0,58
		Carvão na camada	m	2,15	1,76	1,93	Neg.	1,62	1,35	2,22	1,58	0,58
CAMADAS	I ₃ F	Cota da lapa	m	-263,52	-	-	Neg.	-	-231,03	-238,39	-	Neg.
		Camada total	m	0,28	-	-	Neg.	-	0,32	0,50	-	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	0,28	-	-	Neg.	-	0,32	0,24	-	Neg.
		Carvão na camada	m	0,10	-	-	Neg.	-	0,32	0,24	-	Neg.
DIABÁSIO	Espeçura	m	0,90	26,50	-	23,74	-	32,75	-	-	18,76	
	Cota da base	m	-152,64	-157,76	-	-130,94	-	-132,65	-	-	-71,36	
	Espeçura	m	-	-	-	19,81	-	-	-	-	17,18	
	Cota da base	m	-	-	-	-199,29	-	-	-	-	-241,85	
	Espeçura	m	-	-	-	25,95	-	-	-	-	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-247,92	-	-	-	-	-	
OBSERVAÇÕES												

FURO			163	164	165	166	167	168	169	170	171	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.687,68 442,98	6.687,97 444,08	6.689,37 456,54	6.687,57 456,78	6.687,41 443,33	6.693,67 456,31	6.688,84 443,42	6.687,62 441,13	6.693,67 457,65
COTAS	Boca		m	5,46	3,62	8,82	11,18	2,77	9,46	4,75	4,28	8,07
	Fim da sondagem		m	-228,46	-296,91	-270,03	-236,18	-249,14	-264,66	-332,66	-271,10	-271,68
	Embasamento		m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Diabásio	Sedim.	Diabásio	Sedim.	
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	-207,55	-243,10	-230,01	-208,16	-207,92		-287,51	-236,84	-245,62
		Camada total	m	0,18	0,32	0,74	2,02	0,14	Neg.	1,03	0,50	0,21
		Carvão + fh. cbso.	m	0,12	0,32	0,46	1,18	0,14		0,55	0,50	0,21
		Carvão na camada	m	0,12	0,32	0,46	1,11	0,14		0,55	-	0,21
CAMADAS	MB	Cota da lapa	m									-248,82
		Camada total	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	-	0,84
		Carvão + fh. cbso.	m									0,67
		Carvão na camada	m									0,67
DE	I ₁ F	Cota da lapa	m	-215,47	-253,21	-235,15	-214,57	-216,26	-235,66	-296,35	-244,18	-251,51
		Camada total	m	2,21	2,90	1,93	1,79	2,17	0,59	2,47	2,08	1,47
		Carvão + fh. cbso.	m	1,82	1,90	1,93	1,60	1,61	0,51	1,89	1,80	1,47
		Carvão na camada	m	1,45	1,75	1,89	1,36	1,36	0,29	1,89	-	1,40
CAMADAS	I ₁ FA	Cota da lapa	m		-254,04			-217,34		-297,36		
		Camada total	m	Neg.	0,23	Neg.	Neg.	0,10	Neg.	0,45	-	Neg.
		Carvão + fh. cbso.	m		0,23			0,10		0,26		
		Carvão na camada	m		0,23			0,10		0,26		
CARVÃO	I ₂ B	Cota da lapa	m	-220,44	-259,56	-240,83	-220,75	-222,21		-302,00	-248,70	-256,00
		Camada total	m	1,72	2,17	1,89	1,80	2,38	Neg.	2,02	1,20	1,55
		Carvão + fh. cbso.	m	1,58	2,17	1,89	1,52	1,72		1,84	1,20	1,55
		Carvão na camada	m	1,58	2,03	1,76	1,40	1,72		1,84	-	1,18
CAMADAS	I ₃ F	Cota da lapa	m	-223,64				-227,08		-306,24		
		Camada total	m	0,40	-	-	-	0,50		0,16		Neg.
		Carvão + fh. cbso.	m	0,40				0,25		v. cv.		
		Carvão na camada	m	0,40				0,25		v. cv.		
DIABÁSIO	Espessura		m	23,10				> 0,30	15,00		> 19,60	9,34
	Cota da base		m	-152,39				<-249,14	-153,99		<-271,10	-154,03
	Espessura		m						> 9,90			
Cota da base		m						<-264,66				
OBSERVAÇÕES										A		

FURO			172	173	174	175	176	177	178	179	180		
COORDENADAS UTM.		N E	km km	6.688,04 464,35	6.687,66 441,38	6.691,39 456,36	6.687,48 441,28	6.691,52 475,95	6.692,75 470,90	6.688,40 475,87	6.693,03 467,24	6.690,12 471,27	
COTAS	Boca		m	4,22	4,17	8,95	4,45	4,16	4,14	1,74	3,62	3,99	
	Final da sondagem Embasamento		m m	-207,50 -	-269,68 -	-270,00 -	-273,00 -	-252,80 ~252m	-292,86 ~292m	-201,26 ~201m	-282,38 ~282m	-276,00 -	
LITOLOGIA NA BASE				Sedim.	Diabásio	Sedim.	Diabásio	Granito	Granito	Granito	Granito	Diabásio	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-178,28	-243,05	-252,79	-237,04			-168,39	-258,73	-	
		Camada total	m	0,22	0,68	1,15	0,09	-	-	0,26	0,60	0,30	
		Carvão + fh.cbso.	m	0,22	0,37	0,95	0,09	-	-	0,26	0,60	0,30	
		Carvão na camada	m	0,22	-	0,66	-	-	-	-	-	-	
	MB	Cota da lapa	m										
		Camada total	m	Neg.	-	Neg.	-	-	-	-	-	-	-
		Carvão + fh.cbso.	m										
		Carvão na camada	m										
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-189,78	-250,97	-260,93	-244,30	-181,29	-256,43	-195,25	-264,98	-214,01	
		Camada total	m	1,76	2,73	2,00	2,68	0,74	1,12	0,64	1,77	1,70	
		Carvão + fh.cbso.	m	1,76	2,04	1,85	2,40	0,29	0,64	0,60	1,55	1,30	
		Carvão na camada	m	1,76	-	1,63	-	-	-	-	-	-	
	I ₁ FA	Cota da lapa	m		-251,73								
Camada total		m		0,18									
Carvão + fh.cbso.		m	Neg.	0,18	Neg.	-	-	-	-	-	-	-	
Carvão na camada		m		-									
I ₂ B	Cota da lapa	m	-195,42		-268,22	-249,12					-269,20		
	Camada total	m	0,21	(Diab.)	3,70	1,19	-	-	-	-	1,07	-	
	Carvão + fh.cbso.	m	0,21		3,22	1,19	-	-	-	-	0,95	-	
	Carvão na camada	m	0,21		3,22	-	-	-	-	-	-	-	
I ₃ F	Cota da lapa	m											
	Camada total	m											
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	(Diab.)	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Carvão na camada	m											
DIABÁSIO	Espessura	m		> 15,69	4,10	> 17,65	6,10	10,00	11,00	6,10	17,00		
	Cota da base	m		<-269,68	-156,55	<-273,00	- 91,35	-135,86	- 83,26	- 97,68	-123,01		
	Espessura	m					37,45			37,00	-		
	Cota da base	m					-222,55			-231,93	<-276,00		
	Espessura	m											
	Cota da base	m											
OBSERVAÇÕES				A		A	A	A	A	A	A		

Tabela 8a Folha 21/23

FURO			181	182	183	184	185	186	187	188	189	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.695,14 476,40	6.695,79 467,32	6.687,37 449,38	6.686,76 454,82	6.688,26 452,06	6.688,99 449,58	6.687,61 457,82	6.689,55 459,20	6.688,09 460,96
COTAS	Boca	m	6,58	5,48	~ 10,00	~ 7,00	~ 7,00	~ 7,00	~ 10,00	6,85	3,78	
	Final da sondagem	m	-256,42	-290,52	~ -220,40	~ -221,30	~ -244,00	~ -289,00	~ -228,15	-266,82	-241,97	
	Embasamento	m	-	~ -290m	-	-	-	~ -288,90	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Diabásio	Granito	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Gnaisse	Sedim.	Sedim.	Sedim.	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	-	Neg.	~ -194,62	~ -204,78	~ -214,58		~ -206,22	-231,08	-195,55
		Camada total	m	-		0,62	3,43	2,05	(Diab.)	1,82	0,73	1,34
		Carvão + fh.cbso.	m	-		0,44	1,82	1,48		1,32	0,73	1,08
		Carvão na camada	m	-		0,44	1,82	1,48s		1,32	0,73s	1,08
	MB	Cota da lapa	m	-	Neg.		~ -208,73	~ -219,51			-233,81?	
		Camada total	m	-		Neg.	0,26	0,36	(Diab.)	Neg.	1,29	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	-			0,26	0,36			0,47	
		Carvão na camada	m	-			0,26s	0,36s			0,47s	
	I ₁ F	Cota da lapa	m	-	Neg.	~ -201,95	~ -212,48	~ -222,20		~ -212,36	-236,67	-202,42
		Camada total	m	-		2,24	1,65	0,92	(Diab.)	1,93	1,40	1,90
		Carvão + fh.cbso.	m	-		1,63	1,65	0,92		1,93	1,40	1,90
		Carvão na camada	m	-		1,63	1,65	0,92s		1,93	1,40	1,90
I ₁ FA	Cota da lapa	m	-	Neg.		~ -212,78					-204,40?	
	Camada total	m	-		Neg.	0,02		(Diab.)	Neg.	Neg.	0,73	
	Carvão + fh.cbso.	m	-			0,02	Neg.			Neg.	0,23	
	Carvão na camada	m	-			0,02					0,23s	
I ₂ B	Cota da lapa	m	-	Neg.	~ -208,05	~ -219,30	~ -228,68	~ -274,41?	~ -219,55	-241,35	-207,22	
	Camada total	m	-		3,11	1,97	4,23	2,33	4,05	1,94	1,60	
	Carvão + fh.cbso.	m	-		2,85	1,72	3,56	1,07	3,97	1,78	1,60	
	Carvão na camada	m	-		2,85	1,72	3,56	1,07	3,97	1,78	1,60	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-	Neg.	~ -211,12							
	Camada total	m	-		0,44			Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	
	Carvão + fh.cbso.	m	-		0,28							
	Carvão na camada	m	-		0,28							
DIABÁSIO	Espeçura	m	> 38,00	21,00			7,95	3,50		13,12	34,20	
	Cota da base	m	< -256,42	~ -193,58			~ -211,05	~ -266,00		-229,18	- 51,42	
	Espeçura	m									2,40	
	Cota da base	m									-106,02	
	Espeçura	m										
	Cota da base	m										
OBSERVAÇÕES			A	A								

FURO			190	191	192	193	194	195	196	197	198	
COORDENADAS UTM		N E	km km	6.690,75 461,13	6.692,40 462,62	6.693,72 461,08	6.689,61 463,29	6.692,44 459,77	6.690,09 454,80	6.690,79 449,45	6.693,59 454,79	6.690,31 455,98
COTAS	Boca	m	~ 6,00	12,33	20,82	2,92	4,41	~ 3,50	4,37	6,06	~ 10,00	
	Final da sondagem	m	~ -242,90	-235,86	-297,97	-237,08	-252,94	~ -334,80	-316,63	-301,71	~ -320,00	
	Embasamento	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LITOLOGIA NA BASE			Diabásio	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Sedim.	Diabásio	Sedim.	
CAMADAS DE CARVÃO	SB	Cota da lapa	m	~ -200,88	-218,97	-255,09	-223,07	-229,33	~ -299,00?	-	-	~ -282,47
		Camada total	m	1,13	1,84	2,14	2,00	0,77	0,90	-	Neg.	1,58
		Carvão + fh.cbso.	m	0,40	0,90	1,33	1,37	0,44	0,28	-	-	0,89
		Carvão na camada	m	0,40	0,90	1,33	1,37	0,44	0,28	-	-	0,89
	MB	Cota da lapa	m	-	-	(Diab.)	Neg.	Neg.	-	-	-290,76	-
		Camada total	m	Neg.	Neg.	(Diab.)	Neg.	Neg.	-	-	0,28	Neg.
		Carvão + fh.cbso.	m	-	-	(Diab.)	Neg.	Neg.	-	-	v. cv.	-
		Carvão na camada	m	-	-	(Diab.)	Neg.	Neg.	-	-	v. cv.	-
	I ₁ F	Cota da lapa	m	~ -207,42	-226,06	-284,55	-230,98	-238,07	~ -321,26	-	-294,17	~ -290,46
		Camada total	m	1,32	1,55	0,65	2,01	1,41	1,73	-	1,98	5,40
		Carvão + fh.cbso.	m	1,32	1,55	0,65	2,01	1,41	1,34	-	1,75	2,86
		Carvão na camada	m	1,32	1,55	0,65	2,01	1,41	1,34	-	1,75	2,86
	I ₁ FA	Cota da lapa	m	~ -208,80	-	-	-	-	~ -322,85	-	-	-
Camada total		m	0,21	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,05	-	Neg.	Neg.	
Carvão + fh.cbso.		m	0,21	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,05	-	Neg.	Neg.	
Carvão na camada		m	0,21 _s	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,05	-	Neg.	Neg.	
I ₂ B	Cota da lapa	m	~ -212,41	-230,85	-289,50	-235,18	-242,30	~ -329,14	-	-	~ -298,25	
	Camada total	m	2,01	2,04	3,08	2,21	2,88	5,71	-	(Diab.)	4,64	
	Carvão + fh.cbso.	m	2,01	2,04	2,46	1,28	2,73	5,16	-	(Diab.)	4,40	
	Carvão na camada	m	2,01	2,04	2,46	1,28	2,73	5,16	-	(Diab.)	4,40	
I ₃ F	Cota da lapa	m	-	-	-295,45	-	-	-	-	-	~ -317,20?	
	Camada total	m	Neg.	-	0,17	-	-	-	-	-	0,13	
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	-	v. cv.	-	-	-	-	-	0,13	
	Carvão na camada	m	Neg.	-	v. cv.	-	-	-	-	-	0,13	
DIABÁSIO	Espessura	m	11,55	30,20	41,00	16,90	9,40	7,05	2,31	2,45	-	
	Cota da base	m	~ -102,35	-124,37	-167,18	-138,58	- 57,99	~ -298,10	-215,94	-132,89	-	
	Espessura	m	> 16,73	-	23,92	-	8,52	13,80	-	2,00	-	
	Cota da base	m	< -242,90	-	-283,90	-	-139,86	~ -319,50	-	-219,44	-	
	Espessura	m	-	-	-	-	-	-	-	> 1,37	-	
	Cota da base	m	-	-	-	-	-	-	-	< -300,71	-	
OBSERVAÇÕES									B		D	

FURO			199	200	201	5CA-02-RS	5CA-03-RS	5CA-04-RS	5CA-34-RS		
COORDENADAS UTM		N	6.689,65	6.691,10	6.691,15	6.699,78	6.696,34	6.694,76	6.700,00		
		E	454,52	455,64	453,89	461,90	448,32	434,90	468,00		
COTAS	Boca		m	~ 4,50	~ 4,50	~ 4,50	50,15	22,36	58,33	7,34	
	Final da sondagem		m	~ -281,00	~ -284,75	~ -334,00	-366,64	-370,69	-389,22	-420,66	
	Embasamento		m	-	-	~ -330,85	-363,85	-365,59	-387,97	-414,66	
LITOLOGIA NA BASE			Sedim.	Sedim.	Gnaisse	Gnaisse	Gnaisse	Granito	Gnaisse		
CAMADAS	SB	Cota da lapa	m	~ -256,20	~ -262,29?		-324,84	-325,61		-374,41	
		Camada total	m	1,85	3,06	Ver Obs.	1,20	0,22	Neg.	0,30	
		Carvão + fh.cbso.	m	1,29	2,30		1,20	0,22		0,30	
		Carvão na camada	m	1,06	2,30		0,48	0,00		0,30	
	MB	Cota da lapa	m			~ -307,37?					
		Camada total	m			0,14					
		Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	Neg.	0,14	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	
		Carvão na camada	m			0,14					
	I ₁ F	Cota da lapa	m	~ -265,80	~ -266,42	~ -311,69	-333,24	-334,01		-381,16	
		Camada total	m	2,28	1,95	0,59	1,77	1,17	Neg.	1,75	
		Carvão + fh.cbso.	m	2,20	1,95	0,24	1,77	0,79		1,75	
		Carvão na camada	m	2,20	1,95	0,24	1,70	0,71		1,37	
I ₁ FA	Cota da lapa	m									
	Camada total	m									
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.		
	Carvão na camada	m									
I ₂ B	Cota da lapa	m	~ -273,31	~ -272,15	~ -317,21	-336,46					
	Camada total	m	3,94	3,43	1,84	0,56	Neg.	Neg.	(Diab.)		
	Carvão + fh.cbso.	m	3,66	3,43	1,15	0,56					
	Carvão na camada	m	3,66	3,22	1,05	0,50					
I ₃ F	Cota da lapa	m					-347,79				
	Camada total	m					0,20				
	Carvão + fh.cbso.	m	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0,20	Neg.	Neg.		
	Carvão na camada	m					0,00				
DIABÁSIO	Espeçura	m			18,42	4,14	~ 12m	1,40	18,70		
	Cota da base	m			~ -275,92	+ 32,51	~ - 19m	-255,27	-369,86		
	Espeçura	m			10,60	27,90	~ 11m		10,50		
	Cota da base	m			~ -296,10	- 11,95	~ - 93m		-392,16		
	Espeçura	m				26,52					
	Cota da base	m				-137,35					
OBSERVAÇÕES				A	C						

TABELA 8a

OBSERVAÇÕES

Neg.	Negativo para a camada
-	Sem dados
?	Há incerteza na correlação
(Diab.)	Camada substituída ou destruída por intrusão
v. cv.	Vestígios de carvão
s	Descrito "carvão sujo"
Sedim.	Rocha sedimentar
Fh. cbso.	Folhelho carbonoso
~	Valor aproximado
A	Falta o log
B	O furo não atingiu o nível das camadas de carvão
C	Camada SB bipartida por intrusão (0,96 m de carvão em 1,30 m de camada total aos ~-285,50 m e 0,95 m de carvão em 1,00 m de camada total aos ~-297,29m)
D	A parte inferior da camada I_1F talvez corresponda à I_1FA
E	Camada I_1FA minerável em conjunto com a I_1F
F	Parte da camada I_1FA minerável em conjunto com a I_1F (0,15 m de carvão + 0,11 m fh. cbso. aos -222,26 m)
G	Idem (0,27 m carvão aos -238,99 m)
H	Idem (0,20 m carvão aos -242,19 m)
I	Há outras camadas de carvão. Ver Tabela 8b

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8b

CAMADAS DE CARVÃO NÃO CORRELACIONÁVEIS

Nº DO FURO	P O S I Ç Ã O		COTA DA LAPA (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO + FH.CBSO. (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)
	ACIMA DA SB	ABAIXO DA I ₃ F				
11		x	-292,57	1,51	1,11	-
20		x	-260,21	0,50	0,50	0,50s
23		x	-298,50	0,15	0,15	0,15
28		x	-242,20	0,73	0,73	0,18
29		x	-251,10	0,30	0,30	0,30
34		x	-357,58	0,93	0,82	0,16
40		x	-234,00	1,07	0,22	0,07
54		x	-238,20	0,32	0,24	0,12
73		x	-288,61	0,36	0,20	0,20
82		x	-273,05	2,20	0,76	0,50
89	x		-238,66	0,23	0,23	0,23
96		x	-248,09	1,47	0,34	0,34
108	x		-256,17	0,03	0,03	0,03
198	x		~270,98	0,31	0,06	0,06

Observações: Fh. Cbso. Folhelho carbonoso

- Sem dados

s Descrito "carvão sujo"

~ Dados aproximados

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8c

PODERES CALORÍFICOS - SONDAgens DA COPELMI, SETOR OESTE

f1. 1/2

CAMADA	FURO	LEITOS ANALISADOS		PODER CALORÍFICO SUPERIOR (base seca) (cal/g)	OBS.
		QUANT.	ESPESSURA TOTAL (m)		
SB	1	3	0,64	4.131	A
"	9	2	0,16	2.918	
SB + MB	3	4	0,85	4.084	
"	7	4	0,72	5.304	
SB + I ₁ F	10	3	0,33	3.951	
I ₁ F	1	1	0,48	4.178	
"	1	1	1,90	4.171	
"	1	1	0,13	5.308	
"	2	5	2,09	4.216	A
"	3	1	0,40	3.512	
"	3	1	1,65	4.020	
"	3	1	0,46	4.617	
"	7	1	0,36	4.095	
"	7	2	1,96	4.586	
"	9	1	0,52	3.984	
"	9	1	1,40	3.940	
"	10	2	0,66	3.859	
"	10	1	0,97	3.994	
"	10	1	0,14	4.825	
I ₁ FA	1	2	0,60	4.411	
"	2	1	0,17	4.947	
"	3	1	0,15	4.590	
"	3	1	0,14	4.407	
"	7	1	0,12	4.257	
"	9	2	0,24	4.462	

Continua...

TABELA 8c

Conclusão

fl. 2/2

CAMADA	FURO	LEITOS ANALISADOS		PODER CALORÍFICO SUPERIOR (base seca) (cal/g)	OBS.
		QUANT.	ESPESSURA TOTAL (m)		
I ₁ FA + I ₃ F	7	3	0,43	3.858	B
I ₂ B	2	1	0,89	3.643	
"	9	2	0,50	3.643	
"	10	1	1,53	4.585	
I ₃ F	1	2	0,74	4.022	
"	1	2	0,44	4.357	
"	2	3	0,20	3.766	
"	2	1	0,63	4.441	A
"	3	2	0,53	3.908	B
"	3	1	0,49	3.589	

OBS.: A - A análise inclui outros leitos de carvão fora da camada principal

B - Perfil indistinto. Não está claro de quais leitos foi executada a análise.

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8d

ANÁLISES - SONDAGENS DA COPELMI - SETOR CENTRO-LESTE

f1. 1/5

CAMADA	FURO	RECUPERAÇÃO DO TESTEMUNHO %	UMIDADE %	ANÁLISE BASE SECA					OBS.
				CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS (ISENTO DE CINZAS) cal/g	
SB	151	90	3,7	36,0	0,5	26,9	4.798	7.497	
SB	153	90	3,6	40,4	0,9	6,7	4.443	7.455	
SB	166	85	6,6	35,0	0,9	28,0	4.753	7.312	
SB	174	90	2,8	42,6	0,8	22,1	4.263	7.427	
SB	183	90	7,5	41,3	0,9	25,1	4.304	7.332	
SB	184	95	6,9	34,2	3,5	27,1	4.817	7.321	
SB	185	95	4,4	79,6	0,9	7,1	1.103	5.407	C
SB	187	95	6,1	44,8	1,3	20,5	3.901	7.067	
SB	189	95	7,6	54,5	0,4	21,2	3.117	6.851	
SB	190	80	3,3	47,9	0,9	18,1	4.017	7.710	
SB	191	80	5,3	24,8	1,1	31,9	5.502	7.316	A
SB	192	85	3,2	68,4	1,4	8,5	1.671	5.288	C
SB	193	90	5,2	35,4	1,7	30,8	4.516	6.991	
SB	194	80	2,5	47,5	1,2	25,4	3.754	7.150	

Continua ...

TABELA 8d

Continuação

f1.2/5

CAMADA	FURO	RECUPERAÇÃO DO TESTEMUNHO %	UMIDADE %	ANÁLISE BASE SECA					OBS.
				CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS (ISENTO DE CINZAS) cal/g	
MB	171	90	2,6	40,5	1,3	24,9	4.326	7.271	
I ₁ F	141	90	-	42,1	0,6	24,8	4.287	7.404	
I ₁ F	144	90	-	41,8	0,3	24,5	4.274	7.344	
I ₁ F	151	90	3,4	42,2	0,3	25,1	4.297	7.434	
I ₁ F	153	90	3,3	47,4	0,4	19,7	2.960	5.627	C
I ₁ F	162	90	3,0	69,1	0,6	12,8	1.615	5.227	C
I ₁ F	166	85	2,3	47,6	0,5	14,3	4.073	7.773	
I ₁ F	171	90	2,6	41,6	0,8	25,3	4.302	7.366	
I ₁ F	172	90	2,6	42,4	0,9	23,9	4.240	7.361	
I ₁ F	174	90	2,7	41,9	0,6	22,4	4.285	7.375	
I ₁ F	183	90	6,7	45,3	0,7	21,4	3.957	7.234	
I ₁ F	184	95	5,5	40,7	1,0	23,6	4.242	7.153	

365



Continua ...

Continuação

TABELA 8d

fl. 3/5

CAMADA	FURO	RECUPERAÇÃO DO TESTEMUNHO %	UMIDADE %	ANÁLISE BASE SECA					OBS.
				CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS (ISENTO DE CINZAS) cal/g	
I ₁ F	185	95	2,0	67,2	0,7	14,4	2.067	6.302	B
I ₁ F	187	95	5,5	43,9	0,6	19,9	4.044	7.209	
I ₁ F	188	90	2,3	48,5	1,1	6,5	3.903	7.579	
I ₁ F	189	95	6,8	44,2	1,5	22,1	4.113	7.371	
I ₁ F	190	80	2,4	46,6	0,4	12,2	4.192	7.850	
I ₁ F	191	80	4,0	41,2	0,7	23,7	4.280	7.279	A
I ₁ F	192	85	3,4	72,6	1,2	9,1	1.134	4.139	C
I ₁ F	193	90	4,1	41,1	0,9	28,5	4.285	7.275	
I ₁ F	194	80	2,4	56,0	0,9	10,4	3.373	7.666	
I ₁ F	195	80	4,8	72,4	0,5	5,5	1.650	5.978	C
I ₁ F	197	85	2,4	64,2	0,4	6,0	2.332	6.514	
I ₁ F	CA-02	95	-	40,4	0,4	-	4.372	7.336	B
I ₁ F	CA-34	100	-	59,4	1,9	11,3	2.711	6.677	C

966

Continua ...



TABELA 8d

Continuação

fl. 4/5

CAMADA	FURO	RECUPERAÇÃO DO TESTEMUNHO %	UMIDADE %	ANÁLISE BASE SECA					OBS.
				CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS (ISENTO DE CINZAS) cal/g	
I ₂ B	141	90	-	37,8	0,9	25,2	4.653	7.481	
I ₂ B	144	90	-	36,6	0,4	25,2	4.799	7.569	
I ₂ B	151	90	4,3	37,8	0,7	26,0	4.681	7.526	
I ₂ B	162	90	2,1	49,7	0,5	9,0	3.593	7.143	A
I ₂ B	166	85	2,7	40,1	1,8	23,3	4.479	7.477	
I ₂ B	171	90	4,2	34,4	0,9	26,5	4.896	7.463	
I ₂ B	172	90	6,0	39,7	0,7	24,1	4.378	7.260	
I ₂ B	174	90	2,0	40,9	0,8	21,5	4.325	7.318	
I ₂ B	183	90	7,1	40,6	1,4	23,0	4.283	7.210	
I ₂ B	185	95	3,9	40,8	0,9	23,3	4.245	7.171	
I ₂ B	186	90	4,7	56,1	0,8	17,8	2.953	6.727	B
I ₂ B	187	95	5,6	40,3	1,2	21,5	4.402	7.374	

367

Continua ...



Conclusão

TABELA 8d

f1. 5/5

CAMADA	FURO	RECUPERAÇÃO DO TESTEMUNHO %	UMIDADE %	ANÁLISE BASE SECA					OBS.
				CINZAS %	ENXOFRE %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	PCSBS cal/g	PCSBS (ISENTO DE CINZAS) cal/g	
I ₂ B	188	90	2,1	46,5	1,1	16,5	3.947	7.378	
I ₂ B	189	95	8,8	36,9	1,4	26,7	4.643	7.358	
I ₂ B	190	80	2,3	40,3	0,7	8,5	4.622	7.742	
I ₂ B	191	80	4,7	38,5	1,1	26,8	4.440	7.220	A
I ₂ B	192	85	3,0	58,5	0,7	8,2	2.926	7.051	B
I ₂ B	193	90	4,4	42,7	1,8	25,3	4.115	7.182	
I ₂ B	194	80	1,6	37,0	0,7	23,9	4.797	7.614	
I ₂ B	195	80	2,3	54,5	0,4	7,4	3.221	7.079	A

OBS.: PCSBS = Poder Calorífico Superior, Base Seca

- A = Camada talvez prejudicada por intrusão
- B = Camada pouco prejudicada por intrusão
- C = Camada muito prejudicada por intrusão
- = Sem dados

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8e

ANÁLISES - SONDAgens DA CPRM

fl. 1/2

 Furo 5CA-02-RS - Camada I₁F

Peso da Amostra	: 2.531 g
Peso Específico da Camada	: 1,72
Peso Específico da Fração -1,85	: 1,64
Poder Calorífico Superior, Base Úmida	: 4.315 cal/g
Idem, fração -1,85	: 4.422 cal/g
Poder Calorífico Superior, Base Seca	: 4.372 cal/g
Idem, fração -1,85	: 4.498 cal/g

ENSAIO DENSIMÉTRICO - BITOLA 1/8" x 200 mesh

DENSIDADE	Pesos		Cinzas		Enxof. %	Matér. Volát. %	F.S.I.
	Fração %	Acumul. %	Fração %	Acumul. %			
-1,50	17,19	17,19	17,1	17,1	0,48	38,0	0
1,50 x 1,85	57,82	75,01	39,1	34,1	0,35	-	-
1,85 x 2,00	8,46	83,47	57,9	36,5	0,34	-	-
+2,00	12,82	96,29	65,5	40,3	0,18	-	-
200 mesh x 0	3,71	100,00	41,7	40,4	1,61	-	-
TOTAL	100,00		40,4		0,40	-	-

TABELA 8e

fl. 2/2

Furo 5CA-34-RS - Camada I₁F

Peso da Amostra	: 6.525 g
Peso Específico da Camada	: 2,02
Peso Específico da Fração -2,00	: 1,76
Peso Específico da Fração -1,85	: 1,63
Poder Calorífico Superior, Base Úmida	: 2.687 cal/g
Idem, fração -1,85	: 5.086 cal/g
Poder Calorífico Superior, Base Seca	: 2.711 cal/g
Idem, fração -1,85	: 5.137 cal/g

ENSAIO DENSIMÉTRICO - BITOLA 1/8" x 200 mesh

DENSIDADE	Pesos		Cinzas		Enxof. %	Matér. Volát. %	F.S.I.
	Fração %	Acumul. %	Fração %	Acumul. %			
-1,50	1,94	1,94	8,4	8,4	1,73	11,6	0
1,50 x 1,85	29,49	31,43	36,8	35,0	0,58	11,0	-
1,85 x 2,00	20,63	52,06	54,1	42,6	0,97	11,9	-
+200	42,87	94,93	79,4	59,2	3,30	11,3	-
200 mesh x 0	5,07	100,00	63,4	59,4	1,69	10,6	-
TOTAL	100,00		59,4		1,91	11,3	-

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8f

f1. 1/3

ANÁLISES DENSIMÉTRICAS

1. AMOSTRAS DA PRODUÇÃO DA MINA DE CHARQUEADAS

DENS.	VALORES ACUMULADOS			
	63 mm x 0,5 mm		10 mm x 1 mm	
	Peso %	Cinzas %	Peso %	Cinzas %
1,40	0,66	11,91	0,96	10,1
1,45	1,39	16,28	2,33	15,75
1,50	4,33	20,81	5,20	20,58
1,55	11,22	27,32	14,12	26,47
1,60	21,79	31,55	18,36	28,07
1,65	37,85	35,39	32,51	32,78
1,70	50,22	37,96	41,05	34,99
1,75	-	-	49,01	36,66
1,80	63,10	40,35	56,04	38,30
1,85	-	-	61,55	39,65
1,90	69,18	41,83	65,52	40,69
2,00	73,22	43,07	70,82	42,30
2,05	-	-	73,38	43,16
AFUNDADO	100,00	53,37	100,00	53,31

OBS.: - = Sem dados

TABELA 8f

2. FURO 191 - BITOLA 6 x 1 mm

fl. 2/3

Camadas I₁F + I₂B, incluindo estéril intermediário

Carvão analisado : 1,86 m

Estéril analisado: 1,14 m

PROPORÇÃO PREVISTA CARVÃO/AMOSTRA TOTAL:

$$\frac{\text{CARVÃO}}{\text{AMOSTRA TOTAL}} \approx \frac{1,86 \times 1,65}{1,86 \times 1,65 + 1,14 \times 2,60} = 0,509$$

DENSIDADE (Valores Acumulados)	PESOS %	UMIDADE %	CINZAS %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	ENXOFRE %	PCSBS cal/g	PESOS 0,509 %
1,50	7,55	3,9	20,4	32,1	0,6	5.779	14,8
1,60	15,24	3,8	26,0	30,8	0,5	5.338	29,9
1,70	20,98	2,7	30,1	29,7	0,5	5.070	41,2
1,85	29,42	2,7	36,0	27,3	0,6	4.664	57,8

TABELA 8f.

fl. 3/3

 3. FURO 187 - CAMADA I₂B, BITOLA 6 x 1 mm.

DENSIDADE (Valores Acumulados)	PESOS %	UMIDADE %	CINZAS %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	ENXOFRE %	PCSBS cal/g
1,50	20,84	4,1	19,5	30,6	0,5	5.883
1,80	59,84	4,0	32,8	26,5	0,4	4.918
1,85	62,72	3,0	33,9	26,0	0,4	4.883
1,90	67,42	3,3	35,4	25,1	0,4	4.695

 4. FURO 187 - CAMADA I₁F, BITOLA 6 x 1 mm

DENSIDADE (Valores Acumulados)	PESOS %	UMIDADE %	CINZAS %	MATÉRIAS VOLÁTEIS %	ENXOFRE %	PCSBS cal/g
1,70	53,83	2,2	34,1	-	0,2	4.615
1,80	68,14	1,9	39,1	-	0,2	4.268
1,85	71,49	1,8	40,4	-	0,2	4.212

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8g

fl. 1/4

CAMADAS PREJUDICADAS POR INTRUSÕES

A - CAMADAS TALVEZ PREJUDICADAS POR INTRUSÕES

FURO	CAMADA
10	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
"	I ₃ F
32	MB
48	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
"	I ₃ F
76	I ₁ F
"	I ₁ FA

FURO	CAMADA
76	I ₂ B
89	I ₃ F
97	I ₃ F
99	I ₁ F
"	I ₁ FA
101	SB
112	SB
155	SB
"	I ₁ F
"	I ₂ B
157	SB
"	I ₁ F
159	SB

FURO	CAMADA
159	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
"	I ₃ F
162	I ₂ B
163	SB
"	I ₁ F
"	I ₂ B
"	I ₃ F
191	SB
"	I ₁ F
"	I ₂ B
195	I ₂ B

TABELA 8g

B - CAMADAS POUCO PREJUDICADAS POR INTRUSÕES.

FURO	CAMADA
23	SB
"	MB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
31	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
32	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
"	I ₃ F
36	I ₃ F
73	SB
"	MB
89	MB
"	I ₁ F

FURO	CAMADA
97	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
99	MB
101	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
108	SB
"	MB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
111	I ₁ F
"	I ₂ B
112	I ₁ F
"	I ₂ B
"	I ₃ F
118	SB
"	MB
"	I ₁ F

FURO	CAMADA
118	I ₂ B
131	I ₁ B
134	I ₁ F
168	I ₁ F
170	SB
"	I ₁ F
"	I ₂ B
175	SB
179	I ₁ F
"	I ₂ B
185	I ₁ F
186	I ₂ B
192	I ₂ B
"	I ₃ F
197	MB
"	I ₁ F
201	I ₁ F
"	I ₂ B

TABELA 8g

C - CAMADAS MUITO PREJUDICADAS POR INTRUSÕES

FURO	CAMADA
11	I ₁ F
22	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
35	I ₁ F
36	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
40	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
73	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
"	I ₃ F
89	SB
"	I ₂ B
101	I ₃ F
103	SB
"	MB

FURO	CAMADA
103	I ₁ F
"	I ₂ B
"	I ₁ FA
108	I ₂ B
115	SB
"	I ₁ F
"	I ₂ B
117	I ₁ F
120	SB
"	I ₁ F
123	SB
"	I ₁ F
124	MB
"	I ₁ F
132	I ₁ F
"	I ₁ FA
"	I ₂ B
137	SB
"	I ₁ F
145	SB
"	I ₂ B
152	I ₂ B

FURO	CAMADA
153	I ₁ F
"	I ₂ B
162	SB
"	I ₁ F
168	I ₂ B
173	SB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
175	I ₁ F
"	I ₂ B
179	SB
185	SB
188	SB
"	MB
192	SB
"	I ₁ F
195	I ₁ F
"	I ₁ FA
201	SB
CA-34	SB
"	I ₁ F

TABELA 8g

fl. 4/4

D - CAMADAS DESTRUÍDAS POR INTRUSÕES

FURO	CAMADA
11	SB
"	MB
36	SB
"	MB
40	I ₃ F
132	SB
"	MB
134	I ₂ B
145	I ₁ F

FURO	CAMADA
152	SB
"	MB
"	I ₁ F
"	I ₁ FA
173	I ₂ B
"	I ₃ F
176	I ₁ F
186	SB
"	MB

FURO	CAMADA
186	I ₁ F
"	I ₁ FA
192	MB
195	SB
"	MB
197	I ₂ B
CA-34	I ₂ B

E - FUROS NEGATIVOS PARA CARVÃO, COM INTRUSÕES ESPESSAS

FURO
129
181

ÁREA DA JAZIDA DE CHARQUEADAS

TABELA 8h

f1. 1/2

ANÁLISES ELEMENTARES

(Executadas pelo U.S.G.S.)

1 - AMOSTRA *as received*

	R.O.M.	Amostra de Canal
Umidade	8,2 %	6,6 %
Matérias Voláteis	20,5 %	18,4 %
Carbono Fixo	29,0 %	24,0 %
Cinzas	42,3 %	51,0 %
Hidrogênio	3,5 %	2,9 %
Carbono	38,6 %	31,6 %
Nitrogênio	0,6 %	0,5 %
Oxigênio	14,6 %	13,3 %
Enxofre	0,4 %	0,7 %
Enxofre (Sulfato)	0,01%	0,0 %
Enxofre (Pirítico)	0,10%	0,17%
Enxofre (Orgânico)	0,26%	0,56%
<i>Free-Swelling Index (F.S.I.)</i>	0	0

2. COMPOSIÇÃO DAS CINZAS

	R.O.M.	Amostra de Canal
SiO_2	64 %	64 %
Al_2O_3	26 %	25 %
Ca O	1,3 %	1,6 %
Mg O	0,63%	0,70%
Na_2O	0,68%	0,81%
K_2O	1,7 %	1,9 %
Fe_2O_3	3,2 %	3,8 %
Mn O	0,018%	0,019%
Ti O ₂	1,1 %	1 %
P_2O_5	<0,10%	<0,10%
SO_3	0,52%	0,46%

9. ÁREA DA JAZIDA DE MORUNGAVA

9. ÁREA DA JAZIDA DE MORUNGAVA

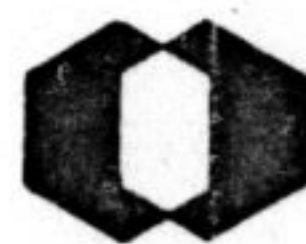
9.1. Localização da área pesquisada

A área onde se situa a jazida de Morungava pode ser visualizada em relação ao R.G. do Sul nas figuras 9e e 9o, e anexos 9e e 2a. A figura 9o abrange 1930 km² e estão incluídos nela todos os furos executados na porção leste do R.G. do Sul para pesquisa de carvão. A figura 9e é mais restrita, abrangendo 1140 km², e se propõe a mostrar em maior detalhe as áreas com reservas econômicas de carvão e seus limites até o momento constatados, duvidosos ou completamente em aberto.

Esta região é densamente povoada na sua porção oeste, onde se situa a região metropolitana de Porto Alegre inclusive a própria no canto sudoeste da folha. Como consequência há um número grande de cidades, vilas e rodovias, asfaltadas ou não. Para referência geográfica das jazidas são importantes as cidades de Gravataí e Cachoeirinha, a vila de Morungava e o distrito de Barro Vermelho, os dois últimos fazendo parte do município de Gravataí. A BR-290, trecho Porto Alegre-Osório (*Free-way*), atravessa a área no sentido leste-oeste, cortando a jazida. A RS-14 e a RS-2, asfaltadas, são outras vias de acesso importantes a região da jazida. O rio Gravataí, ao sul, e o rio dos Sinos, a norte, são os principais sistemas de drenagem da região.

9.2. Apresentação das fontes de dados

GAVRONSKI, E.F. e PASSOS, N. dirigiram trabalhos de sondagem para pesquisa de carvão na década de 50, os quais deram origem a um relatório final datado de 1961, para o DNPM. Na tabela 9b, se encontram os dados dos furos executados neste trabalho, tornados o mais homogêneos possíveis



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
CONVÊNIO DNPM-CPRM

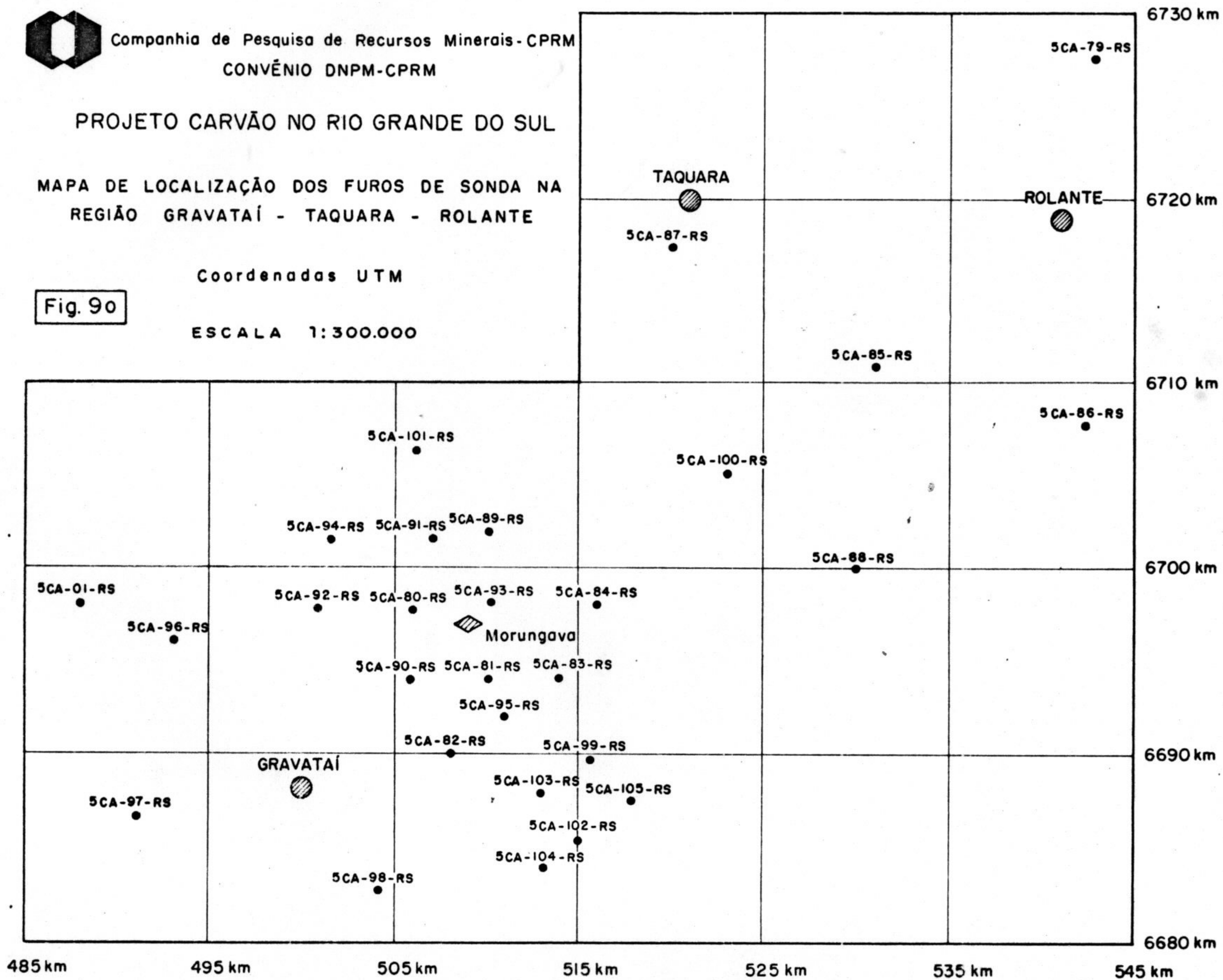
PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS FUROS DE SONDA NA
REGIÃO GRAVATAÍ - TAQUARA - ROLANTE

Coordenadas UTM

Fig. 90

ESCALA 1:300.000



com os obtidos no Projeto Carvão no R.G. do Sul. Diferenças de critérios na descrição litológica e do carvão, a amostragem e análise das camadas, no cálculo de reservas, conduziram a muitos problemas no sentido de uma interpretação coerente com as do projeto atual. Evidentemente tal fato se deu por menor disponibilidade de recursos técnicos e princípios e objetivos de trabalho compatíveis com a época, mas diferentes dos que nortearam o Projeto Carvão no R.G. do Sul. No entanto é de bom alvitre ressaltar certas concepções de pesquisa, algumas apenas esboçadas, outras mais claramente definidas, que foram aplicadas pelos autores e se revelaram muito acertadas. Dentre elas a principal é o entendimento de que a paleotopografia do embasamento é um dos principais controles do desenvolvimento das camadas de carvão. Como consequência a maioria dos furos foram levados até atingirem as rochas do embasamento, e mais, foram feitos testes de levantamento geofísico por magnetometria para tentar prever o comportamento do mesmo em subsuperfície, o qual levantamento, embora mal-sucedido, significou uma correta tentativa de abordagem do problema.

A Companhia de Pesquisas e Lavras Minerais (COPEL-MI) mandou executar dois furos pela CPRM no segundo semestre de 1977. A locação e interpretação geológica foram feitas pelos técnicos daquela Companhia, que gentilmente cedeu os dados, os quais foram incluídos na tabela 9b (furos G_1 e G_2).

A descoberta e o desenvolvimento até o momento alcançado no conhecimento da jazida de carvão coqueificável de Morungava se deveram essencialmente aos 28 furos de sonda executados pelo Projeto Carvão no R.G. do Sul, de sigla 5CA, apresentados nos diversos documentos que fazem parte deste relatório.

O quadro que resume os números dos trabalhos de sondagem executados na área é apresentado abaixo:

SIGLA (ENTIDADE)	Nº DE FUROS	METRAGEM PERFURADA
5CA (DNPM-CPRM)	28	11.313,86 m
F (DNPM)	41	3.798,86 m
G (COPELMI)	2	262,00 m
TOTAL	71	15.374,72 m

Como método auxiliar de interpretação de subsuperfície e orientação para melhor locação de pontos de sondagem foi desenvolvido um trabalho de geofísica experimental com o método de eletrorresistividade, pelo Centro de Geofísica Aplicada do DNPM (CGA). Verificada a validade do método, o trabalho foi estendido para áreas mais amplas, já agora pelas equipes da CPRM, e acrescido o método sísmico, que deve permitir maior precisão e ter maior grau de independência em relação a controle por furos dos já executados. Estes trabalhos tem sido ou vão ser objeto de relatórios especiais, e far-se-á apenas referência sumária aos mesmos quando assumirem importância particular para entendimento de um ou outro ponto.

9.3. Características gerais e posição estratigráfica das camadas de carvão ; correlações

Até sete camadas e alguns leitos de carvão são encontrados na jazida de Morungava. O que designamos jazida de Morungava engloba a porção principal, descoberta neste projeto, mais as pequenas jazidas de Gravataí leste e Gravataí oeste, esta sob a cidade de Cachoeirinha, assim denominados por GAVRONSKI (*op. cit.*).

Estas duas porções, de ora em diante chamadas bloco Gravataí W e bloco Gravataí E, devem ser analisadas individualmente em termos de possibilidades de mineração, como se verá nos itens subsequentes. Mas de qualquer modo as camadas aí ocorrentes são seguramente correlacionáveis no bloco Gravataí leste, como o comprovou o furo 5CA-98-RS, e com certo grau de dúvida no Gravataí oeste. Como este último tem escassas possibilidades de vir a tornar-se economicamente lavrável, preferiu-se não criar novas denominações para uma pequena área de pouca importância em relação ao conjunto. A porção principal da jazida deve ser dividida em duas grandes unidades de avaliação, chamadas blocos norte e sul, separadas por uma linha que une os furos 5CA-82-RS, 5CA-95-RS e 5CA-83-RS. No bloco norte está a vila de Morungava, que também dá o nome ao conjunto da jazida, e o bloco sul situa-se em grande parte no distrito de Barro Vermelho.

Os furos 5CA-79-RS, 5CA-85-RS, 5CA-86-RS, 5CA-87-RS, 5CA-88-RS e 5CA-100-RS, mesmo quando positivos não tiveram suas camadas designadas especialmente, permanecendo a designação informal, A, B, C, D, etc... São furos pioneiros, portanto permitindo controle muito débil da continuidade das camadas, e não caracterizando a existência de jazida mas apenas uma apreciação em largos traços de áreas com maiores ou menores possibilidades.

As denominações informais das camadas (A, B, C, etc...) se revelaram, como seria de esperar, incongruentes em muitos furos da jazida de Morungava. Para evitar confu-

sões de denominações, foram feitas todas as correlações com a designação nova de camadas Morungava ① a ⑦, do topo para a base, e que estão expressas em todos os documentos, salvo nos perfis descritivos de cada furo, onde foram simplesmente acrescentados as novas denominações nos perfis de detalhe de cada uma.

9.3.1 - Pacotes carbonosos

Pode-se constatar a presença de intervalos, verticais, nitidamente separados, contendo camadas e leitos de carvão intercalados em rochas de grão fino e apresentando matéria orgânica dispersa, ou seja, siltitos e folhelhos carbonosos, e apenas muito subordinadamente rochas não-carbonosas. A cada um destes intervalos dá-se a designação de pacote carbonoso, e dos quais dois devem ser destacados nesta área:

a) O pacote carbonoso contendo as camadas Morungava ① até ⑥ é de longe o mais importante, sob qualquer aspecto que se queira considerá-lo. Em alguns furos poderia-se subdividi-lo em outros dois, um superior, contendo as camadas Morungava ① ② e ③, e outro inferior contendo aquelas chamadas ④, ⑤ e ⑥.

Sua espessura média é de $21,14 \pm 2,47$ m em dez furos onde não há dúvidas de correlação ou por intrusões de diabásio no intervalo do pacote.

Em alguns casos, como nos furos 5CA-81-RS e 5CA-95-RS ocorrem intercalações, dentro do pacote, de rochas do tipo paraconglomerado de grânulos, mas o conceito de pacote carbonoso permanece, pois a matriz dessas rochas é carbonosa, e é amplamente predominante em volume. Dentro do paco-

te, a soma das espessuras de carvão perfaz 10 a 30 % do total,

Geneticamente este pacote significa uma fase longa de formação e deposição, com maior ou menor preservação, de matéria orgânica vegetal em turfeiras, portanto um ciclo sedimentar bem individualizado dentro da Fm. Rio Bonito, favorável ao desenvolvimento de camadas de carvão.

Sabendo-se que a relação entre a espessura de turfa depositada e a do carvão que daí se origina é de três a vinte vezes, e a mesma relação entre sedimentos siltico-argilosos com matéria orgânica para siltitos e folhelhos carbonosos é de 1,5 a 3 vezes, pode-se calcular que o pacote carbonoso, da lapa da camada Morungava (6) à capa da Morungava (1), no furo 5CA-80-RS, p.ex., possuía originalmente pelo menos 60 m e possivelmente bem mais de 100 m de espessura, o que corresponde a um período deposicional de muitas dezenas de milhares de anos para este pacote.

b) Outro pacote situa-se tipicamente junto à base da Fm. Rio Bonito, e dentro dele aparece a camada Morungava (7). Este pacote é, diferentemente do primeiro, descontínuo na região estudada, estando muitas vezes relacionado a ocorrência da Fm. Itararé, ou seja, os locais onde ocorre, são aqueles onde também aparece esta formação, e que são as posições com o embasamento mais baixo. Sua espessura é de poucas dezenas de centímetros, aparecendo acima e abaixo camadas e leitos de rochas com granulometria grosseira. Representa uma fase de desenvolvimento de pequenas turfeiras isoladas em porções baixas na paleotopografia, e com gradientes ainda fortes em relação às áreas altas, ocasionando mudanças laterais e verticais acentuadas nos tipos litológicos.

Para que se situe a posição estratigráfica, distribuição e relações de espessura das camadas e das intercações de esteril é conveniente tomar-se o furo 5CA-102-RS como tipo, pois nele ocorrem todas as camadas, não há intruções de diabásio na Fm. Rio Bonito e situa-se aproximadamente no eixo longitudinal da jazida. O pacote superior da lapa da camada (1) à lapa da camada (6) mede 21,30 m. Até o topo da Formação Rio Bonito temos 35 m, constituídos por siltitos e folhelhos carbonosos, que também ocorrem por mais 10 m abaixo da camada (6). Assim o pacote em *sensu lato*, contendo matéria orgânica em graus muito variáveis em concentração, tem cerca de 66 m de espessura.

Aproximadamente 34 m abaixo da lapa da camada (6) está o topo do segundo pacote carbonoso, que mede apenas 1,60 m de espessura, e onde estão contidos quatro pequenos leitos de carvão, dentre os quais o da base tem 0,19 m de carvão e é correlacionável à camada Morungava (7). A lapa deste leito e do pacote situa-se poucos metros acima do contato Rio Bonito / Itararé, que como já foi mencionado é uma posição estratigráfica típica para o mesmo.

As litologias intermediárias entre um e outro pacote carbonoso são muito heterogêneas, indo de arenitos grossos com grânulos e lamitos avermelhados, micáceos, indicando variações rápidas de ambientes sedimentares, mas de um modo geral produzindo tipos imaturos, que devem ter sido oriundos de áreas fontes relativamente próximas. Como já visto, 10 m abaixo da camada (6) inicia a fase de deposição predominantemente calma, com acumulação de sedimentos finos e matéria orgânica que irá perdurar até o final da Formação Rio Bonito, perfazendo 2/3 da espessura desta formação.

9.3.2 - Caracterização das camadas

As características de cada uma das camadas do topo para a base, são as seguintes:

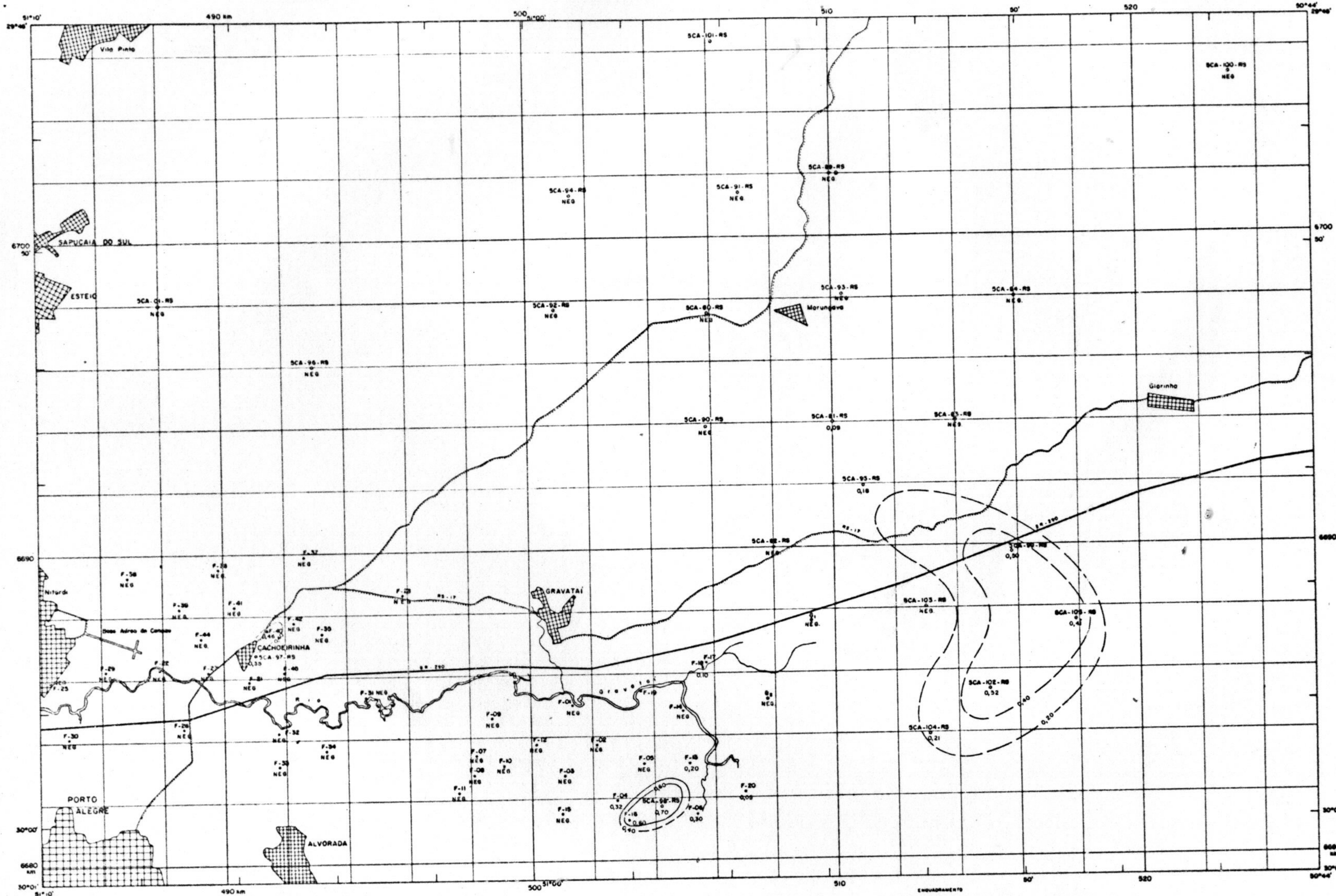
Camada Morungava ①

Na maior parte da área de jazida aparece apenas como folhelhos e siltitos carbonosos, ou pequenos leitos de carvão. Tem maior desenvolvimento no bloco sul, onde em três furos (5CA-99-RS, 5CA-102-RS e 5CA-105-RS) apresenta médias de $0,73 \pm 0,03$ para camada total e $0,48 \pm 0,06$ m para carvão na camada. A relação CC/CT é de $0,65 \pm 0,08$ nestes furos. Ocorre ainda em alguns furos do bloco Gravataí leste, dois dos quais com espessura de 0,60 e 0,70 m de carvão, mas abrangendo uma pequena área. No bloco Gravataí oeste também se encontram pequenas ocorrências desta camada.

Seu perfil básico de detalhe mostra dois leitos de carvão separados por um de siltito carbonoso e muito carbonoso intermediário, nos furos mais típicos. Seu perfil mesoscópico segundo a ocorrência de litotipos mostra características variáveis no conjunto e em cada um dos leitos de carvão. No bloco sul apresenta concentrações relativamente altas de vitrênio na camada total, com leve predominância no leito inferior.

No furo 5CA-98-RS, no bloco Gravataí leste, a camada é totalmente constituída por carvão, mas praticamente não há lâminas de vitrênio, o que desfaz totalmente a vantagem de não haver estéril intercalado.

As rochas existentes na capa desta camada até o topo da Formação Rio Bonito são basicamente lutitos, com frequente abundância da fração argilosa. Em alguns furos cons

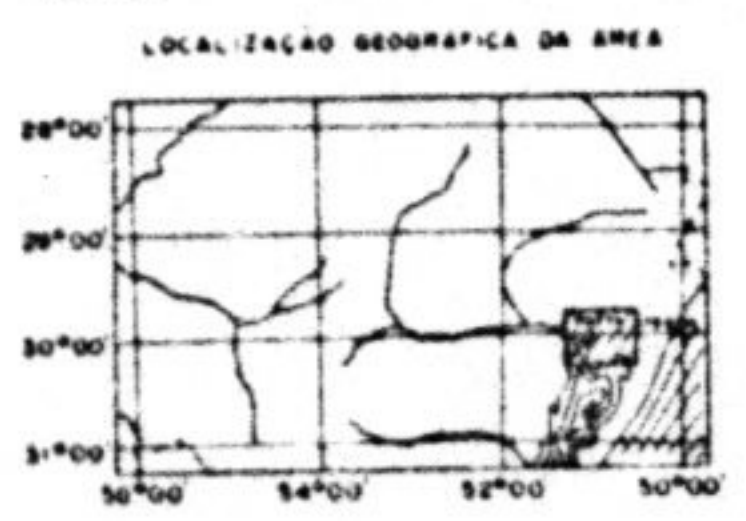


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- SAVROSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (tracado inferior)
- DIABÁSIO NA POSIÇÃO DA CAMADA

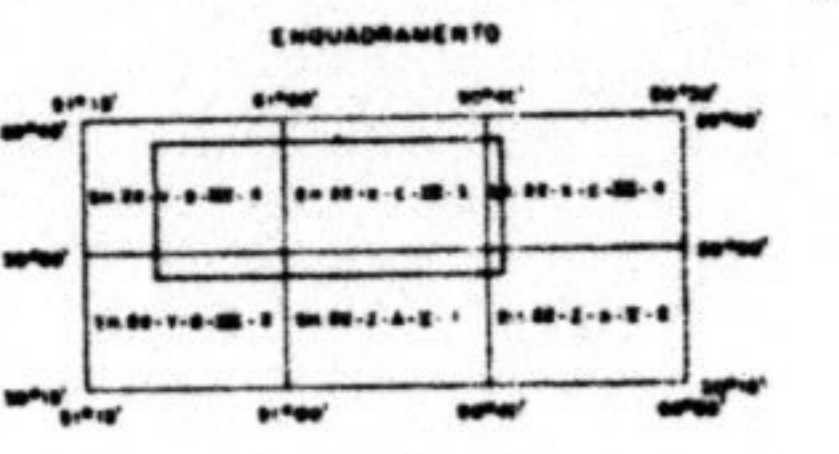
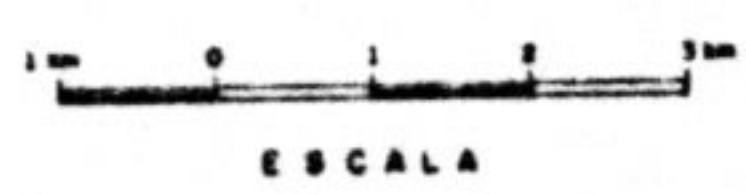
Fig. 9a

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DA D.S. 52
RESTITUÍDA EM 1963 PELA MÉTODA FOTOGRAMÉTRICA (MULTI-PLANO)
CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA D.S. 51. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1959 REAMPLIADAS EM 1963



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CONVERSÃO PARA O CENTRAL DE POLAR
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CHEGADA E ANOMALIA

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISOPACA DA CAMADA MORUNGAVA (1) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira - Reg. CREA 17482
Desenhista: Jorge Heitor de Oliveira

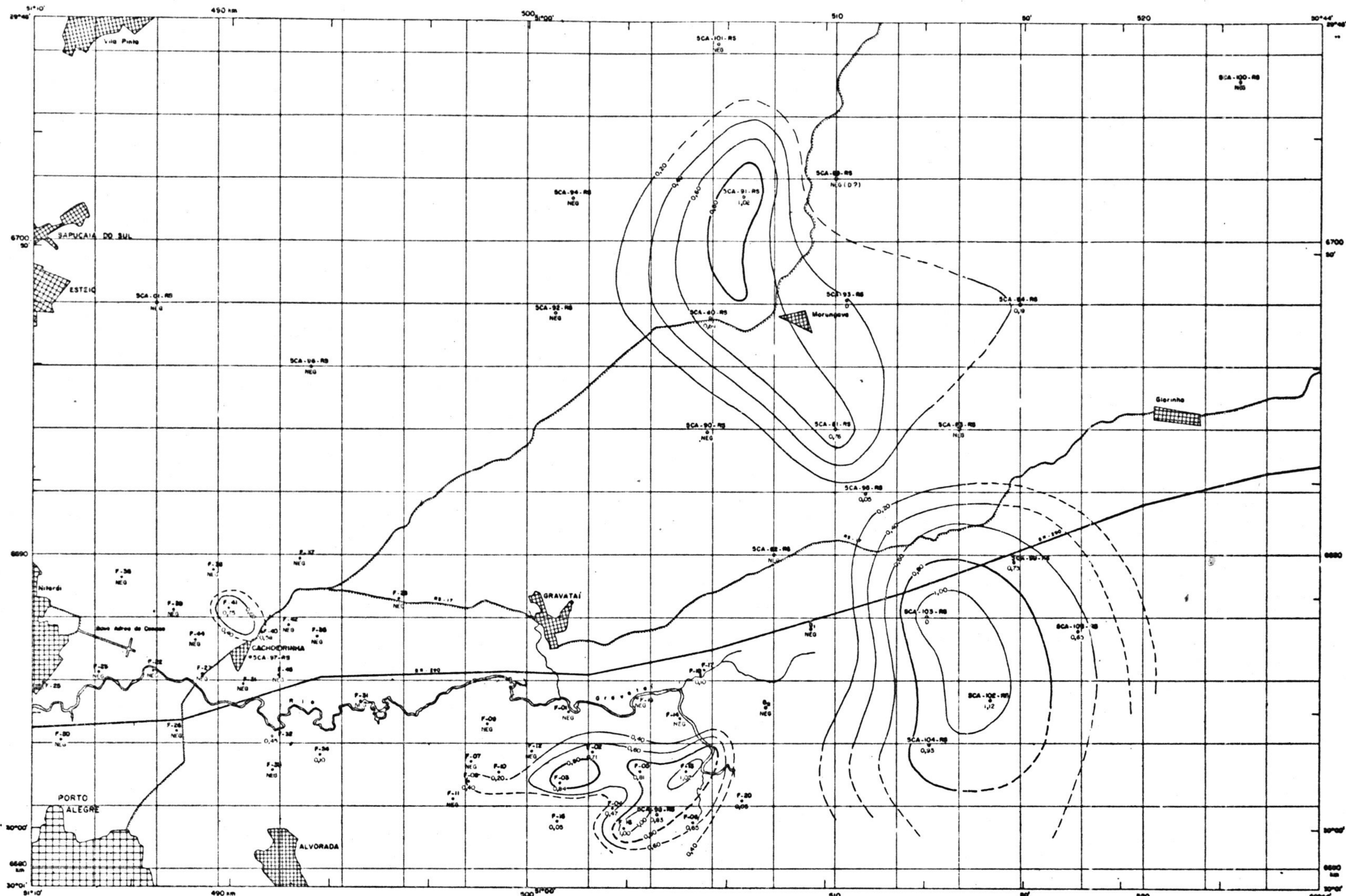
tata-se galhas de siltito e carvão detrítico, em outros pequenos leitos de lamitos avermelhados, portanto oxidados, ou ainda fusinização de lâminas de vitrênio da camada. Isto significa que houveram fenômenos localizados e em períodos curtos de exposição ao ar, ressecamento e alguma erosão antes da transgressão responsável pela deposição da formação Palermo.

O intervalo de estéril que a separa da camada Morungava (2) é muito pequeno, de 1 a 3 m, e constituído também por litologias de granulometria fina contendo matéria orgânica.

Camada Morungava (2)

Apresenta uma ampla distribuição em área nos blocos norte, sul e Gravataí leste, e mais restrita no Gravataí oeste. No limite dos blocos sul e norte, furo 5CA-95-RS, apresenta descontinuidade de espessura, tornando-se um leito com apenas 0,05 m de carvão. No bloco norte, em três furos com espessura econômica, tem a média para a camada total de $0,95 \pm 0,33$ m, e $0,82 \pm 0,17$ m para carvão na camada. No bloco sul esses valores passam a ser $1,05 \pm 0,18$ m e $0,86 \pm 0,21$ m. A relação CC/CT nos sete furos é de $0,84 \pm 0,09$. O perfil básico mostra as intercalações de estéril distribuídas em vários pequenos leitos nos terços médio e superior. Em alguns casos como o furo 5CA-80-RS a camada é inteiramente constituída por carvão. Em certos furos do bloco sul ocorre na metade superior da camada um argilito creme ou marrom, de aspecto mosqueado, por vezes com finas galhas de carvão, que poderá a vir a revelar-se um bom nível guia num adensamento de malha.

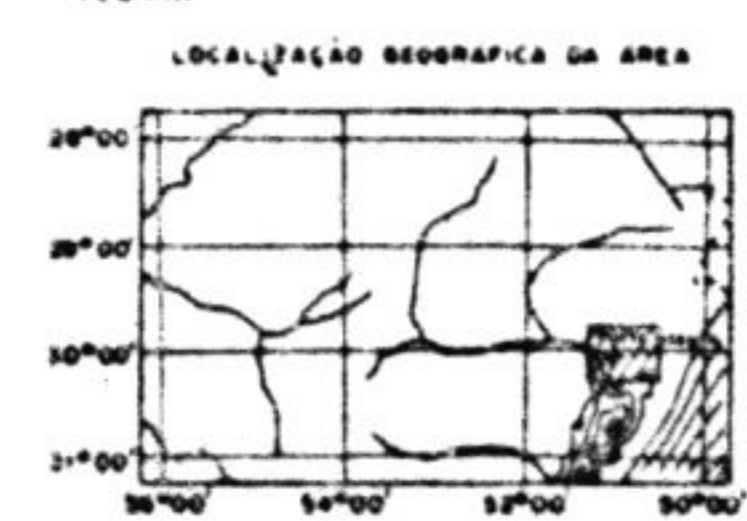
Aliada à relação CC/CT bastante alta, temos nesta



- CONVENÇÕES**
- CIDADE, MUNICÍPIO, Vila
 - ESTRADA DE FERRO
 - ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
 - RIO
 - ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
 - FUROS DE SONDA:
 - PROJETO CARVÃO RS
 - SAVONSKI (DNPM, 1961)
 - COPELMI (1977)
 - CURVAS DE ISÓPACA (Treçada - Interde)
 - DIABÁSIO NA POSIÇÃO DA CANADA

Fig. 9b

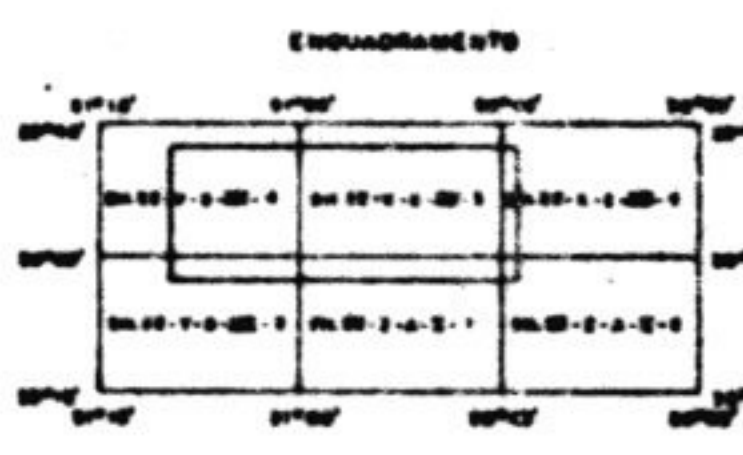
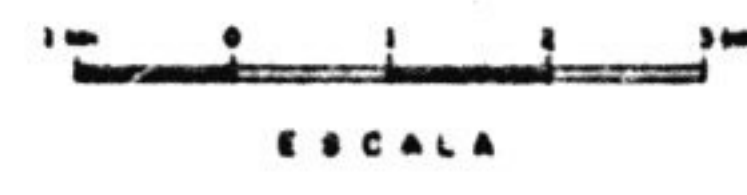
BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS CARTAS DA D.S.S.E. RESTRUTURADA EM 1963 PELO MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO (MULTIFLEX) CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA D.S.S.E. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1950/55, REAMPLIADAS EM 1963.



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CORREÇÃO MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) CORREÇÃO MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISÓPACA DA CANADA MORUNGAVA (2) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira - Reg. CREA 17.482

Desenhista: Jorge Heller de Oliveira

camada uma concentração de lâminas de vitrênio que é das melhores encontradas em carvões brasileiros, o que fornece por consequência índices de qualidade sob o ponto de vista de *grade* muito favoráveis em relação a maioria das camadas desta e de outras jazidas no Brasil.

Fusênio ocorre em lentes muito finas, puro, sem cimentação por matéria inorgânica.

As características de percentagem de carvão contido, concentração de lâminas de vitrênio, carvão detritico brilhante e medianamente brilhante superando o fosco, indicam que a formação e preservação desta camada se deram no momento de maior velocidade relativa de subsidência na jazida de Morungava, a mais próxima de uma subsidência crítica ideal para concentração máxima de vitrênio e mínima de matéria inorgânica (cinzas). Paralela e concorrentemente com isso pode-se dizer que a lâmina d'água nas turfeiras foi a mínima existente durante a deposição do pacote superior, pela própria preservação da matéria vegetal lenho-celulósica que dá origem ao vitrênio, pela ocorrência em alguns níveis de finas galhas de carvão e pela fusinização constatada em algumas descrições, inclusive uma em que se verifica uma lâmina grossa de vitrênio com uma auréola fusinizada mas preservada no núcleo. Isto indica graus de oxidação mais altos em certos momentos, suficientes para originar fusênio mas não para destruir a matéria vegetal, que era preservada mais pela deposição sucessiva de várias gerações da flora, soterrando e protegendo as já depositadas, e possibilitada pela subsidência relativamente rápida.

Um pequeno intervalo de estéril, 1 a 3 m, separa a lapa da camada (2) da capa da camada (3), o qual constituiu-se também de folhelhos e siltitos carbonosos. Nos furos 5CA-95-RS e 5CA-81-RS aparecem grânulos esparsos na ma-

triz carbonosa do intervalo, e inclusive na posição mesma da camada (3), que neste caso não chegou a se depositar.

Camada Morungava (3)

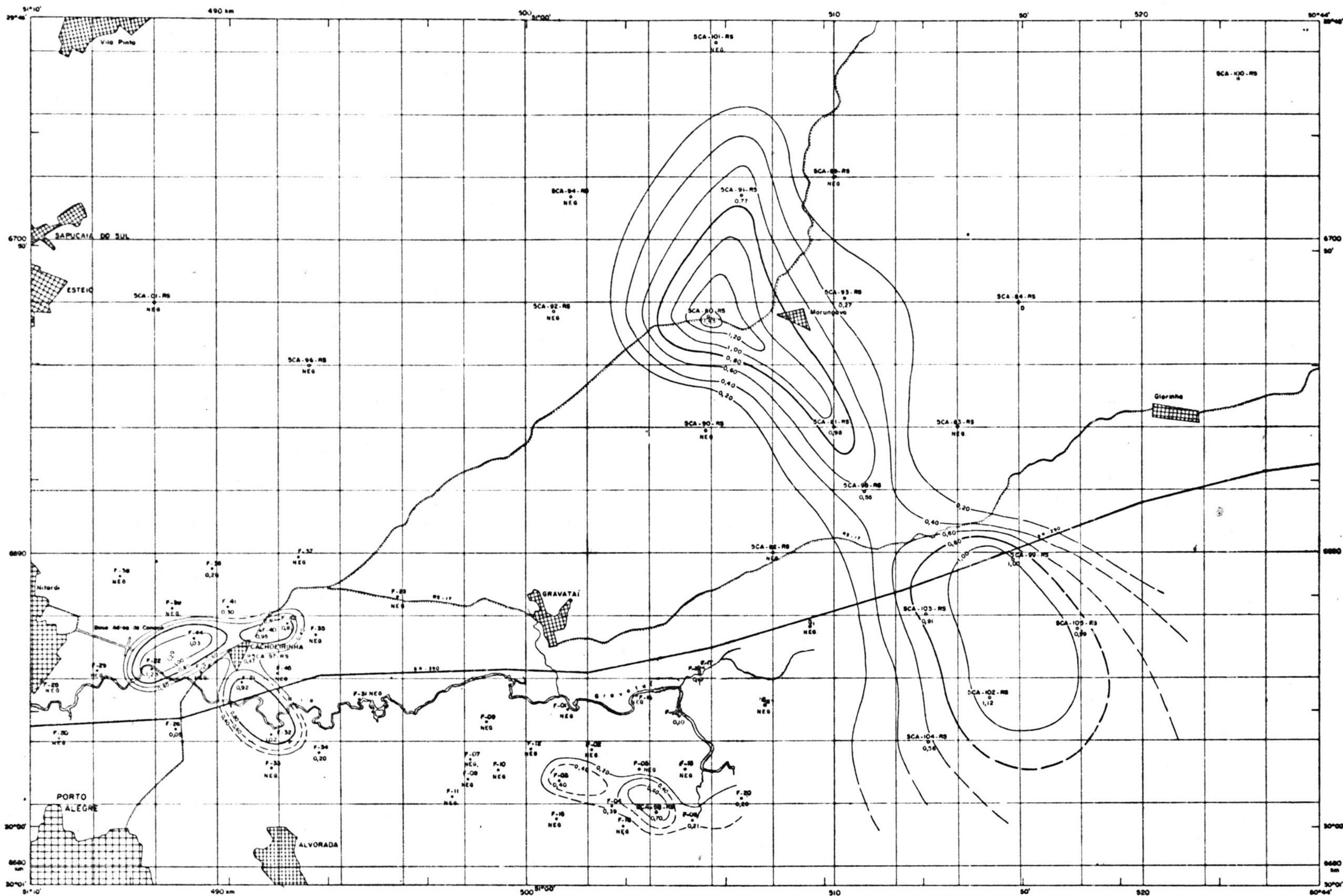
Esta é a camada com menor importância econômica do pacote carbonoso superior. Na verdade trata-se mais de um nível estratigráfico onde ocorrem siltitos ou folhelhos muito carbonosos, leitos de carvão e em alguns furos pequenas camadas com espessura sub-econômica. Forma com as camadas (1) e (2) um conjunto bem individualizado na maioria dos furos, uma sub-divisão do pacote carbonoso completo. Marca o início da fase de subsidência mais rápida que atingiu seu máximo durante a deposição da camada (2).

Camada Morungava (4)

Com exceção do bloco Gravataí leste, esta camada apresenta distribuição horizontal ampla em todos os blocos.

No furo 5CA-95-RS a camada mostra-se ramificada, um conjunto superior com vários leitos de carvão e estéril intercalados separados por 0,29 m de estéril de um banco maciço de carvão com 0,55 m de espessura. O conjunto superior foi designado (4I) e o inferior foi tomado para a espessura da camada utilizada nos mapas e cubagem.

Esta tendência do perfil básico em mostrar muitas intercalações de estéril está presente em todo o bloco norte, embora menos acentuada do que no furo 5CA-95-RS. A média de espessura da camada total neste bloco é $1,67 \pm 0,64$ m, do carvão na camada $1,06 \pm 0,34$ m, e a relação CC/CT de $0,66 \pm 0,13$. No bloco sul, ao contrário, a camada tem rela

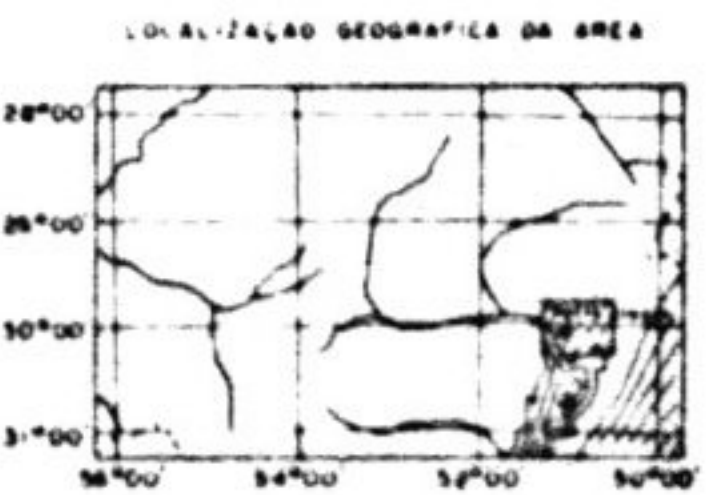


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- GAVRONSKI (DNPM, 1961)
- COPELM (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traçada - Inferida)

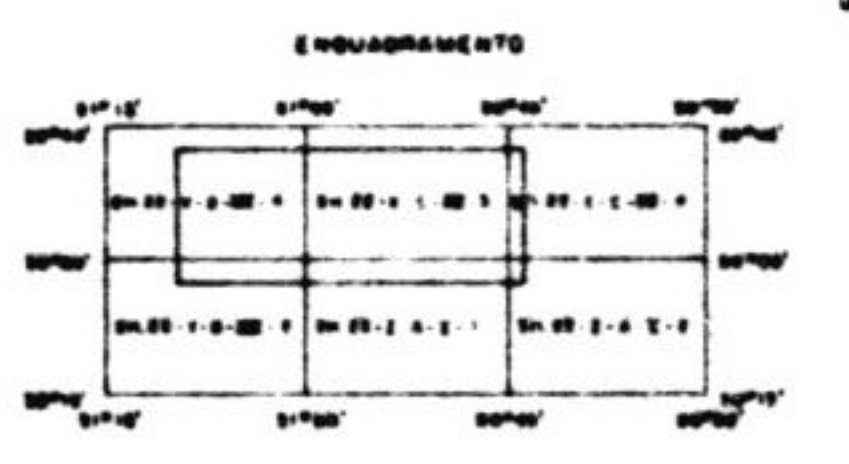
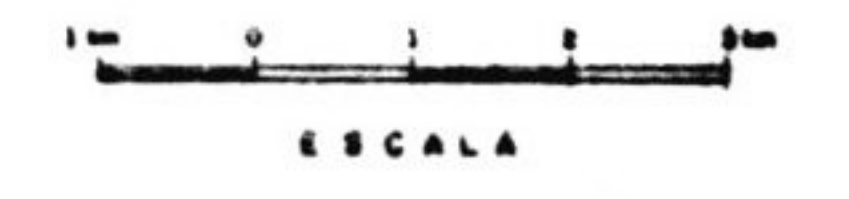
Fig. 9c

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DO D.S. 144 RESTITUÍDA EM 1963 PELO MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO (MULTIFLEX) CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA D.S. 144. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1952/53. RECORRIDAS EM 1963



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CORREÇÃO PARA O ANO DE 1963

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISOPACA DA CAMADA MORUNGAVA - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Ferraz - Reg. CREA 17482
Desenhista: Jorge Heitor de Oliveira

ção CC/CT igual a um em cinco furos, ou seja, toda a camada é constituída por carvão, com média $0,83 \pm 0,26$ m tanto para camada total como para carvão na camada.

A concentração de lâminas de vitrênio nos leitos de carvão é um pouco mais baixa do que na camada (2), e há predominância de carvão detrítico fosco, sobre os medianamente brilhante e brilhante. Algumas finas lentes de fusênio puro são encontradas em alguns furos, especialmente no terço da base. A avaliação que se pode fazer da qualidade desta camada em função de seu perfil mesoscópico segundo os litotipos é a de que, embora menos promissora do que a camada (2), ainda pode ser considerada bastante favorável pelos padrões dos carvões brasileiros, particularmente no bloco sul, onde a relação CC/CT é a melhor possível. Isto é plenamente demonstrado no item referente à qualidade.

No furo 5CA-99-RS houve destruição dos testemunhos no intervalo onde se situa esta camada. Através de fragmentos trazidos pelo fluido de circulação se pode constatar que efetivamente existia carvão. O perfil resistência marcou bem a sua posição, e aliado ao conhecimento da homogeneidade de espessura que a mesma apresenta no bloco sul, mais a relação estreita entre dimensões da deflexão no perfil geofísico e espessura da camada em furos vizinhos, permite avaliar com bastante segurança a espessura que seria encontrada caso tivesse sido obtida testemunhagem completa, ou seja, cerca de 1,00 m.

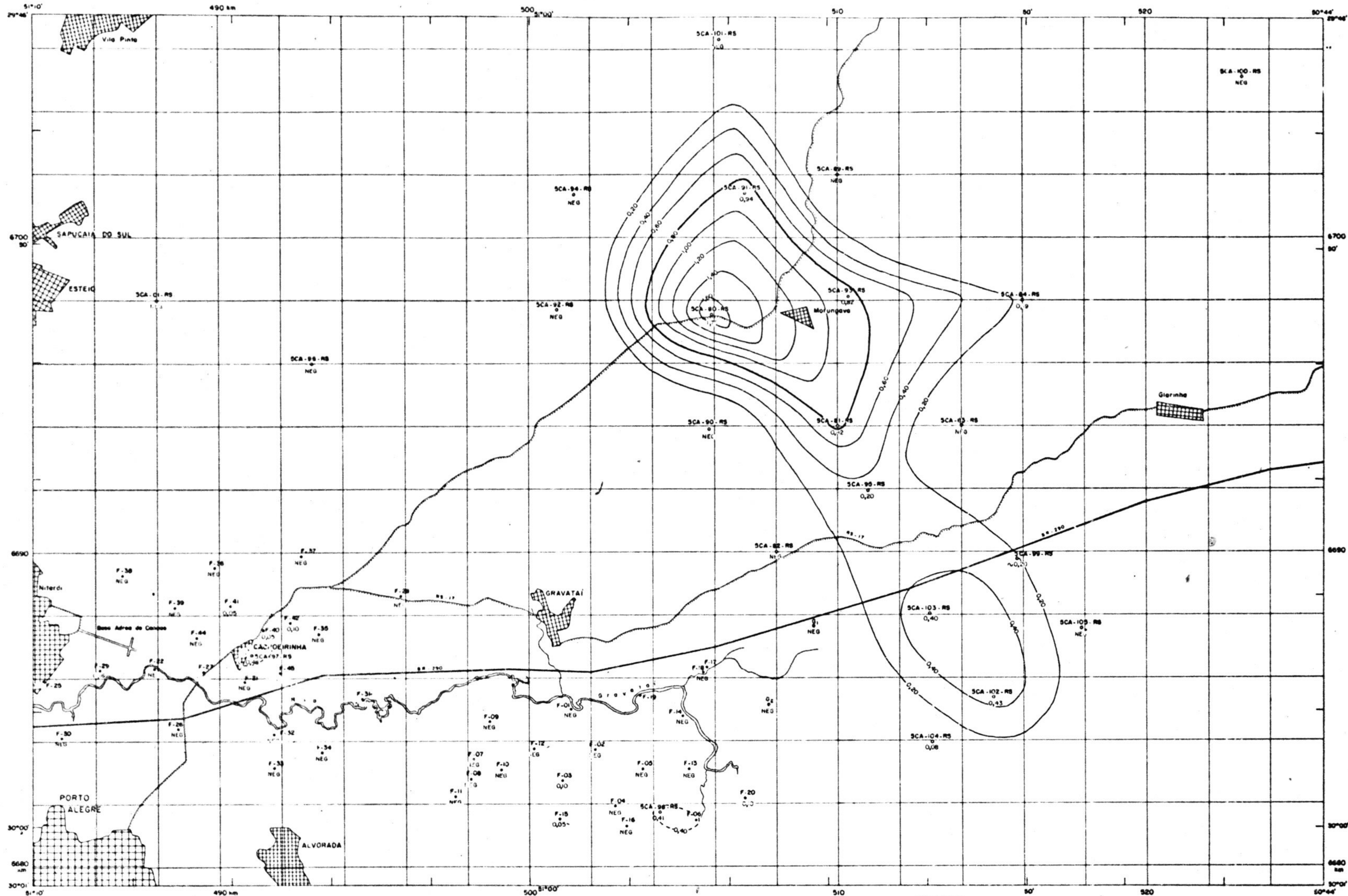
Abaixo da camada Morungava (4) encontram-se 2 a 5 m, mais freqüentemente 3,5 a 4,5 m, de siltitos e folhelhos carbonosos, separando-a da camada Morungava (5). Nos furos 5CA-81-RS e 5CA-95-RS aparecem alguns leitos de orto e paraconglomerados de grânulos intercalados.

Camada Morungava (5)

Teve desenvolvimento significativo apenas no bloco norte onde em quatro furos apresenta $1,22 \pm 0,45$ m de camada total e $1,08 \pm 0,45$ m de carvão na camada. A relação CC/CT média é de $0,88 \pm 0,09$. No furo 5CA-80-RS apresenta desenvolvimento excepcional com 1,75 m de carvão. Nos demais blocos tem ocorrência restrita com camadas sempre menores do que 0,50 m (carvão na camada). Seu perfil básico mostra apenas uma ou duas intercalações de estéril, e em vários locais a camada é maciçamente constituída por carvão, entretanto em furos onde é também de pequena espessura.

Seu perfil por litotipos apresenta baixa concentração de lâminas de vitrênio, predominância de carvão detrítico fosco, ou fosco com muita cinza. Suas condições de formação e deposição devem ter sido lateralmente mais heterogêneas que outras camadas. Na maior parte dos perfis tem-se indicações de que a lâmina d'água era espessa o suficiente para causar intensa fragmentação da matéria vegetal, depositar concomitantemente muito material clástico, argila e siltite, destruir a maior parte dos componentes lenhosos das plantas e portanto dar origem a tipos carbonosos pobres. Estas são condições de subsidência lenta com aporte de clásticos finos constante pelas águas de drenagem das áreas mais altas que circundavam as turfeiras, sem propiciar proteção aos níveis já depositados pelos que os sucediam. Em suma, eram condições para formação de camadas de carvão com matéria orgânica apenas um pouco mais concentrada do que aquelas que deram origem aos folhelhos e siltitos carbonosos intermediários entre as camadas de carvão propriamente ditas.

Por outro lado, alguns fenômenos constatados no bloco sul, como a indicação de erosão da camada no furo 5CA-105-RS, onde no seu nível estratigráfico aparecem apenas um leito contendo inúmeras galhas de siltitos; vitrênio em

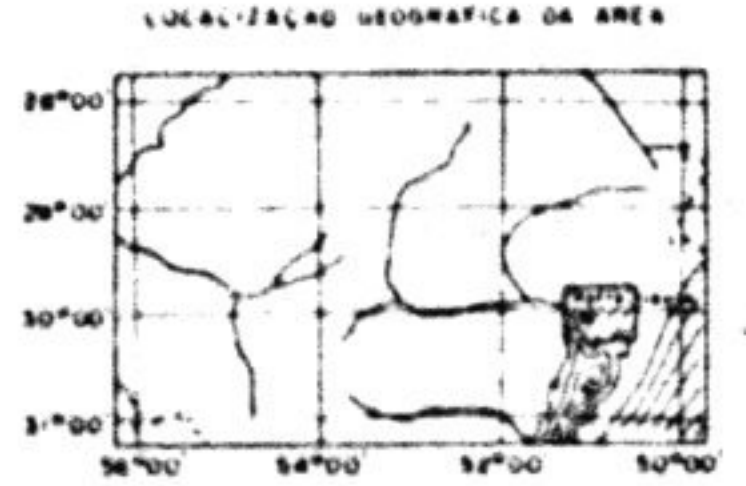


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA: PROJETO CARVÃO RS
- SAVONSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traçojado - inferior)

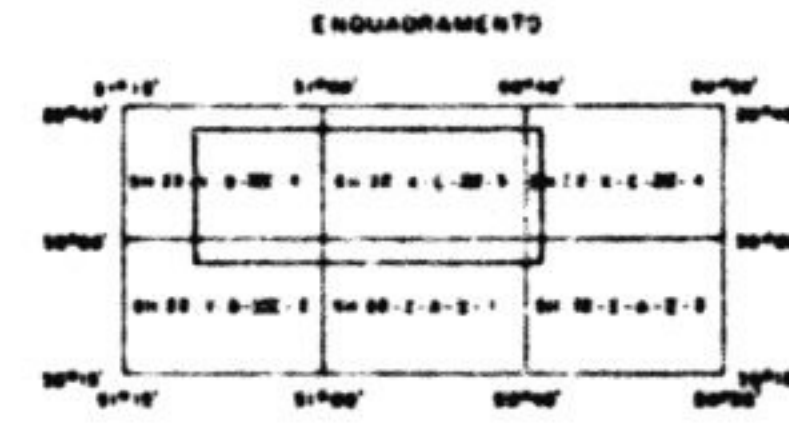
Fig. 9 d

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DO D.S. 100 RESTITUIDAS EM 1963 PELO MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO (MULTIFRAMES) CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA D.V.E. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1956/59, REAMPLIADAS EM 1963



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1963: 13° 00' E CONVERGÊNCIA MÉDIA DO CENTRO DE POLAR: 0° 00' A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA TÁLA CORRENTE É ANOMALAMENTE

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISOPACA DA CAMADA MORUNGAVA (5) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Ferreira - Reg. CREA 17482
Desenhista Jorge Heitor da Oliveira

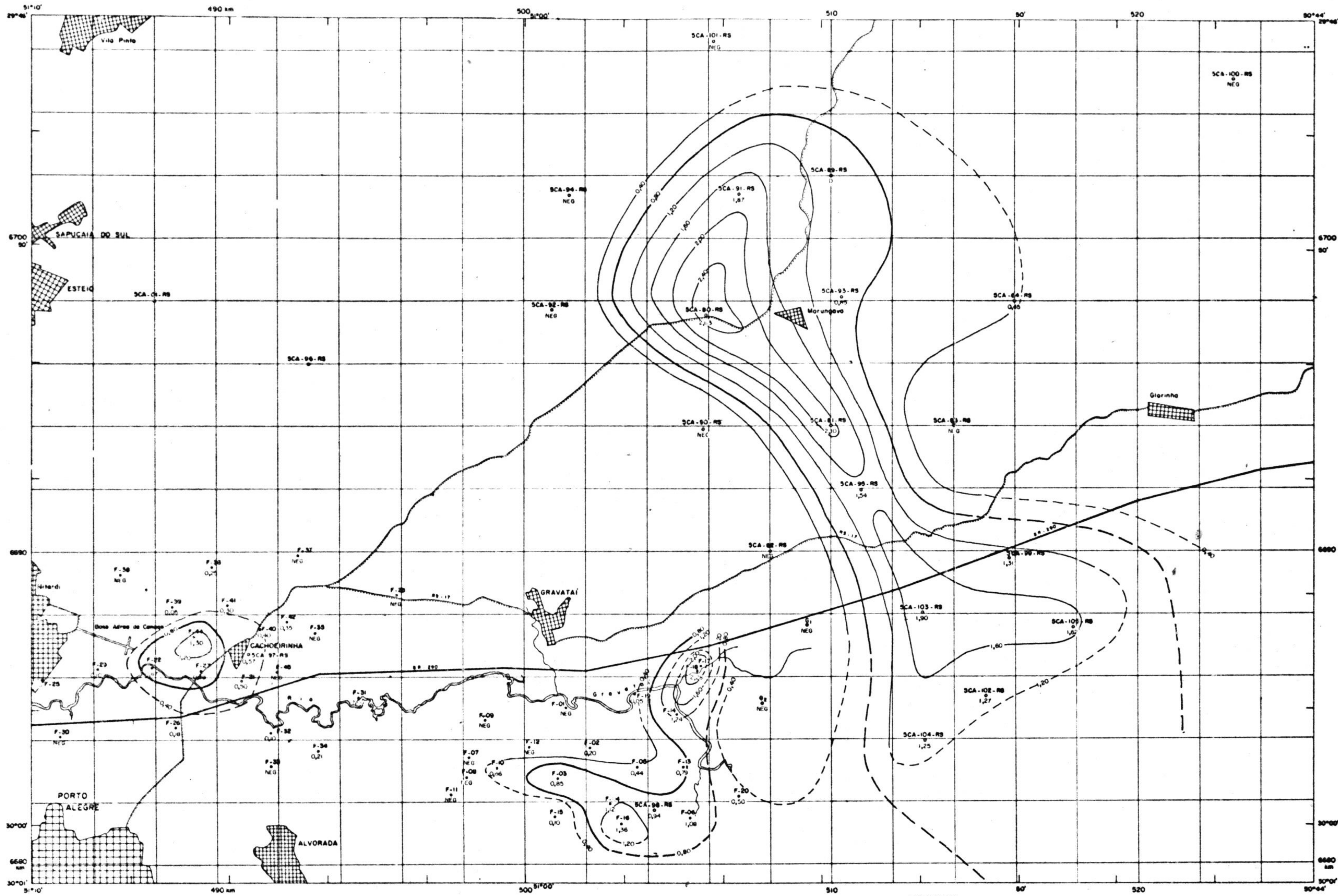
forma de galhas na base desta camada no furo 5CA-104-RS; maiores teores de vitrênio que no bloco norte; significam menor cobertura por lâmina d'água na porção sul da jazida, com períodos de exposição ao ar, alguma erosão e deslocamento a curta distância de fragmentos já depositados. As pequenas espessuras da camada indicam também uma fase de menor duração para as turfeiras responsáveis por esta camada nos blocos sul, Gravataí E e W; e máxima duração no eixo do bloco norte, na posição do furo 5CA-80-RS.

No furo 5CA-95-RS aparece ramificação em vários leitões na posição estratigráfica desta camada, demonstrando mais uma vez o caráter de transição e limite deste furo entre os blocos sul e norte. No furo 5CA-81-RS, apesar da camada (5) estar bem individualizada, ainda ocorrem um pequeno leito e lâminas de carvão entre esta e a camada Morungava (4), correspondentes aqueles outros ramos do furo 5CA-95-RS, (ver perfis descritivos). Nestes dois furos o intervalo entre as camadas (5) e (6) apresenta leitões de paraconglomerados e conglomerados de grânulos e alguns seixos, além de grãos tamanho areia grossa e muito grossa, imersos em matriz siltica cinza e cinza-escura. Nos demais furos têm-se os costumeiros siltitos e folhelhos carbonosos no intervalo.

No furo 5CA-99-RS a zona sem recuperação de testemunhos atingiu o nível desta camada, e a avaliação de sua posição e espessura foi feita do mesmo modo que para a camada Morungava (4).

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

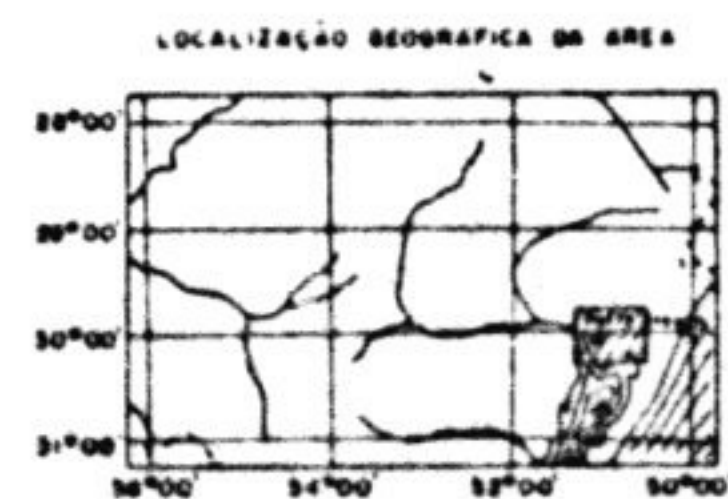


CONVENÇÕES

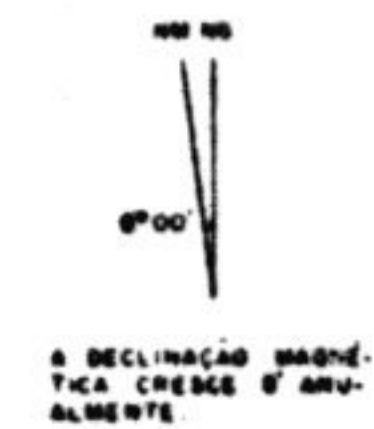
- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- SAVROSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (traçada e inferida)
- DIABÁSIO NA POSIÇÃO DA CAMADA

Fig. 9 e

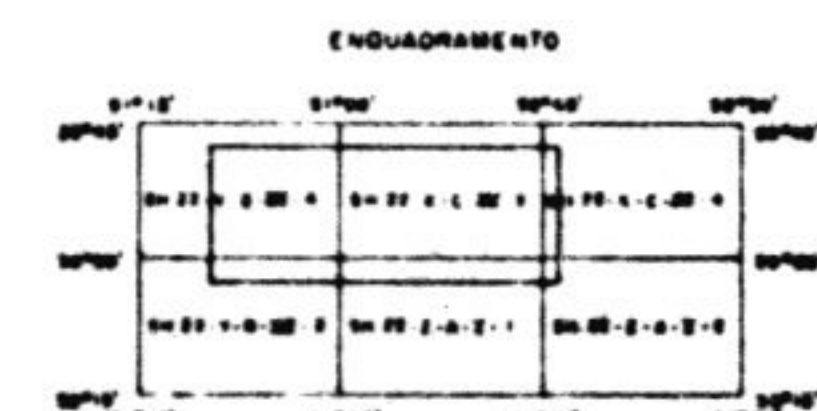
BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DO SSGE RESTITUÍDA EM 1963 PELO MÉTODO FOTOGRAFÉTICO (MULTIFLEX). CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELAS C.S. DE FOTOGRAFIAS VERTICAIS DE 1958/59, REAJUSTADAS EM 1962.



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CONVERGÊNCIA MÉDIA DO LÍNEA DO FOLHA



PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISOPACA DA CAMADA MORUNGAVA (5) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira - Reg. CREA 17482

Desenhista: Jorge Heitor de Oliveira

seus limites de ocorrência econômica são os limites da jazida, com exceção do bloco Gravataí W onde a camada Morungava (4) a supera em distribuição horizontal. Ao lado desta homogeneidade horizontal apresenta uma grande heterogeneidade vertical, com relações CC / CT de $0,71 \pm 11$ e $0,64 \pm 0,05$ nos blocos norte e sul em 3 e 6 furos respectivamente, e média geral nos nove furos de $0,67 \pm 0,09$. Esta relação já é o indicativo das várias intercalações de estéril encontradas no perfil básico desta camada. A camada total tem média $2,55 \pm 0,73$ m no bloco norte e $2,32 \pm 0,25$ m no bloco sul. A média geral é de $2,41 \pm 0,48$ m nos nove furos. Os números sobre os mesmos furos para espessura de carvão na camada são $1,86 \pm 0,75$ m (bloco N); $1,48 \pm 0,26$ m (Bloco S) ; $1,63 \pm 0,51$ m (média geral). Portanto espessuras consideravelmente maiores para os três furos do bloco norte.

O seu perfil básico mostra um maior número de intercalações de estéril nos terços médio e inferior, aparecendo em muitos furos bancos maciços de carvão no terço superior. Sob o ponto de vista de ocorrência de litotipos a camada (6) caracteriza-se pela maior pobreza em vitrênio que as camadas (4) e (2), assemelhando-se à camada (5). Mas ao contrário desta mostra maior heterogeneidade vertical, com alguns leitões ricos, contendo carvão medianamente brilhante e brilhante com lâminas moderadas ou abundantes de vitrênio. Lentes finas de fusênio ocorrem esparsamente, com a peculiaridade de encontrarem-se quase sempre intimamente misturadas e cimentadas por argilas, o que lhes tira as características de friabilidade e brilho sedoso. Em alguns leitões de carvão detrítico aparece fusênio disseminado. Há alguma predominância dos leitões com maior teor de vitrênio na metade superior, que aliada ao menor número e frequência de intercalações de estéril nesta porção, confere um perfil mesoscópico por litotipos a esta camada de fácil identificação, se comparado aos dos demais. Bem próximo à base da

camada ocorrem em alguns furos leitos com teores apreciáveis de vitrênio. No terço inferior aparecem em vários furos leitos de argilitos cremes, de espessuras variáveis, que, no caso do furo 5CA-91-RS são vários leitos intercalados no carvão, com até 0,10 m de espessura. Não foi possível até o momento perceber uma regularidade na ocorrência destes leitos que tornasse possível o seu uso como guias de correlação. Na continuidade dos trabalhos de pesquisa será conveniente atentar para estas ocorrências e determinar sua possível continuidade lateral, ao menos em certas porções da jazida. Ainda no terço inferior ocorrem frequentemente, especialmente no bloco sul, lâminas de vitrênio, de carvão detrítico e de siltitos em forma de galhas imersos em intercalações de estéril.

Esta camada é o resultado da fase mais longa e mais amplamente distribuída de formação de turfeiras da área da jazida de Morungava. Assim, é a camada mais homogênea horizontalmente. Por outro lado a sua diversidade vertical na composição mesoscópica por litotipos demonstra as variações sucessivas no ambiente deposicional que se verificaram. Por exemplo, alguns leitos relativamente ricos em vitrênio dentro de um conjunto que é basicamente constituído por tipos pobres em matéria orgânica. Também a ocorrência de galhas no terço inferior e de lentes de fusênio cimentadas por argilas, o que deve significar períodos de ambiente mais seco com alguma oxidação da matéria orgânica, embora predominem amplamente os tipos de deposição subaquáticos, microfragmentados, com baixos teores de vitrênio, altos teores de matéria mineral, e fusênio somente sob forma disseminada no carvão detrítico. A compactação diferencial deve ter influenciado até certo grau na presença de maior número de leitos com concentrações mais altas de vitrênio na metade superior de camada. Esta compactação diferencial deu-se entre as áreas mais baixas, no eixo da jazida, e aquelas

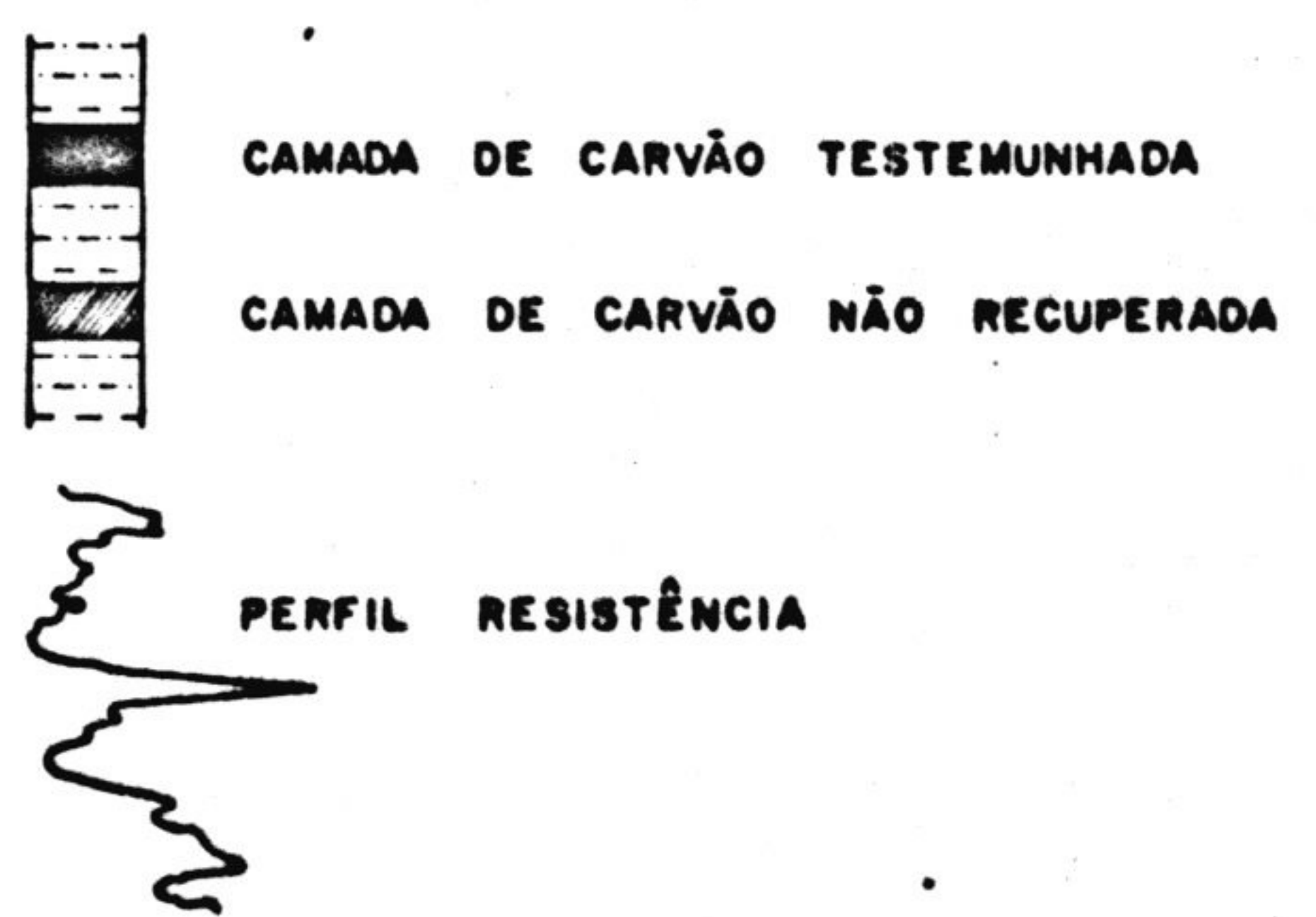
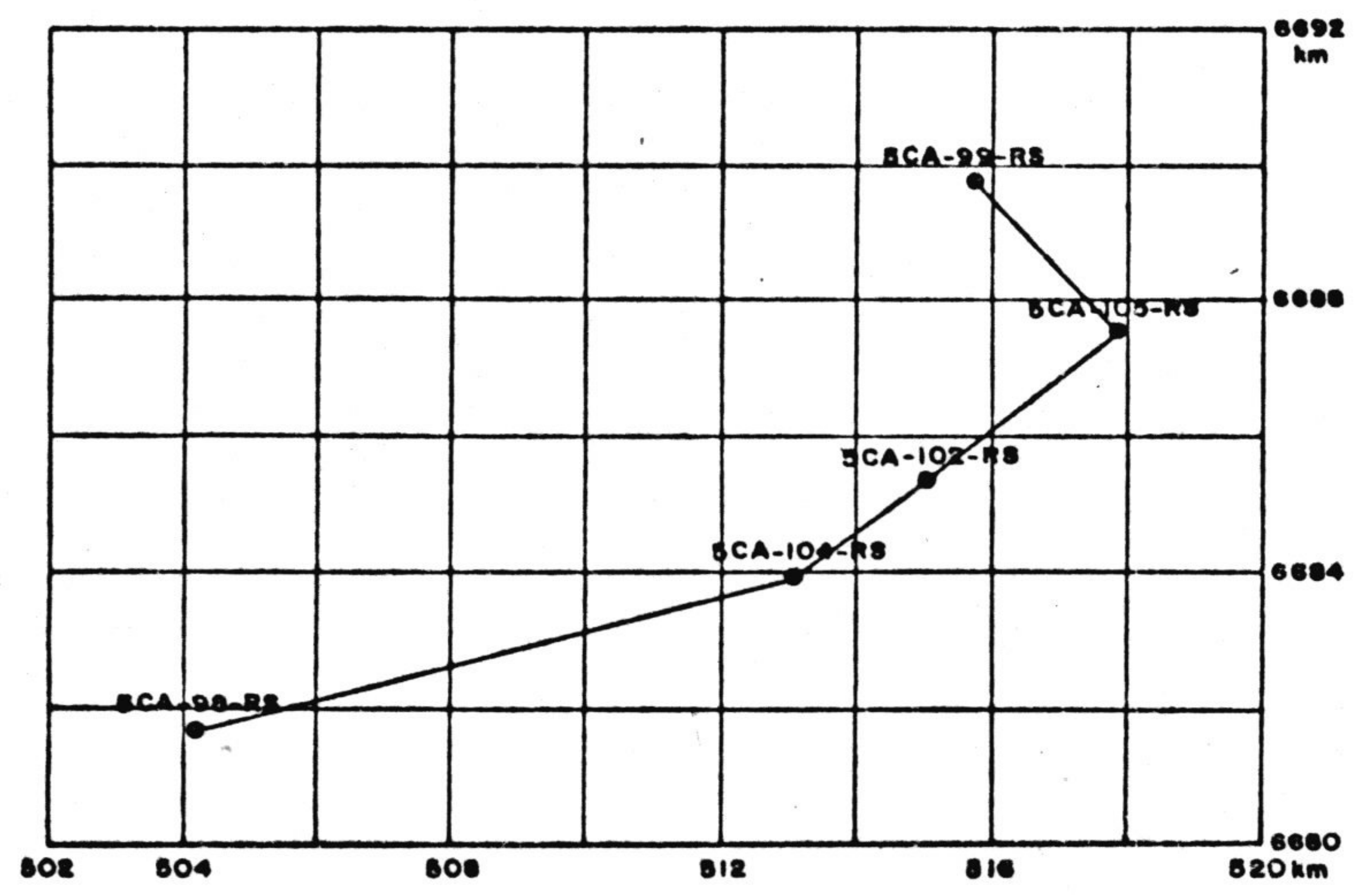
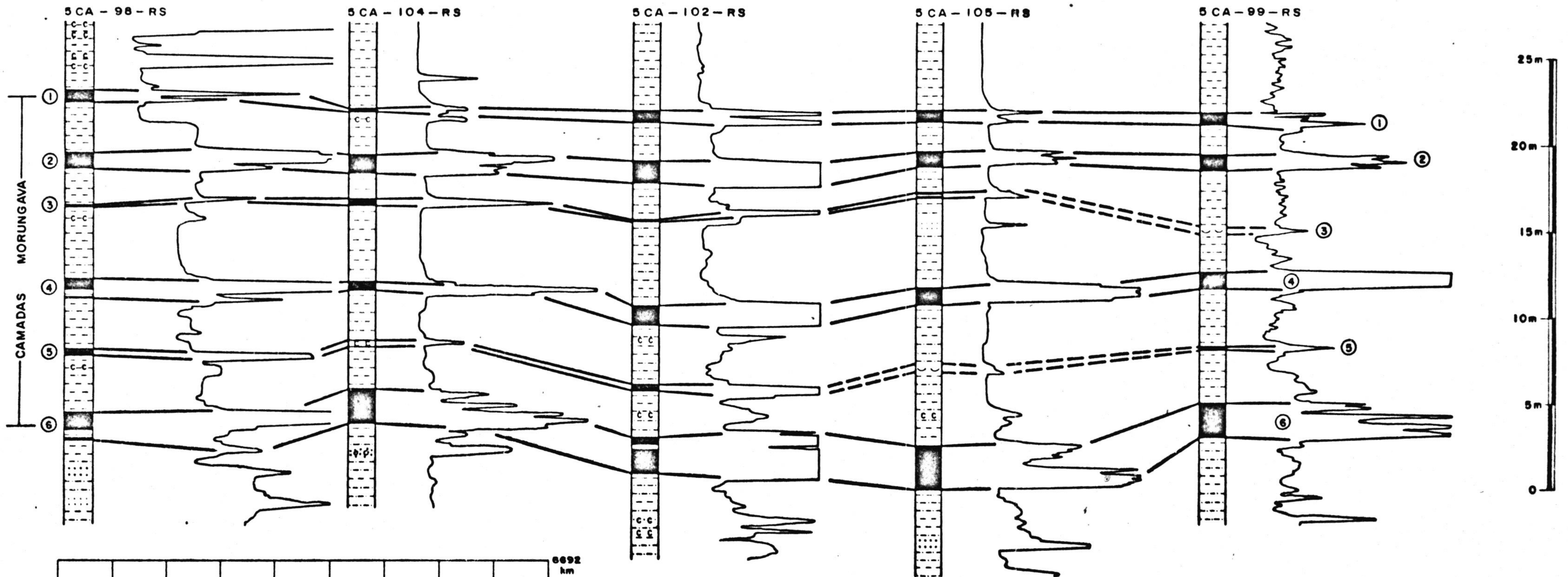
com embasamento mais elevado, apresentando menores espessuras de sedimentos, que além disso são menos compactáveis que a matéria vegetal e os lutitos saturados de água das turfeiras. Este processo funcionaria como uma espécie de subsidência não tectônica colaborando para a deposição um pouco mais rápida e a preservação da matéria orgânica.


Camada Morungava (7)

À semelhança da camada (3) é mais um nível estratigráfico contendo carvão do que uma camada que mereça atenção do ponto de vista econômico. Sua posição já foi definida ao comentar-se a presença de dois pacotes carbonosos na formação Rio Bonito, situando-se a camada (7) na base desta formação. No furo 5CA-97-RS os dois pacotes estão unidos, e a formação Rio Bonito é praticamente toda constituída por litologias carbonosas. O furo 5CA-91-RS é o único onde a camada apresenta espessura de algum significado, 0,60 de CT com 0,58 m de CC.

9.3.3 - Correlações

As características das camadas de carvão da jazida de Morungava e da sua posição nos pacotes carbonosos e na formação Rio Bonito são suficientes para permitir correlações precisas na absoluta maioria dos casos, com algumas dúvidas em porções secundárias ou em relação a leitos e pequenas camadas de pouca importância em alguns furos. As características que podem ser usadas com proveito são a divisão em dois pacotes carbonosos, a subdivisão do pacote superior em dois outros, as posições ou interdistâncias relativas das camadas dentro destes pacotes, as peculiaridades




 Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
 CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

CORRELAÇÃO DE CAMADAS DE CARVÃO NA JAZIDA DE MORUNGAVA

Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira Reg. CREA 17.482
 Desenhista: Ademir Evandro Flores

Fig. 9p

das camadas mais importantes, Morungava ② ④ e ⑥ , as distâncias em relação ao embasamento e ao contato Rio Bonito - Palermo, a expressão nos perfis Resistência, como se rá detalhado abaixo:

a) Nos furos onde ocorre a camada Morungava ⑦, a sua pequena espessura e posição em um pacote também pouco espesso muito próximo à base da formação Rio Bonito, encaixado em litologias geralmente mais grosseiras e muito heterogêneas torna-a imediatamente identificável. Também de imediato é possível identificar o pacote carbono superior contendo todas ou algumas das demais camadas. Uma única exceção, já mencionada, seria o furo 5CA-97-RS no bloco Gravataí W, onde os dois pacotes são contínuos, e sempre se poderia supor que a camada Morungava ⑦ não ocorre, e que a pequena camada a ela atribuída trata-se de uma ramificação da camada Morungava ⑥. Como não é comum esta ramificação em outros blocos, e como nos furos F, de Gavronski, *op. cit.* também não é possível concluir pela sua existência, preferiu-se interpretá-la como sendo a camada ⑦, o que de resto não tem nenhuma importância sob o ponto de vista de avaliação econômica.

b) Tomado o pacote superior como ponto de partida para correlacionar as camadas ① a ⑥ pode-se avançar subdividindo-o em dois outros. O primeiro contém as camadas ① ② e ③, o segundo as camadas ④, ⑤ e ⑥.

c) A camada Morungava ⑥, situada na base do pacote, é a que possui um conjunto de características peculiares que a tornam seguramente identificável na maioria dos furos, e portanto é um estrato-guia decisivo. Apresenta em quase todos os furos espessuras de camada total bem maiores do que as demais; menores relações CC/CT que as camadas ② e ④; perfil mesoscópico mostrando: menor frequência de intercalações de estéril e maior núme-

ro de leitões relativamente mais ricos em vitrênio na metade superior; leitões com galhas de carvão e siltito e /ou lentes finas de fusênio cimentadas por argilas frequentes na metade inferior; predominância de carvão detrítico fosco e fosco com muita cinza com baixas concentrações de vitrênio no conjunto da camada. Das análises físico-químicas pode-se verificar as lavabilidades e recuperações de frações aproveitáveis sensivelmente menos favoráveis nesta camada do que nas (2) a (4), e ao contrário, valores de F.S.I. sistematicamente mais altos. No bloco Gravataí este aparece com estas mesmas características à exceção do F.S.I.

d) A camada Morungava (4) apresenta sua posição relativa e quase todas as suas características com valores intermediários entre os das camadas (2) e (6), e na maioria aproximando-se mais da camada (2). Por isso é mais simples identificar primeiro as camadas (2) e (6), com características mais marcantes, e após a camada (4). De qualquer modo esta fornece critérios suficientemente claros para torná-la distinta das camadas de menor importância, acima e abaixo ((3) e (5)), em quase todos os furos.

e) A camada Morungava (2) se caracteriza pelas suas espessuras de camada total muito constantes, relações CC / CT altas e principalmente pelas concentrações apreciáveis de vitrênio que apresenta, as quais se expressam nas recuperações muito altas para carvões brasileiros que são obtidas nos ensaios afunda-flutua, especialmente da fração nobre com 15 % de cinzas.

No bloco norte esta camada é a única que poderia ser designada como tal dentre as da subdivisão superior do pacote. No furo 5CA-91-RS dois leitões situados anormalmente

acima (11 m) da mesma poderiam ou não corresponder ao nível estratigráfico da camada (1). No furo 5CA-80-RS um pequeno leito a cerca de 0,70 m abaixo da sua lapa poderia corresponder à camada (3), ou constituir-se em ramo secundário da (2). Estas imprecisões serão facilmente resolvidas, e acredita-se, sem nenhuma mudança no esquema básico da correlação, com furos intermediários a realizar.

No bloco sul a camada (2) e suas vizinhas (1) e (3) aparecem bem caracterizadas e facilmente correlacionáveis. No bloco Gravataí leste é possível, a partir do furo 5CA-98-RS, identificá-la nos furos de GAVRONSKI *op. cit.*, tendo sido chamada de camada superior por este autor. Aí os critérios de posição em relação a camada (6) e outros leitões que ocorrem, resultados de análise (poder calorífico) e espessura são suficientes, ainda que outros não sejam disponíveis pelo menor detalhamento nas descrições dos furos F. No bloco Gravataí oeste (Cachoeirinha) os problemas são maiores, principalmente porque o furo 5CA-97-RS apresenta dificuldades para uma correlação segura com os demais realizados pelo Projeto Carvão no R.G. do Sul na jazida de Morungava.

f) A tendência ao paralelismo entre topo do pacote carbonoso superior e o contato Rio Bonito - Palermo pode se constatar nas figuras 9t e 9u, com distâncias de 10 a 40 m para este intervalo, maiores para as posições no eixo da jazida e diminuindo no sentido dos altos do embasamento nas bordas. A camada (7) com posição típica muito próxima à da base da formação Rio Bonito já foi mencionada. As distâncias da base do pacote carbonoso superior ao embasamento são muito variáveis e não se constituem em critérios.

g) Os perfis resistência e em muito menor grau GR e SP, marcam nitidamente a posição das camadas

em muitos furos. O perfil resistência é inclusive um bom meio de avaliação das espessuras e homogeneidade das camadas. Já foi citado que no furo 5CA-99-RS as espessuras das camadas (4) e (5) foram estimadas através dele. Na camada (6) fica clara a presença de muitas intercalações de estéril pelas oscilações da linha de perfil na faixa da anomalia positiva desta camada. Na figura 9p pode-se constatar a correspondência entre os picos do perfil resistência e a posição e espessura das camadas de carvão. O embasamento cristalino e especialmente leitões e camadas de conglomerados que ocorrem por vezes próximos às camadas de carvão também produzem anomalias positivas no perfil resistência, sendo necessário algum cuidado para não confundí-los.

A correlação com os furos F (GAVRONSKI *op.cit.*) dos blocos Gravataí leste e oeste só foi possível pela existência dos furos 5CA-98-RS e 5CA-97-RS, que serviram como base de comparação. No bloco leste o problema foi resolvido satisfatoriamente, não havendo qualquer dificuldade em verificar a correspondência com as camadas dos blocos norte e sul, ainda que apenas de contemporaneidade, já que provavelmente será verificada descontinuidade física entre um e outro bloco, exceto talvez da camada (6), e mesmo assim com espessura sub-econômica. (ver furo F₂₀ na tabela 9b).

Já no furo 5CA-97-RS, bloco Gravataí oeste, pode-se definir com segurança que existe o pacote carbonoso superior com camadas que se assemelham no seu conjunto às dos outros blocos, mas a correlação de detalhe é bem menos segura, com vários resultados gerais diversos dos demais como por exemplo o maior desenvolvimento horizontal e vertical da camada (4) em relação à camada (6); a camada (2) ocorrendo muito restritamente e com pequenas espessuras, a existência de maior número de ramificações marginais e variações mais acentuadas nas espessuras de estéril interca-

lados entre as camadas. Isto significa que nesta jazida houveram alguns fatores, que, embora não essencialmente diferentes, atuaram de modo mais intensificado alguns, e mais abrandado outros. Pode-se citar a maior irregularidade na paleotopografia do embasamento, menores dimensões em área da jazida resultando em grande influência das áreas altas vizinhas como fonte de material grosseiro para a turfeira, e outros que causaram diferenças no desenvolvimento das várias camadas, embora o pacote carbonoso tivesse sido depositado à mesma época e sob condições gerais, no seu conjunto, semelhantes. Por este motivo, e também porque é o bloco menos promissor na sua viabilidade para lavra de carvão, optou-se por utilizar as mesmas denominações para as camadas, ao invés de criar novas ou manter as denominações informais, ou ainda aquelas usadas por GAVRONSKI *op. cit.*, de camada superior correspondendo à camada (4) e camada inferior correspondendo à camada (6). Estas denominações de Gavronski são compatíveis para os blocos Gravataí leste e Gravataí oeste no que se refere à camada Morungava (6), em ambos designada inferior, mas incongruentes quando se torna à chamada camada superior, que no bloco oeste corresponde à (4) e no bloco leste corresponde à (2).

Os furos 5CA-79-RS, 5CA-85-RS e 5CA-86-RS, que revelaram leitões e camadas de carvão, são de caráter pioneiro, muito distantes entre si e da área com camadas contínuas (figura 9q). É de maior valia entender o significado utilitário do carvão existente em cada um para orientar o prosseguimento da pesquisa do que tentar correlações com os furos bem controlados da jazida de Morungava, correlações estas que seriam pouco mais do que especulativas, e não serviriam a nenhum propósito prático. Por isso optou-se por manter as denominações informais, para as camadas A, B, C, etc..., que não implicam em nenhuma correspondência entre as camadas dos diversos furos, a não ser casual. Como pri-

meira aproximação foi desenhada uma secção estratigráfica entre os furos 5CA-79-RS e 5CA-85-RS, já incluída em trabalho apresentado no VII Simpósio de Mineração e repetida neste relatório.

O furo 5CA-79-RS foi locado num vale muito encaixado nos derrames basálticos e na formação Botucatu. Juntamente com o de sigla 5CA-25-RS, situou-se mais setentrionalmente em relação à faixa de rochas gonduânicas aflorantes no R.G. do Sul, e portanto o mais interiorizado na bacia do Paraná. Quatro camadas foram atravessadas das quais a A_{7g} e a D_{7g} são as mais significativas. A primeira infelizmente teve problemas de recuperação de testemunhos (66%) que dificultam uma avaliação mais correta da sua potencialidade. Sua espessura de 1,32 m, incluindo o trecho não recuperado, seria promissora se aliada a relação CC / CT e concentração de vitrênio altas, o que não parece ocorrer a julgar pelos testemunhos disponíveis.

A camada D_{7g} tem 2,42 m de espessura, totalmente constituída por carvão, mas no limite para siltito carbonoso, e com insignificante teor de vitrênio, o que lhe empresta péssimas características de *grade*. Todas as camadas estão fortemente afetadas por uma intrusão de diabásio com 15m de espessura, situada entre as camadas D_{7g} e C_{7g}, portanto no interior do pacote carbonoso que as contém. Isto se reflete claramente no brilho forte, de aspecto metálico, das poucas lâminas de vitrênio, no endurecimento do carvão e nos baixos teores de matéria volátil. Ao lado destes fatores desfavoráveis tem-se a grande profundidade em que se encontram as camadas, 830 a 870 m, o que conduz à conclusão de que o emprego de mais recursos no prosseguimento da pesquisa a partir deste furo é completamente desaconselhável a curto e médio prazo, se comparado a outras áreas muito mais favoráveis.

Os furos 5CA-85-RS e 5CA-86-RS mostraram inúmeras pequenas camadas e leitos de carvão, especialmente o último, também com suas propriedades completamente afetadas pelas espessas intrusões de diabásio dentro da formação Rio Bonito, nas proximidades das camadas. Apesar de nenhuma camada individualmente possuir espessura considerável, no seu conjunto podem significar porções marginais de jazidas, a exemplo do que os furos 5CA-93-RS e 5CA-84-RS representam no bloco norte de Morungava. Furos localizados nas suas proximidades teriam as vantagens de uma região topograficamente plana, ao contrário do furo 5CA-79-RS, onde só seriam exequíveis furos ao longo do vale encaixado, e a esperança de menores espessuras de cobertura no sentido da borda da bacia. Os trabalhos de geofísica (linha sísmica) mostraram a existência de fossas e altos do embasamento nas proximidades do furo 5CA-86-RS, indicando condições de paleotopografia para a ocorrência de novas jazidas a leste de Morungava. Para resumir pode-se dizer que a importância destes furos reside na comprovação da existência de pacotes de rochas contendo carvão nesta região, o que é uma sólida indicação de pelo menos mais uma jazida de porte entre Gravataí-Santo Antonio - Osório.

9.4. Condicionamento estrutural e tectônico

No seu aspecto mais geral a área da 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. No aspecto mais particular a sua relativa complexidade estrutural não permite que se obtenha um quadro suficientemente claro de todos os detalhes de interesse para um futuro aproveitamento econômico com a atual densidade de furos. A sua posição nas proximidades do chamado alto de Porto Alegre, onde o contato em superfície

entre rochas do embasamento e as formações gonduânicas se situa mais setentrionalmente, no R.G. do Sul, tem como conseqüência uma paleotopografia do embasamento mais irregular. Várias são as evidências desta irregularidade, entre elas as seguintes:

a) O bloco Gravataí oeste (Cachoeirinha) é uma depressão no embasamento medindo poucos km^2 e circundada por áreas altas. No interior da depressão nota-se também alguns desníveis mais acentuados ($> 1^\circ$) do que os usuais no embasamento.

b) A ilha aflorante com rochas graníticas e migmáticas bem sob a cidade de Gravataí, atingindo cotas de + 40 m. O bloco Gravataí leste fica situado entre este alto e a linha do contato entre o gônduana e o embasamento contínuo ao sul, na forma de uma depressão um pouco mais alongada no sentido leste-oeste.

c) Alguns furos como o 5CA-96-RS marcam posições em que a formação Rio Bonito está totalmente ausente e mesmo a formação Palermo tem uma espessura muito pequena, significando porções que estiveram altas até quase o início da deposição da formação Irati. É de se notar que o furo 5CA-96-RS está situado 8 km ao norte da depressão onde se localiza o bloco Gravataí oeste.

Esta maior irregularidade da paleotopografia condiciona a existência de direções e sentidos de mergulho muito variáveis quando toma-se furos próximos uns dos outros para medi-los. Se ao contrário, tomar-se o furo 5CA-79-RS e medir-se os desníveis do embasamento em relação aos do bloco sul ou mesmo o topo do granito aflorante em Gravataí verse-á que o aspecto geral permanece o mesmo, como seria de esperar, ou seja, mergulhos regionais suaves no sentido do fundo da bacia.

As formações basais do pacote gonduânicos até a Estrada Nova afloram apenas numa pequena faixa a SW do alto de Gravataí. Na maior parte da área temos formação Rio do Rasto e secundariamente a formação Botucatu. Nas porções superiores do maciço que é o divisor de águas das bacias de drenagem dos rios dos Sinos e Gravataí existem algumas áreas cobertas por basaltos de derrame, que foram isoladas exatamente pelo vale dos Sinos do platô basáltico (anexo 2a).

O rio Gravataí no seu curso médio e especialmente nas suas nascentes originou enormes depósitos aluviais recentes, deteminando uma região, plana, alagadiça, (banhado Grande ou banhado Chico Lomã), em que as feições estruturais resultam com sua expressão em superfície apagadas. Ainda, estes depósitos impedem que se conheça a linha de contato entre o embasamento cristalino e o gonduana, que só voltará a aflorar no Estado de Santa Catarina.

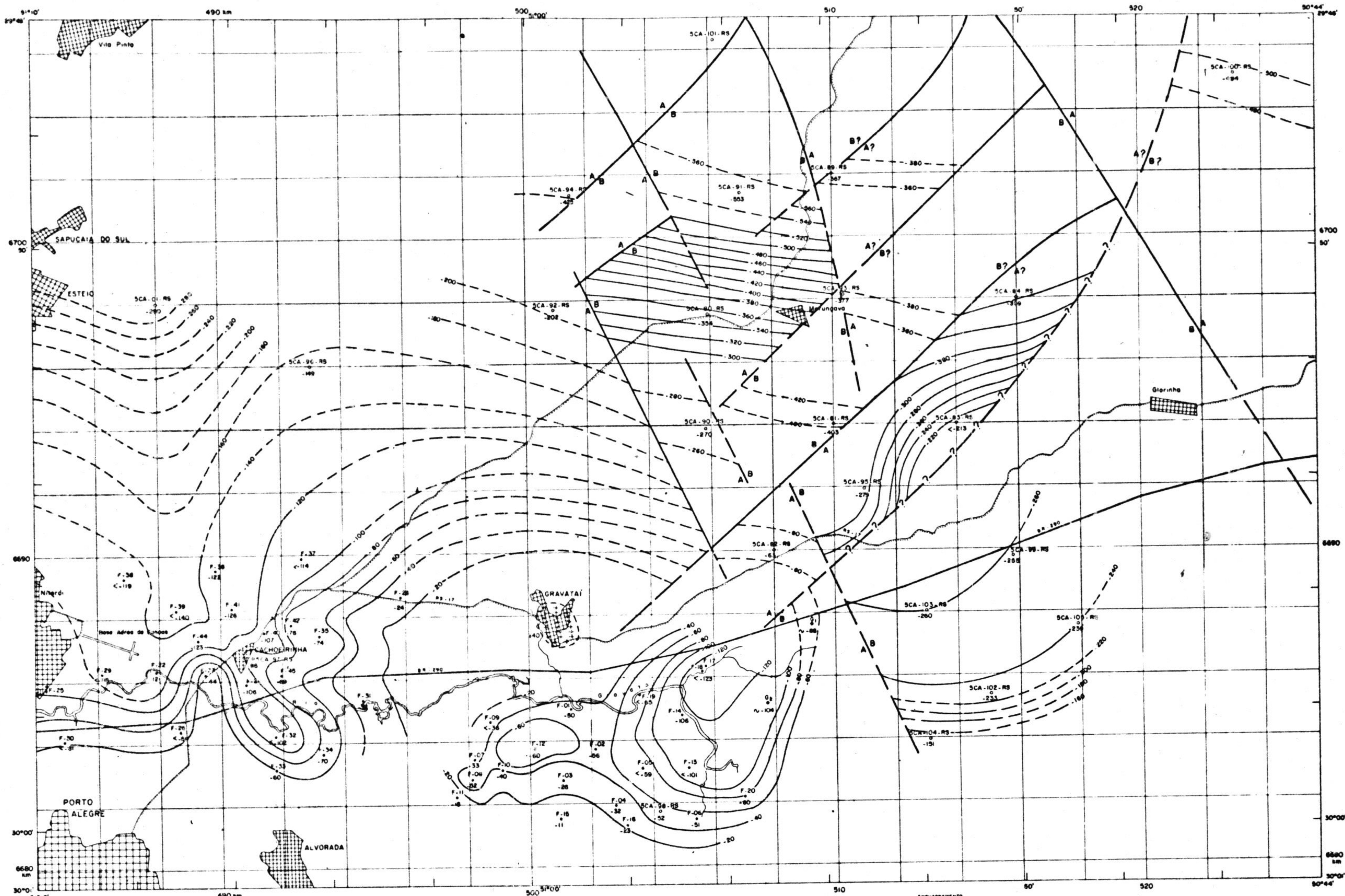
As imagens de radar (folha SH-22-X-C) foram a melhor maneira encontrada de visualizar o padrão de fraturamento em superfície e integrá-lo aos dados obtidos nos furos de sondagem, por si só insuficientes para determinar posição de falhas, embora contenha boas indicações de sua existência. Através das imagens de radar vê-se com grande nitidez o lineamento produzido pela chamada falha de Coxilha das Lombas, desde o canto NW da lagoa dos Barros até as proximidades da localidade de Itapoã na junção do rio Guaíba com a lagoa dos Patos. Esta falha, de caráter regional, foi atravessada por linhas sísmicas, que comprovaram a existência de rejeitos apreciáveis no embasamento, com bloco alto a SE, onde inexistem velocidades sísmicas características do pacote gonduânico e provavelmente são devidas a rochas sedimentares da bacia de Pelotas, terciária. Deste modo esta falha marcaria o limite da bacia do Paraná a S-SW, e a borda norte da Bacia de Pelotas, encoberto por areias da formação Itapoã, quaternárias.

Na área dos blocos sul e norte da jazida de Morungava e suas adjacências foi construído um mapa estrutural do embasamento com o (figura 9f anexo 9f) padrão de fraturas que é possível deduzir das imagens de radar e das informações dos furos de sondagem. Dentre estas são importantes para interpretação de estruturas as seguintes:

a) desníveis entre cotas de topo do embasamento, da lapa das camadas de carvão ou de outros horizontes guia; - b) espessuras reduzidas e/ou ausência das unidades estratigráficas basais, Itararé, Rio Bonito e Palermo; - c) litologias que indiquem variações de competência do agente de transporte, especialmente conglomerados e paraconglomerados ou arenitos muito grossos: competência esta que por sua vez é reflexo de gradientes mais fortes entre áreas altas e áreas baixas, produzidos por desníveis originais na paleotopografia e/ou reativação de falhamentos à época da deposição. São também indicadores de variações na velocidade de subsidência o perfil mesoscópico das camadas de carvão, em função de suas maiores ou menores concentrações de vitrênio e intercalações de estéril.

No mapa estrutural do embasamento procurou-se situar aquelas fraturas que tivessem expressão nas imagens de radar como lineamentos, e apresentassem confirmação através das características acima referidas verificadas nos dados de sondagem. Mesmo com estes cuidados na interpretação alguns problemas se colocam e permanecem pendentes:

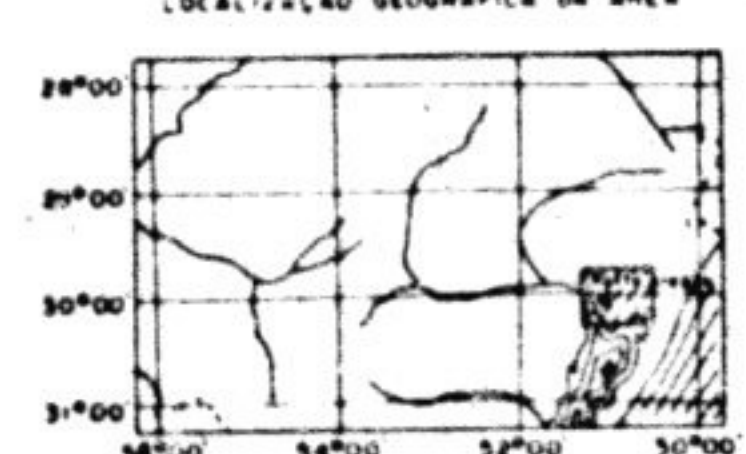
a) No já referido maciço da margem esquerda do rio dos Sinos os lineamentos apresentam-se de modo muito mais evidente, através de encaixamento de cursos d'água, escarpas, etc..., do que na região aplainada, com parte coberta por sedimentos quaternários, e sob intensa a-



- CONVENÇÕES**
- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
 - ESTRADA DE FERRO
 - ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
 - RIO
 - ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
 - FUROS DE Sonda
 - PROJETO CARVÃO RS
 - SAVROSKI (DNPM, 1961)
 - COPELMI (1977)
 - CURVAS DE CONTOURNO ESTRUTURAL (Tracejada + interior)
 - FALHA DE REJEITO VERTICAL (Tracejada + interior)
 - "ILHAS" DE GRANITO AFLORANTE

Fig. 9f

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DA OSSE RESTIT. DA EM 1961 PELO MÉTODO FOTOGRAFOMÉTRICO (MULTIFLEX) CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA OSSE, FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1950/59, REAMBULADAS EM 1963

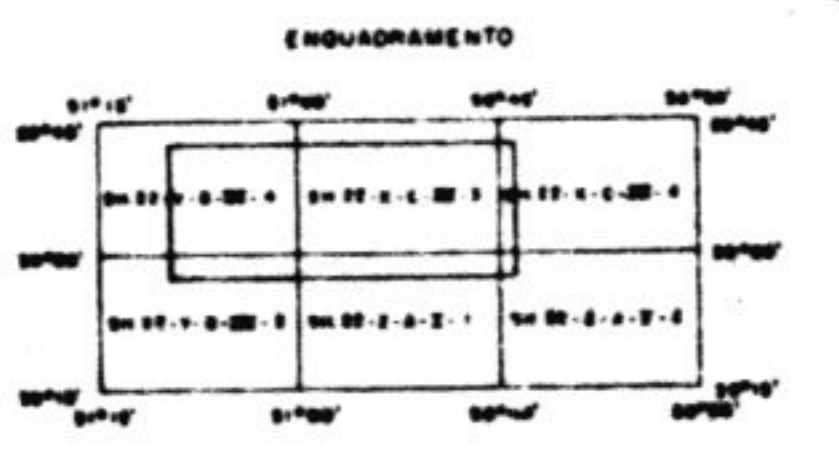


DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CEBEL E ANOMALIAS

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL DO TOPO DO EMBASAMENTO



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Geólogo: José Alcides Fonseca Ferraz - Reg. CREA 17482

Desenhista: Jorge Hator de Oliveira

tividade antrópica nas proximidades da BR-290 ao longo dos blocos sul, Gravataí leste e Gravataí oeste. Assim a menor densidade de fraturas que se observa nestes três blocos meridionais se deve mais a dificuldades de observação do que a uma menor movimentação estrutural.

b) Usou-se deliberadamente o termo fratura, mais geral que falha, já que em alguns casos pode ocorrer respostas aos esforços sem deslocamento de blocos, ou seja, sem rejeito ou com rejeitos muito pequenos. Ainda, é bastante provável que ocorram falhamentos do tipo tesoura, com zonas intermediárias neutras gradando em um ou em ambos os sentidos ao longo da sua direção para zonas onde aparecem rejeitos.

c) Também servindo como suporte ao uso do termo fratura tem-se o problema do significado real de lineamentos, mesmo alguns que se expressem muito claramente nas imagens de radar, em relação aos três grandes pacotes que possuem características mecânicas muito diferentes, isto é, o embasamento, o pacote de rochas sedimentares gonduânicas e a cobertura basáltica.

Tomando-se como base um modelo de esforços compressionais causados pela redução de espaço no embasamento no arco convexo formado durante a subsidência da bacia se formaria um grande número de falhas no embasamento que tenderiam a compensar esta redução de espaço. Nas rochas sedimentares estes esforços produziram inicialmente flexão das camadas e fraturas ramificadas, somente em alguns casos se chegando a ruptura. Os ângulos de mergulho destas falhas seriam próximos da vertical. As porções superiores do pacote serão progressivamente menos afetadas. Do mesmo modo os esforços serão mais intensos nas porções centrais do

arco subsidente durante um ciclo epirogenético. Tal modelo é apresentado em detalhe por Soares, P.C. (1974), para a região nordeste da bacia do Paraná, e acredita-se que possa ser generalizado para toda a bacia.

O tipo de esforços acima descrito pode produzir, entre outras, estruturas do tipo fosso e muro (*horst e graben*). Estas interessam especialmente porque nelas é que poderão se encaixar as camadas de carvão, uma vez que são regiões paleotopograficamente mais baixas e porque o movimento do embasamento tende a produzir subsidências relativamente mais rápidas no interior das fossas que como já foi visto, são condições essenciais para deposição e preservação de camadas de carvão. O embasamento tende a se romper em zonas que já eram de fraqueza anteriormente e portanto a reativar falhamentos antigos regmáticos.

A jazida de Morungava, nos seus blocos norte e sul, tem origem controlada por uma estrutura deste tipo, de direção NW, na qual a falha a NE parece ter um desenvolvimento regional, pela sua expressão por dezenas de quilômetros na imagem de radar, e porque o seu bloco alto está bem configurado pelos furos 5CA-87-RS, 5CA-100-RS e 5CA-88-RS. Deste modo, esta falha seria a principal responsável pelos movimentos verticais que produziram subsidência relativamente mais rápida resultando em camadas com concentrações apreciáveis de vitrênio na jazida de Morungava. Esta subsidência deve ter se dado mais lentamente de início e se acelerado progressivamente até atingir um máximo na camada Morungava (2). Como visto no item anterior através dos perfis mesoscópicos das camadas e confirmado pelas análises físico-químicas, a concentração de vitrênio aumenta paulatinamente da camada Morungava (6) para a Morungava (2), dentre as três principais ((6), (4), e (2)).

Os falhamentos NW são recortados por inúmeras fraturas NE formando ângulos de 60 a 85°, e originando um padrão em mosaico muito característico. Destas fraturas muitas devem provocar apenas flexuras no pacote sedimentar, mas como já foi dito, é difícil definir exatamente quais com a atual equidistância de furos. Em todo caso há algumas situações em que se pode afirmar a existência de falhas como aquela que separa o furo 5CA-82-RS do furo 5CA-95-RS, pela diferença de cotas do embasamento de um e outro, e espessura insignificante da formação Rio Bonito no primeiro (ver figura 9s).

Também são fortes indicativos de falhamento próximo ao furo 5CA-81-RS a cota do topo do embasamento (baixo), a espessura apreciável da formação Itararé e a ocorrência de litologias grosseiras intercaladas no pacote carbonoso. (ver figura 9t). As figuras 9r e 9u apresentam situações mais ou menos semelhantes.

Foi desenhado um mapa da lapa da camada Morungava (6) não tomando em consideração a existência de falhas. Este mapa serve a alguns objetivos, embora obviamente seja uma simplificação exagerada. Em primeiro lugar permite verificar que apesar das perturbações estruturais que existem localmente, o aspecto geral de uma homoclinal suavemente mergulhante para o fundo da bacia se mantém, e ao lado disso a evidência de que os desníveis encontrados entre as posições dos diversos furos poderiam ser explicados por suaves ondulações das camadas, se não houvessem outros critérios que indicassem a presença de falhamentos e flexuras acentuadas em certas direções. Em segundo lugar permite comprovar a maior suavidade de mergulhos encontrados nas camadas de carvão, ainda na base do pacote sedimentar, se comparados com aqueles do topo do embasamento. Isto reforça o modelo pro-

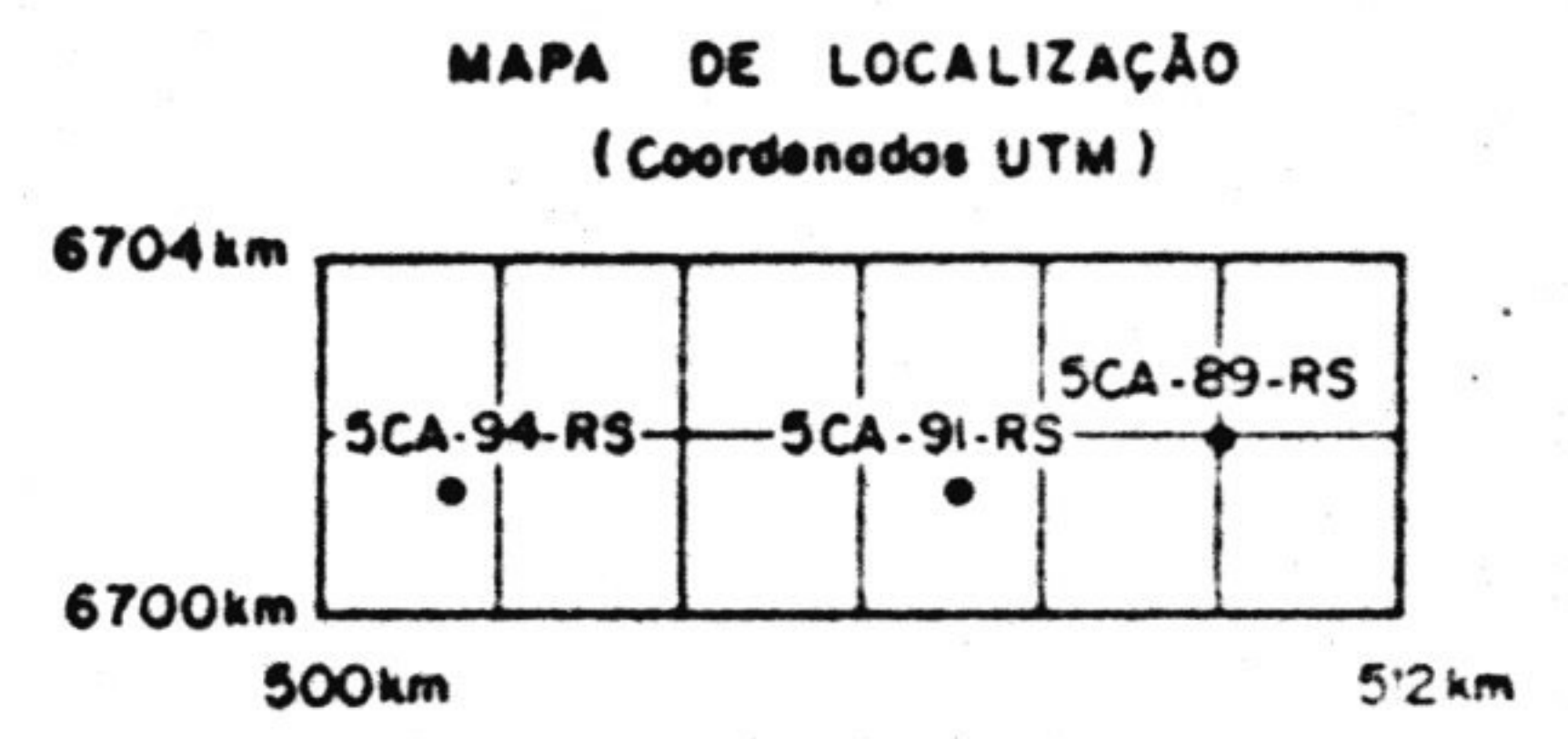
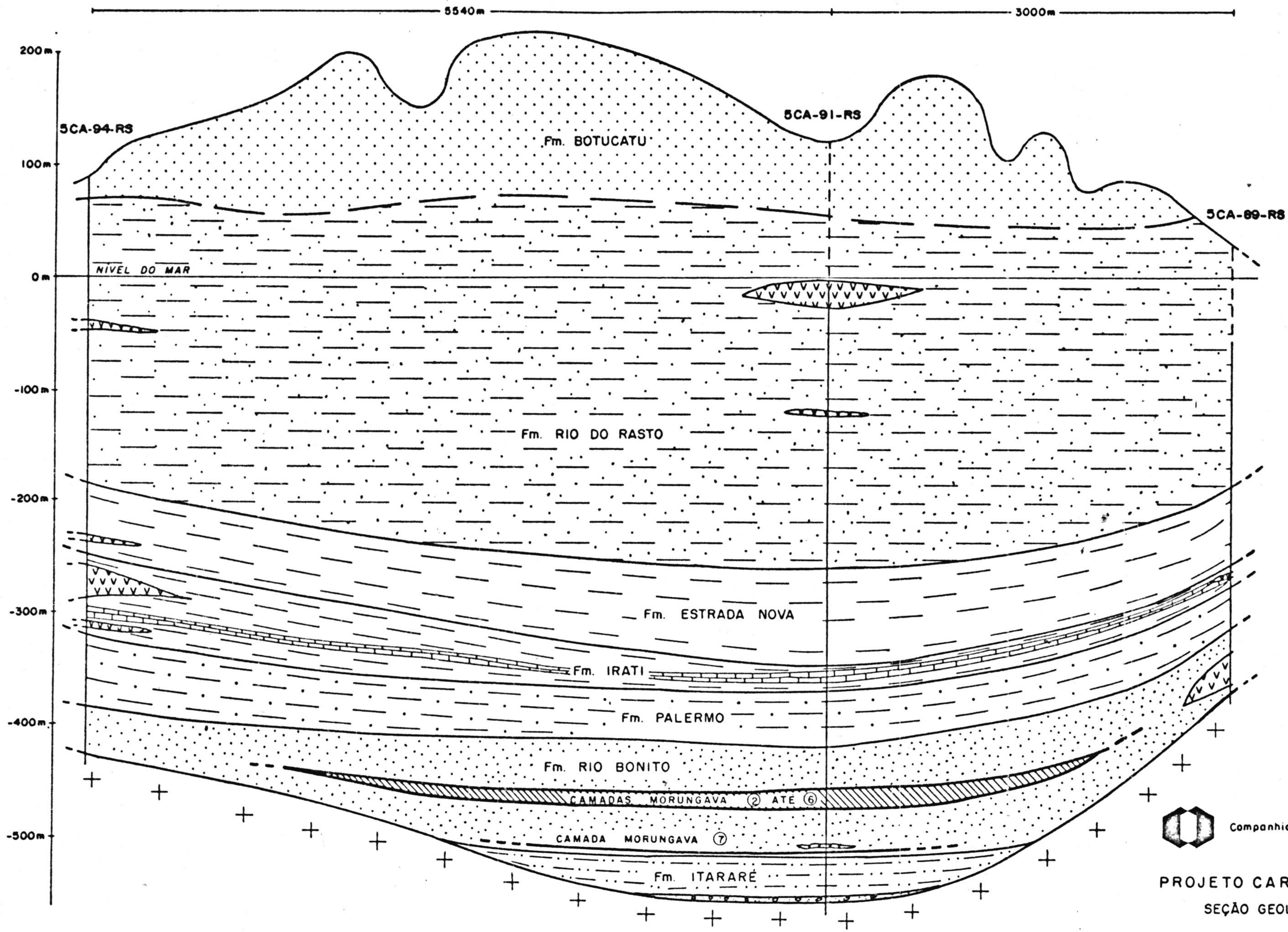


Fig.9r



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
CONVÊNIO DNPM-CPRM

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
SEÇÃO GEOLÓGICA - JAZIDA DE MORUNGAVA

EXAGERO VERT. : 8,33 vezes

Geólogo : José Alcides Fonseca Ferreira Reg.CREA 17.482
Desenhista : Jorge Heitor de Oliveira

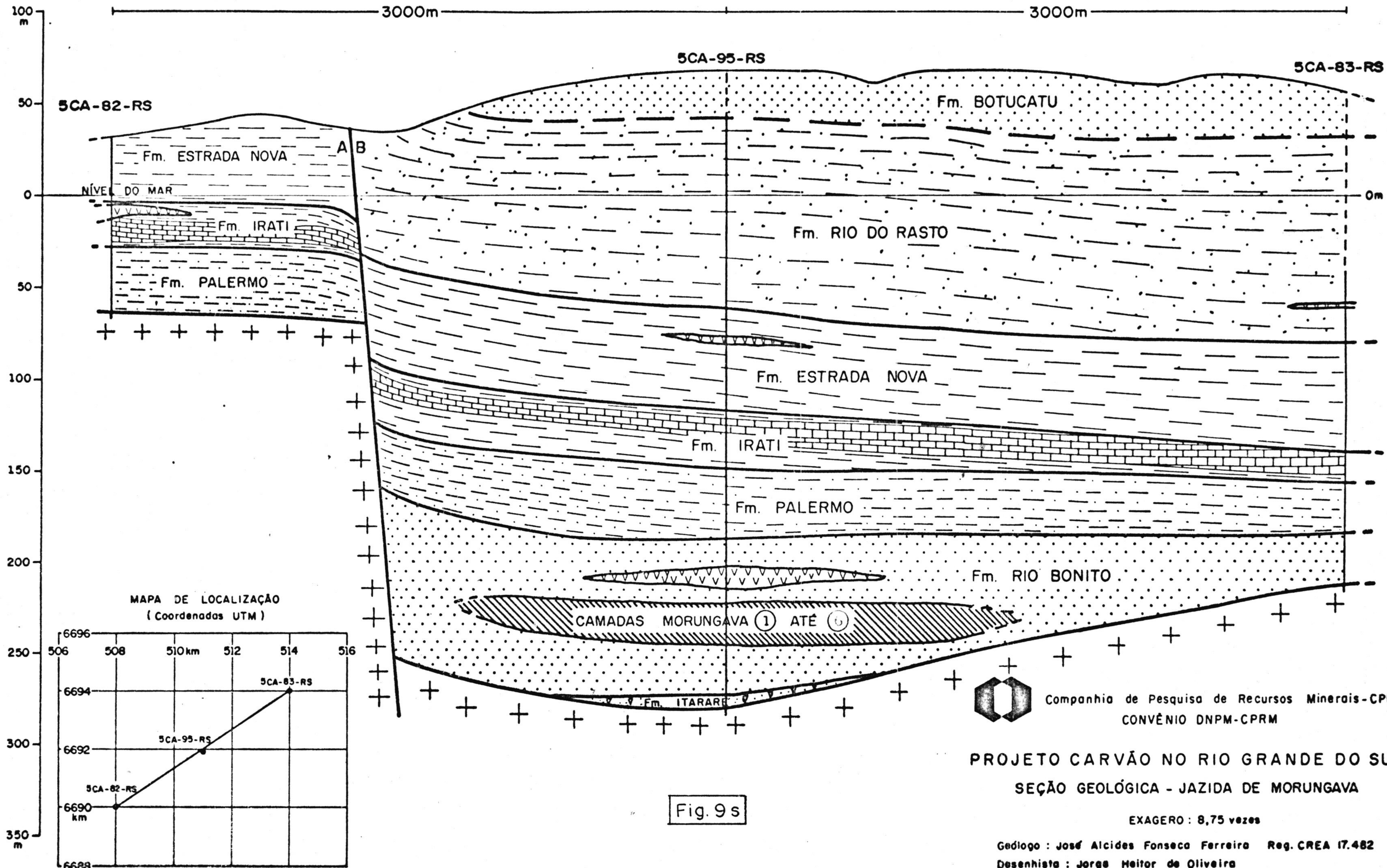


Fig. 9 s

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
 CONVÊNIO DNPM-CPRM
PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
SEÇÃO GEOLÓGICA - JAZIDA DE MORUNGAVA
 EXAGERO: 8,75 vezes
 Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira Reg. CREA 17.482
 Desenhista: Jorge Heitor de Oliveira

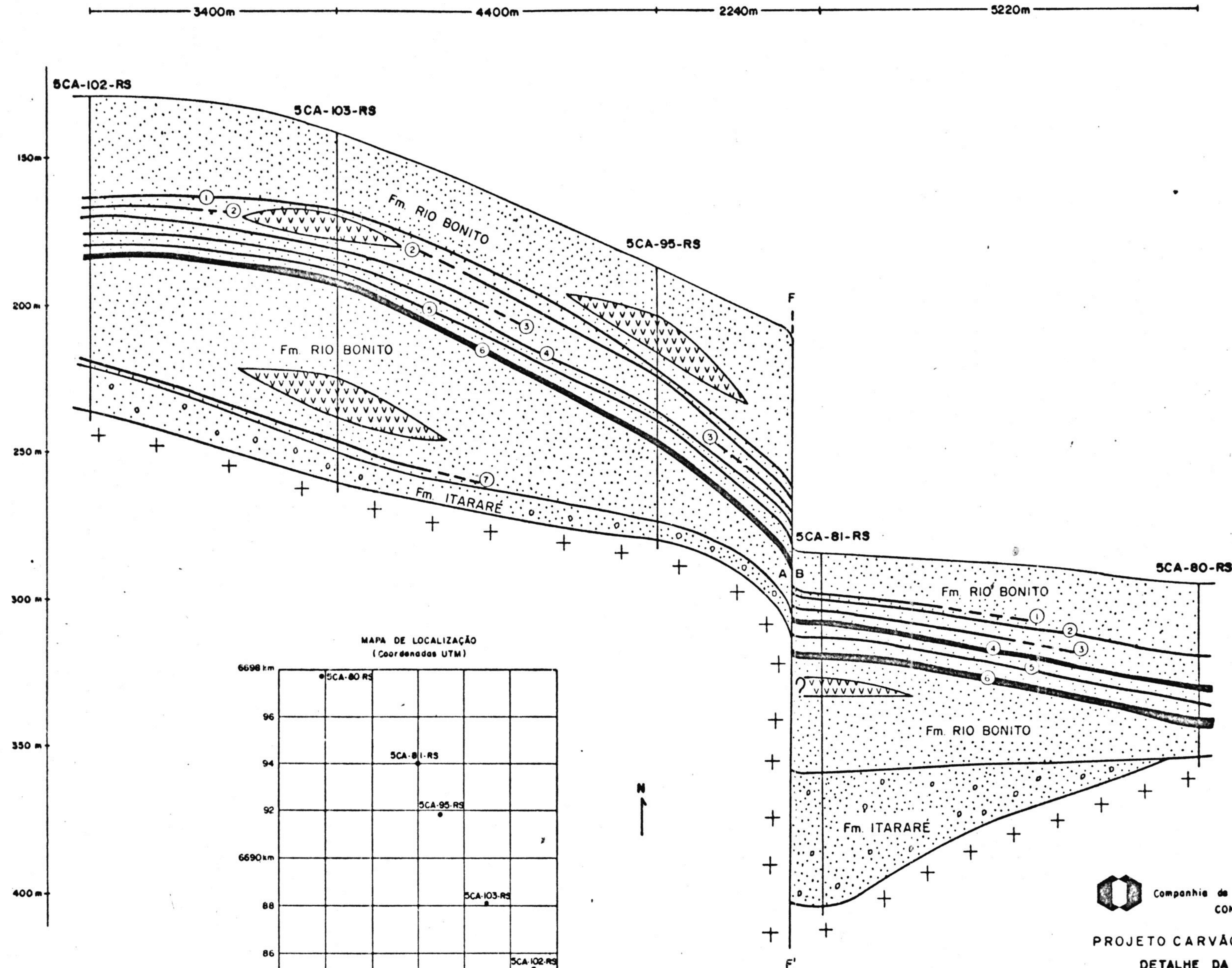



Fig. 9t

 Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
CONVÊNIO DNPM-CPRM

**PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
DETALHE DA FORMAÇÃO RIO BONITO**

EXAGERO VERT: 40 vezes

Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira Reg. CREA 17.482
Desenhista: Jorge Heiter de Oliveira

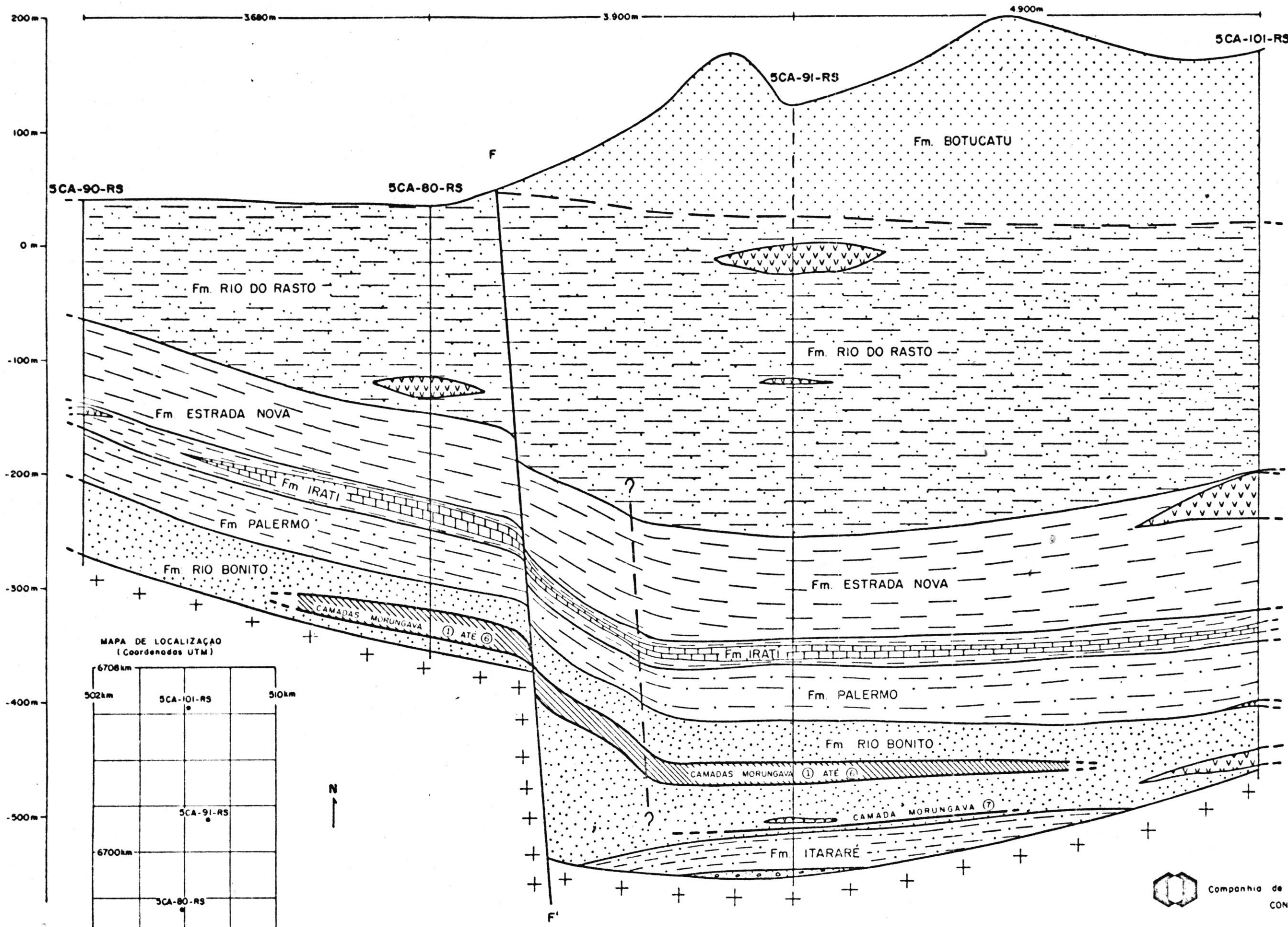


Fig. 9u

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
 CONVÊNIO DNPM-CPRM

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
 SEÇÃO GEOLÓGICA - JAZIDA DE MORUNGAVA

EXAGERO VERT.: 12 vezes
 Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira Reg CREA 17482
 Desenhista: Jorge Heitor de Oliveira

posto por Soares, P.C., *op.cit.*, com relação ao abrandamento dos esforços no sentido das camadas superiores, e diferentes respostas do embasamento rígido e do pacote sedimentar, com tendência à transição das falhas existentes no primeiro para flexuras, arqueamentos e fraturas ramificadas sem rejeito no segundo.

A composição petrográfica do embasamento mostra predominância de rochas gnáissicas ácidas, que numa interpretação regional provavelmente se revelariam como migmatitos. Muitas dessas rochas foram descritas como granitos de granulação grosseira, mas é mais provável que em sua maioria sejam migmatitos homogêneos. Em alguns furos, especialmente no 5CA-93-RS, a composição mostra abundância de minerais máficos, sendo possivelmente um hornblenda gnaisse. No furo 5CA-83-RS ocorre uma litologia *sui-generis* na sua porção basal. Na descrição mesoscópica chegou a ser confundida com rocha ultrabásica, pela cor verde e baixa dureza de sua matriz. Lâminas foram preparadas e descritas verificando-se que se tratava de argilo-minerais entre os quais possivelmente cloritas, mas somente identificáveis por raios X. Além disso haviam pequenos e esparsos oólitos de carbonatos e o que pareciam ser fenocristais eram fragmentos de rocha de composição quartzo-feldspática imersos na matriz mas com os grãos mostrando continuidade ótica entre si. Segundo opinião de petrógrafos que examinaram as lâminas e amostras de testemunhos é possível que trate-se de uma rocha muito alterada hidrotermalmente em zona de falha que se situaria nas proximidades, e o material encontrado no furo seria parcialmente transportado e parcialmente afetado *in situ*. (SILVA, L.C. e HARTMANN, L., informação verbal). No furo G₁ observou-se fenômeno assemelhado, embora aí haja predominância dos fenocristais sobre matriz, e a textura granítica esteja bem preservada, notando-se apenas que a matriz é composta

inteiramente por argilo - minerais esverdeados, muito semelhante àquela que constitui grande parte do volume do embasamento do furo 5CA-83-RS.

Ainda segundo o modelo de esforços e deformações tectônicas para a bacia do Paraná proposta por SOARES, P.C. (*op.cit.*), os corpos de diabásio estão mais freqüentemente associados a falhamentos oblíquos ou pequenas falhas transversais. Na jazida de Morungava as falhas longitudinais, com direção igual ou aproximada à das camadas, não são constatadas com os dados disponíveis. A jazida de Charqueadas e a fossa na porção norte da jazida do Iruí apresentam estas falhas com comportamento semelhante ao descrito pelo autor. Em Morungava sempre é possível supor que o alto de Porto Alegre tenha causado um certo adernamento nas direções gerais dos esforços e das camadas de E-W para NW-SE, e neste caso as grandes falhas condicionadoras do paleovale (fossa) onde se desenvolveu a jazida, de direção NW, seriam as falhas longitudinais. Admitida esta hipótese também estaria compatível a presença de intrusões de diabásio nos furos 5CA-89-RS e 5CA-93-RS, onde existem boas indicações de que se tratam de diques e não de *sills*. Nas proximidades destes furos é possível visualizar fortes lineamentos de direção NE, que se constituiriam nos chamados falhamentos transversais, que pela sua direção diferente da ortogonal em relação aos esforços dominantes tendem a ser mais abertas e permitir mais facilmente a injeção magmática. Outras intrusões de diabásio são muito difíceis de interpretar como diques ou *sills*, e conseqüentemente de relacioná-las a falhamentos. Um aspecto interessante das intrusões na área de Morungava é a presença abundante de olivinas na sua composição petrográfica. Alguns trabalhos já descreveram ocorrências aflorantes destes olivina-diabásios. Os testemunhos de sondagem destas rochas apresentam-se intensamente fraturados, alterados e desagregáveis, causando sérios problemas operacionais

para a perfuração. Sua granulação é usualmente média a grossa, e tem cor esverdeada característica. Algumas intrusões possuem a composição usual encontrada na bacia do Paraná, à base de plagioclásios e piroxênios, inalterados ou pouco alterados e com grau de fraturamento variável. Isto permite supor a existência de duas gerações intrusivas, de características diversas. Nos furos a nordeste da jazida Charqueadas já se nota maiores percentagens de minerais máficos na composição das intrusões.

Para os 11 furos positivos nos blocos sul e norte encontram-se os seguintes resultados quanto à distribuição das intrusões nas diversas formações:

Formação	Nº de intrusões	Espessura	% da Espessura Total
Rio do Rasto	3	49,28	17,6
Estrada Nova	5	28,20	10,1
Irati	3	95,80	34,2
Palermo	2	20,8	7,4
Rio Bonito	9	85,72	30,6
Itararé	-	-	-
Total	22	279,80	100

Furos 5CA-80-RS, 81, 84, 91, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105.

Os nove corpos intrusivos na Formação Rio Bonito ocorrem em cinco furos, entre estes 56,00 m em cinco corpos nos furos 5CA-93-RS e 5CA-103-RS.

9.5. Áreas de ocorrência econômico (blocos), isôpacas de carvão, rochas encaixantes, coberturas, reservas

9.5.1 - Características gerais

A exemplo das demais jazidas do Rio Grande do Sul descritas nos capítulos anteriores far-se-á uma divisão da área de Morungava em quatro blocos que podem e devem ser analisados separadamente quanto às suas características geológicas de interesse para um aproveitamento econômico, pela compartimentação natural que apresentam entre si.

Antes da descrição de cada bloco em separado é conveniente apresentar algumas características que são comuns a todos ou transicionais entre eles:

a) Geomorfologicamente pode-se dividir a área da Jazida de Morungava em três domínios. Ao sul, a planície aluvial do rio Gravataí, e a grande região plana e alagadiça onde este curso d'água tem as suas nascentes. É uma região coberta por sedimentos holocênicos com cotas de 10 a 30 m. Boa parte dos blocos Gravataí oeste e leste, e a extremidade do bloco sul, onde se situa o furo 5CA-102-RS, estão nesta área. Outro domínio seria a região de topografia suavemente ondulada onde afloram as formações gonduânicas, e dentre estas em mais de 90% da área a formação Rio do Rasto. Além disso numa grande porção existe cobertura pelos sedimentos quaternários do grupo Patos, areias e conglomerados principalmente. As cotas nesta região es-

tão na faixa de 20 a 100 m. A maior parte do bloco sul e a metade meridional do bloco norte estão situados neste domínio.

O terceiro domínio se desenvolve mais ou menos a partir da altura da vila de Morungava para o norte. É a chamada *cuesta*, onde começa a aflorar a Formação Botucatu e onde aparece capeamento basáltico nos pontos mais altos, ao longo de linhas de divisores de água. As cotas vão de 60 a 150 m nos fundos de vales encaixados e de paredes escarpadas até mais de 600 m nos topos. Dos furos positivos o 5CA-91-RS encontra-se dentro deste domínio.

b) Como já visto no item 9.3. a zona de interesse econômico é um pacote de rochas de granulometria fina com matéria orgânica, siltitos e folhelhos carbonosos, onde estão intercalados as camadas e leitos de carvão. Este fato permite dizer que serão encontradas condições de teto fragil em praticamente toda a jazida, e para todas as camadas. Técnicos alemães da Saaberg ao tomarem contato com os testemunhos de sondagem afirmaram que se aquelas condições fossem regulares para toda a área seriam as mais favoráveis para desmonte pelo método de *long-wall*. Afirmaram ainda que a sustentação do teto nas galerias principais e de desenvolvimento dificilmente poderia ser feita por parafusos de teto, dada a espessura dos folhelhos e siltitos acima das camadas de carvão, inexistindo pontos de firmeza para os parafusos. Em casos semelhantes são usados *arch shields*, arcos metálicos de proteção, ainda segundo os referidos técnicos.

Algumas exceções como a existência de intercalações de para e ortoconglomerados de grânulos serão referidas ao descrever-se cada bloco individualmente.

c) A infiltração de águas superficiais até a profundidade das camadas é um problema que não deverá ocorrer em escala apreciável. A zona onde se situam está bem protegida pela composição predominantemente siltico-argilosa das unidades gonduânicas acima delas e algumas camadas de argilas recentes na planície do rio Gravatá. Uma indicação da pequena infiltração superficial são os inúmeros açudes e zonas alagadiças que se observam no terreno, nos mapas, fotos aéreas e imagens de radar. Ainda mais, existe a proteção da parte superior do pacote carbonoso que deve funcionar como uma capa impermeável para a zona onde se situam as camadas de carvão.

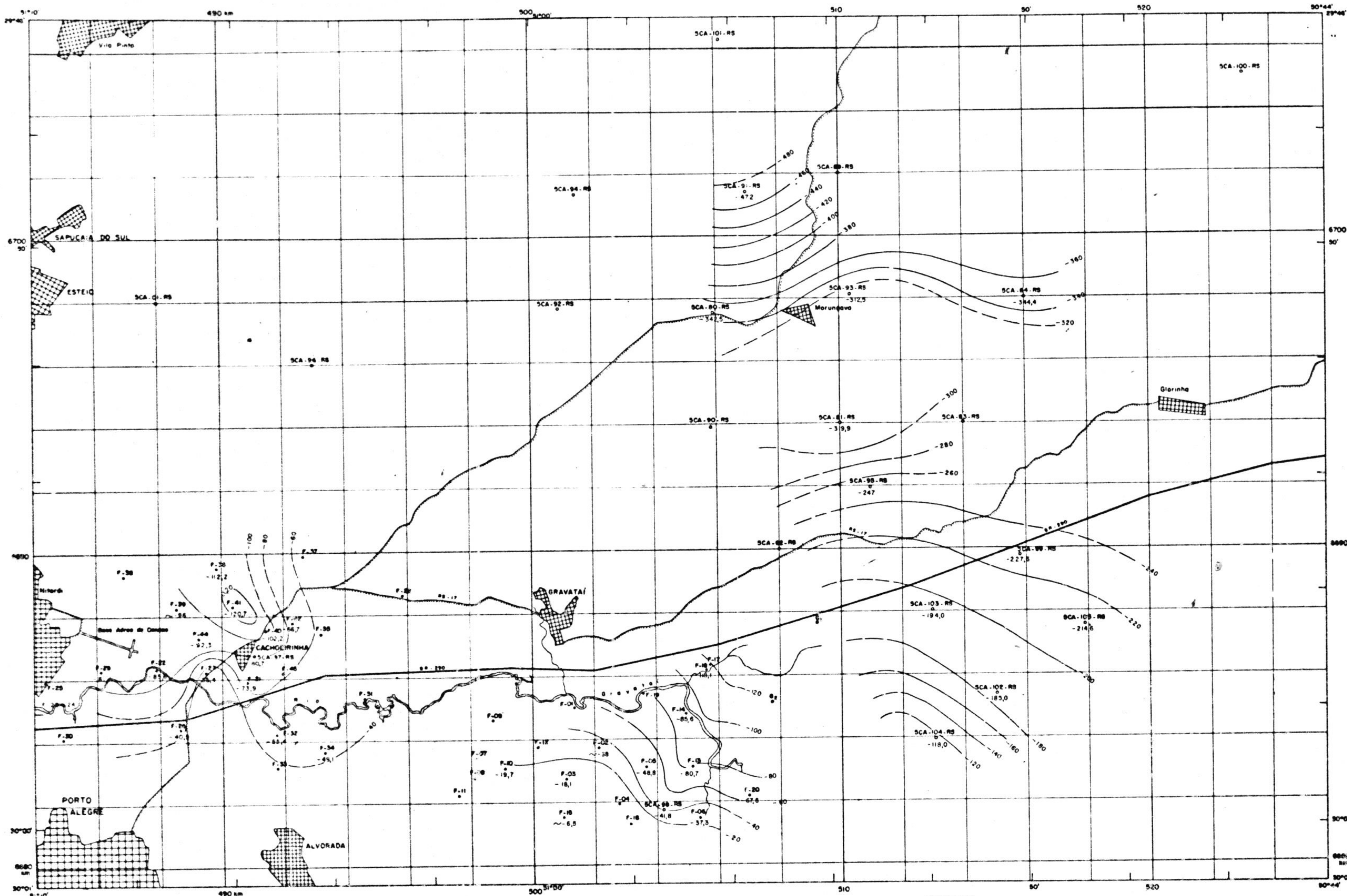
Somente muito abaixo da camada Morungava (6) se encontram rochas grosseiras com porosidade para serem aquíferos. Nos furos perfurados não foi encontrado nenhum aquífero com artesianismo forte, embora alguns com pequena pressão possam ter sido neutralizados e mascarados pelo fluido de perfuração, à base de bentonita. De qualquer modo os folhelhos e siltitos carbonosos da base do pacote devem servir como obstáculo à infiltração de águas sob pressão moderada de aquíferos situados abaixo. A única exceção seria a camada Morungava (7), com encaixantes próximas constituídas por arenitos grossos e conglomerados de grânulos. As pequenas espessuras e a descontinuidade lateral desta camada tornam inviável a possibilidade de seu aproveitamento econômico, independentemente do problema de infiltração de águas. O único local onde se poderia pensar em lavra desta camada, ainda que remotamente, seria na região do furo 5CA-91-RS, onde tem 0,58 m de carvão na camada e F.S.I. = 7,5, o mais alto valor registrado em toda a jazida. Neste caso os conglomerados acima e a baixo da mesma deveriam ser melhor examinados como possíveis aquíferos.

d) O comportamento espacial da camada Morungava (6), sendo os das demais praticamente os mes

mos, estão expressos na figura 9g , anexo 9g . Como se pode verificar os mergulhos são suaves, de 30' a 1° para N e algumas inflexões para NW e NE. Variações locais de mergulho e suas relações com falhamentos são comentadas para cada bloco e no item sobre condicionamento estrutural da jazida. O formato em planta, distribuição das espessuras e dimensões horizontais das camadas na jazida e em cada bloco, podem ser melhor visualizadas e entendidas pela observação dos mapas de isópacas e de cubagem nas figuras e anexos correspondentes. É interessante apenas ressaltar que segundo o eixo longitudinal, de direção NW, já é possível medir 20 km com espessura econômica contínua da camada ⑥, nos blocos norte e sul.

e) As reservas subdivididas nas categorias medida, indicada e inferida estão expressas por camada e por bloco nos quadros 9a , 9b e 9c. Também nestas tabelas encontram-se os resultados obtidos para limites inferiores de espessura de carvão variáveis em cada camada. Os pesos específicos tomados para o cálculo foram o resultado das médias aritméticas das determinações executadas no laboratório do Lavador de Capivari e ajustados para os teores de cinza esperados dos produtos de beneficiamento em cada camada, com alguns pequenos arredondamentos na segunda casa após a virgula.

As reservas geológicas *in situ* totais para a jazida de Morungava são de 657×10^6 t, das quais 89 % estão nos blocos sul e norte. Neste valor estão somadas as reservas com espessura de carvão acima de 0,60 m para as camadas ①, ②, e ④ e acima de 0,80 m para as camadas ⑤ e ⑥. Do total apenas 7%, ou seja 46×10^6 t, entram na categoria de reservas medidas.

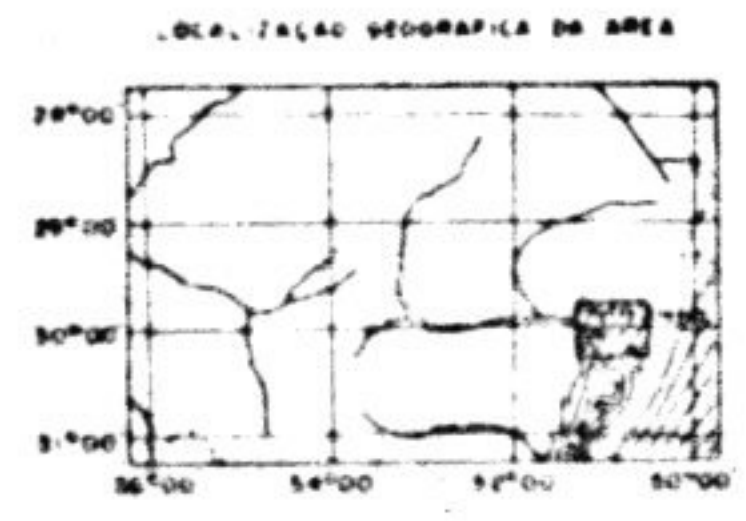


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- GAVRONSKI (DIMP, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traçada e Inferida)

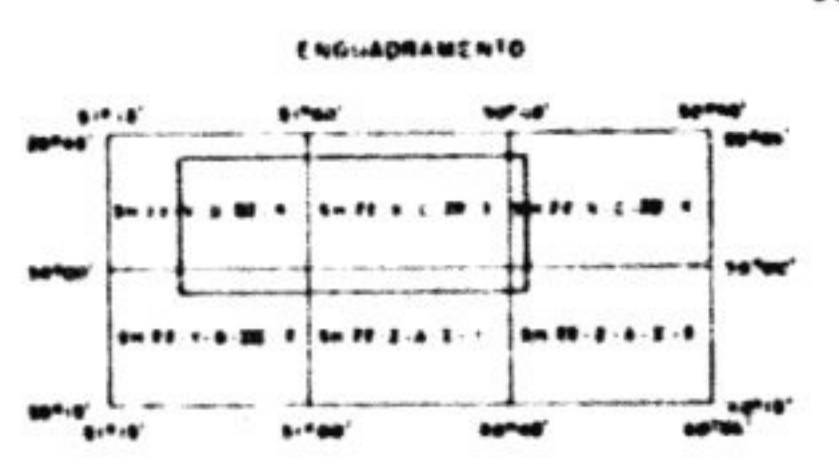
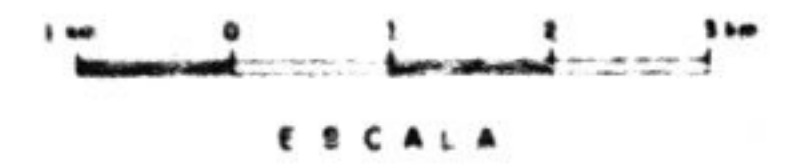
Fig. 9g

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS CARTAS DO SISEL. RESTITUIÇÃO EM 1963 PELA MÉTODE FOTOGRAMÉTRICO MULTIFLEX. CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA D.S.L. FOTOGRAFIA AEREA DE 1950 DO REGRADADO EM 1963.

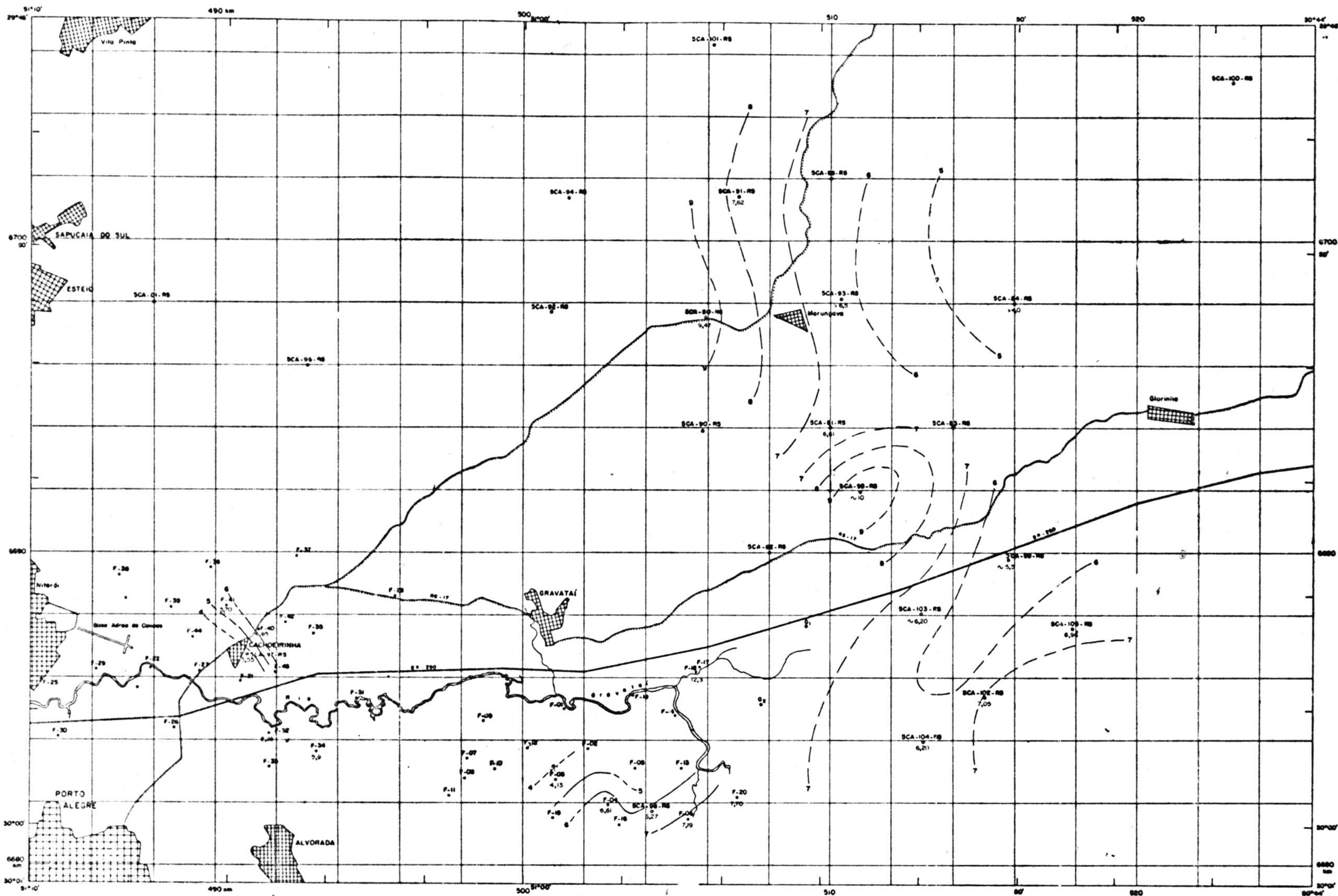


DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CORREÇÃO PERMANENTE DO LENTIM DA FOLHA. 87°00'.

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL DA LAPA DA CAMADA MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Ferreira - Rsg CREA 17482
Desenhista Jorge Hoffer de Oliveira

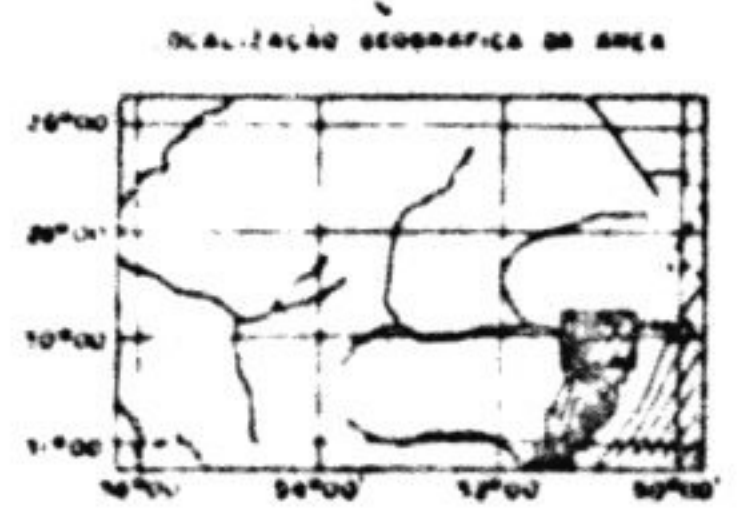


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RB
- SAVROSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISÓPACA DO INTERVALO DE ESTÉRIL (Tracejada - infensa)

Fig. 9h

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS CARTAS DA DGE
RELAÇÃO EM 1:50.000
FOTOGRAFIAÇÃO MULTIFLEX
CORREÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL
PLA DGE E FOTOGRAFIAS AÉREAS
DE 1953 REAJUSTADAS EM 1963



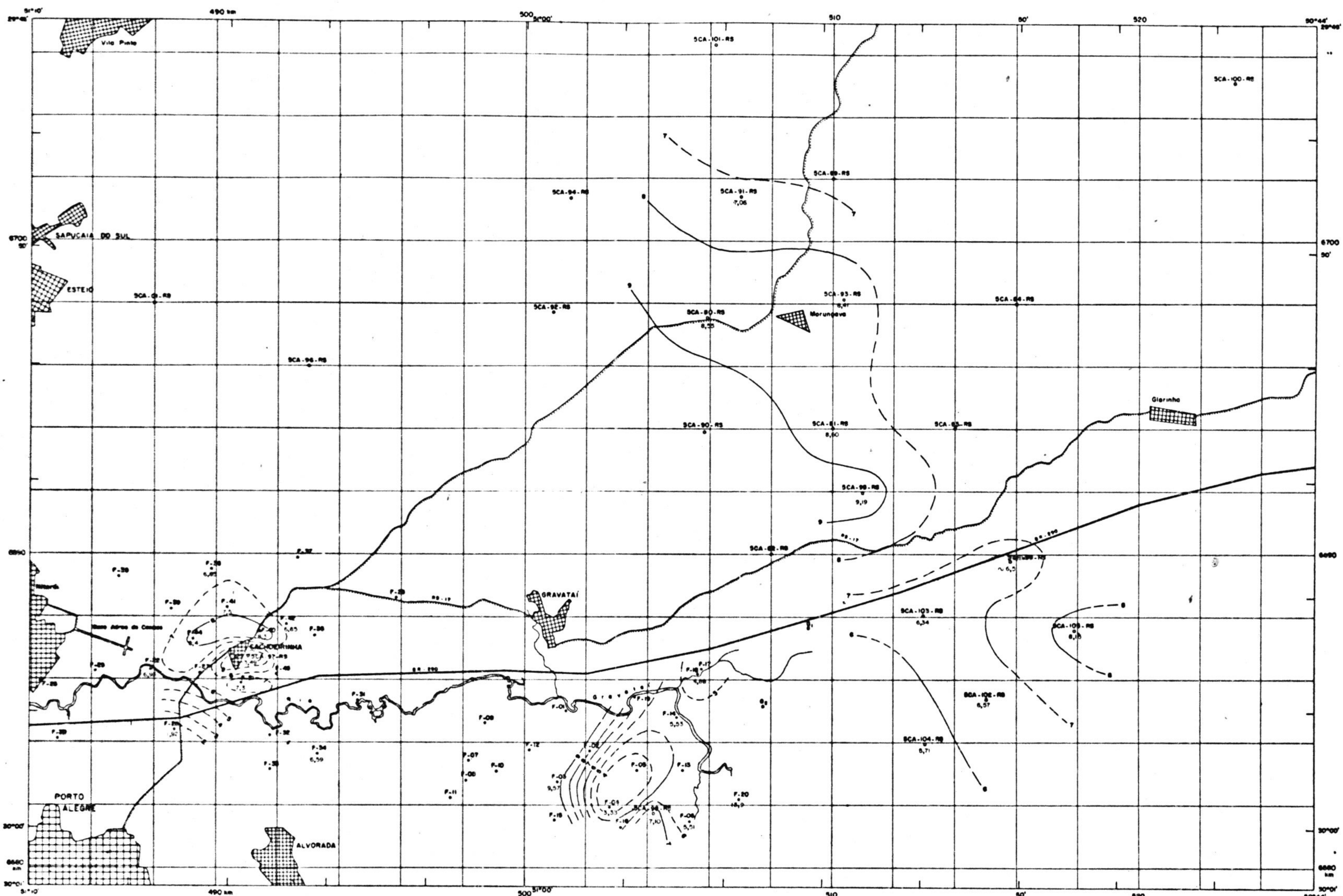
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
(LIMITE E CONVERSÃO
METROLOGIA DO CENTRO
DE FUSÃO)

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CORREÇÃO E ANOMALIAS

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE ISÓPACAS DO INTERVALO DE ESTÉRIL ENTRE AS CAMADAS
MORUNGAVA ② e ④ - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fenecca Ferraz - Reg. CREA 17482
Desenhista Jorge Meier de Oliveira



CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- SAVRONSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISÓPACA DO INTERVALO DE ESTÉRIL (Tracejada - inferior)

Fig. 9i

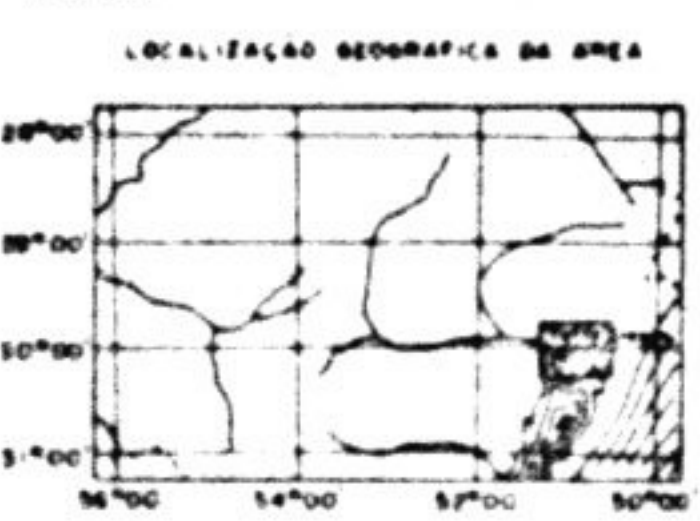
PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

MAPA DE ISÓPACA DO INTERVALO DE ESTÉRIL ENTRE AS CAMADAS MORUNGAVA (4) E (6) - JAZIDA DE MORUNGAVA

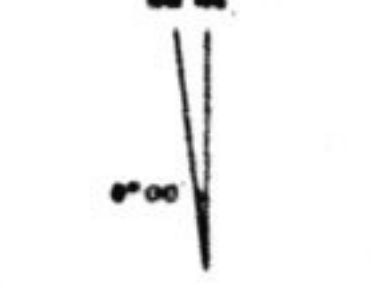


ESCALA

BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS CAPTIVAS DO S.S.C. RESTITUÍDAS EM 1943 PELO MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO MULTIFLEX (CONTORNO HORIZONTAL E VERTICAL PELO S.S.C. FOTOGRAFIAS AÉRIAS DE 1940 REAJUSTADAS EM 1955)



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1955) E CORREÇÃO MERIDIANA DO CENTRO DE MORUNGAVA

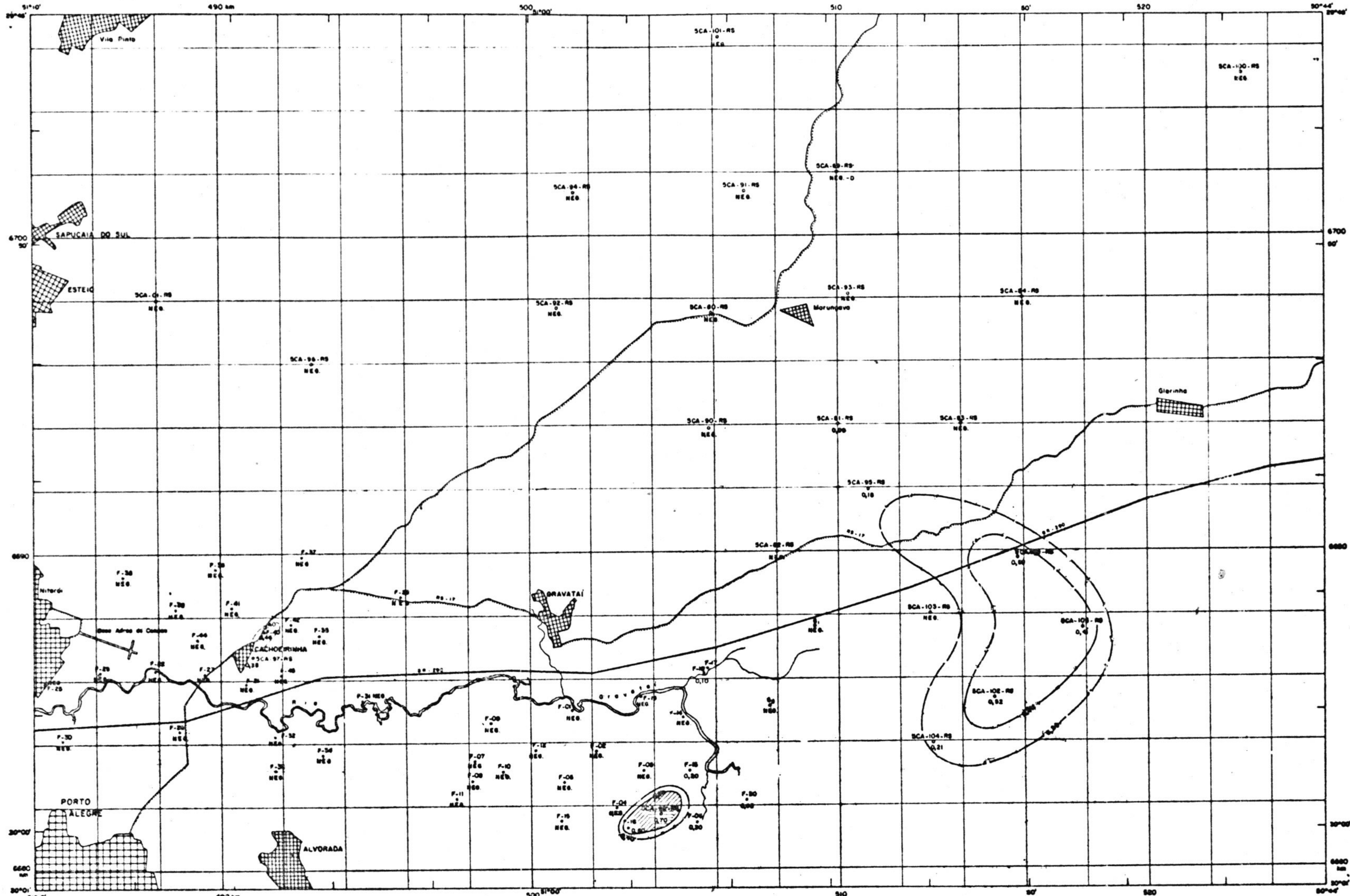


A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CEEBE 0' ANUALMENTE



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Gedão José Alcides Fonseca Ferraz - Reg. CREA 17.482
Desenhista Jorge Heitor de Oliveira

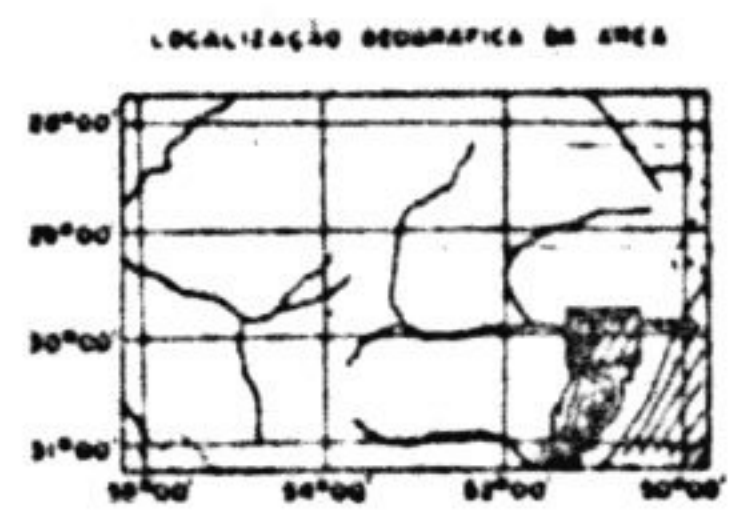


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- GAYRONSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISÓPACA (metros - inferiores)

Fig. 9j

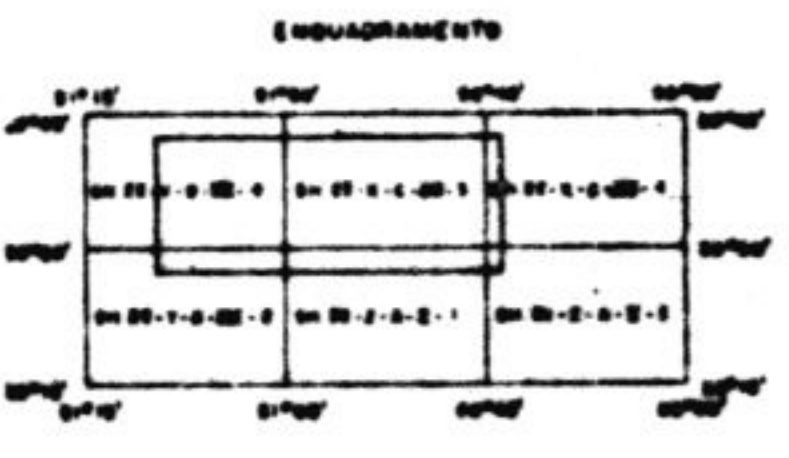
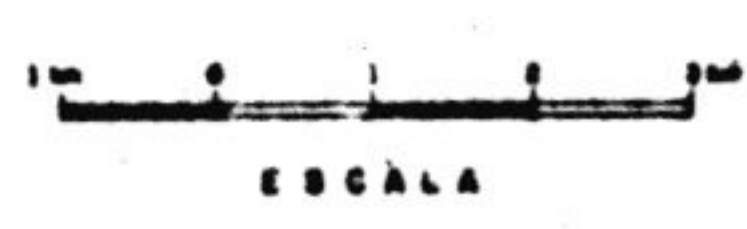
DADO PLANIMÉTRICO EXTRAÍDO DAS CARTAS DO SISE. RESTITUIDO EM 1965 PELA MÉTODA FOTOALIMÉTRICA (MULTIFLEX). CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL PELA SÉRIE FOTOALIMÉTRICA SÉRIAS DE 1955/59, REAJUSTADAS EM 1963.



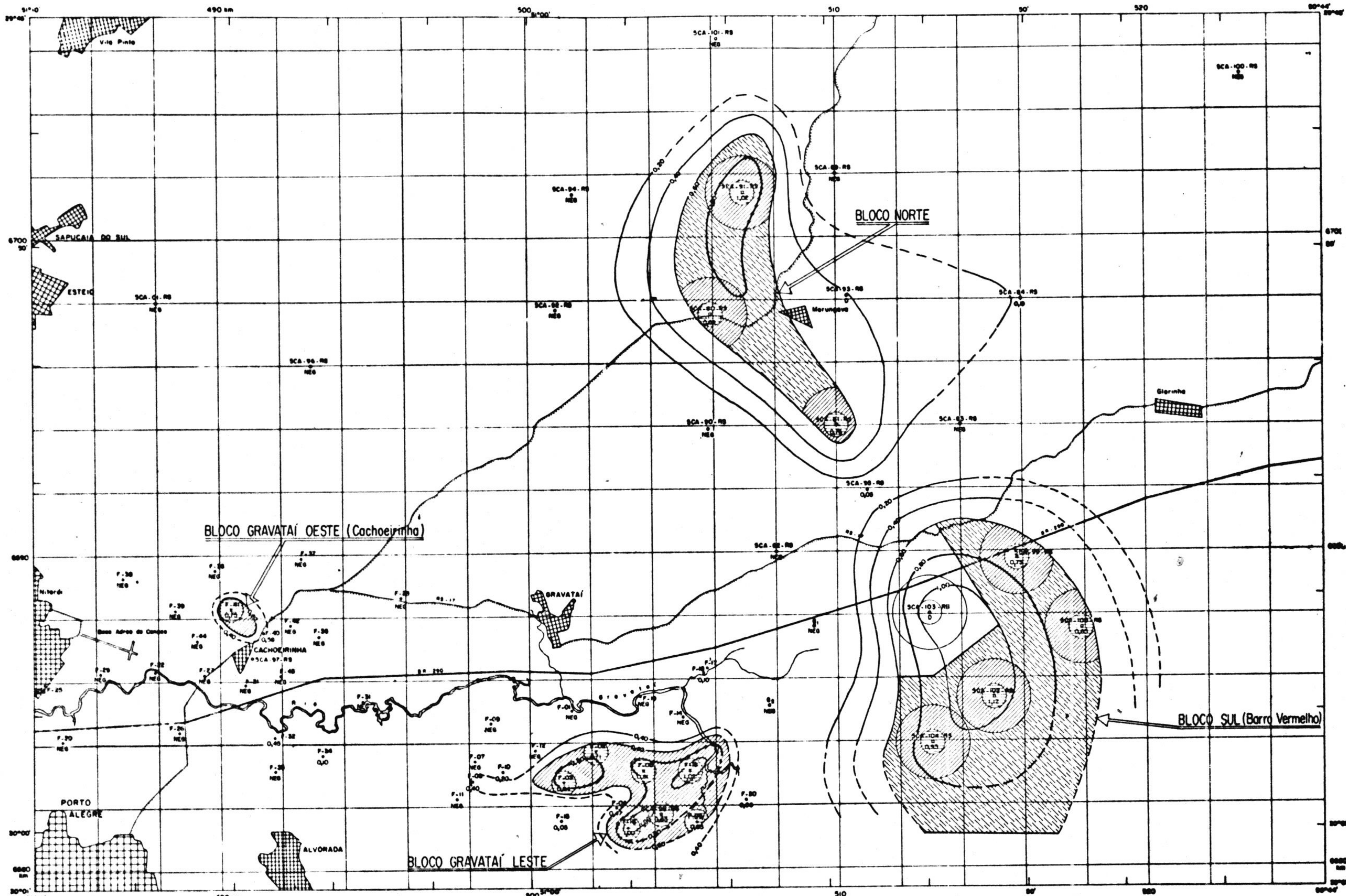
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1965: 13° 15' OESTE. CORREÇÃO MÉTRICA DO SISE EM 1965.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1977: 13° 00' OESTE.

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CUBAGEM DA CAMADA MORUNGAVA ① JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo: José Alcides Ponce de Arrascaeta - Reg. CREA 17482
Desenhista: Jorge Heitor da Oliveira



CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- SAVROSKI (DNPM, 1961)
- COPELM (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traspada - Infurada)

Fig. 9 k

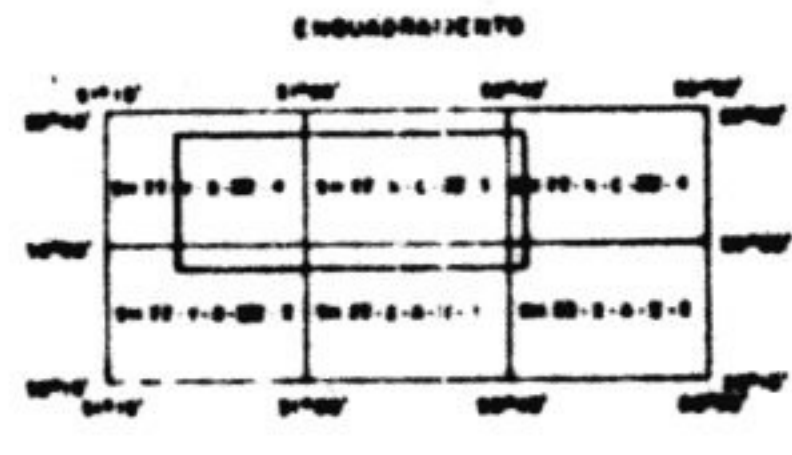
BASE PLANIMÉTRICA EXTRAÍDA DAS CARTAS DO SSB E RESTITUIDA EM 1963 PELA METODOLOGIA MULTIFOTOGRAFICA. CONTROLES HORIZONTAL E VERTICAL, NELA DAS FOTOGRAFIAS GERAIS DE 1950/55, REPRODUZIDAS EM 1963.



DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE MINERAL (1963) E CONDIÇÃO DE PROTEÇÃO DO LITÓTIPO

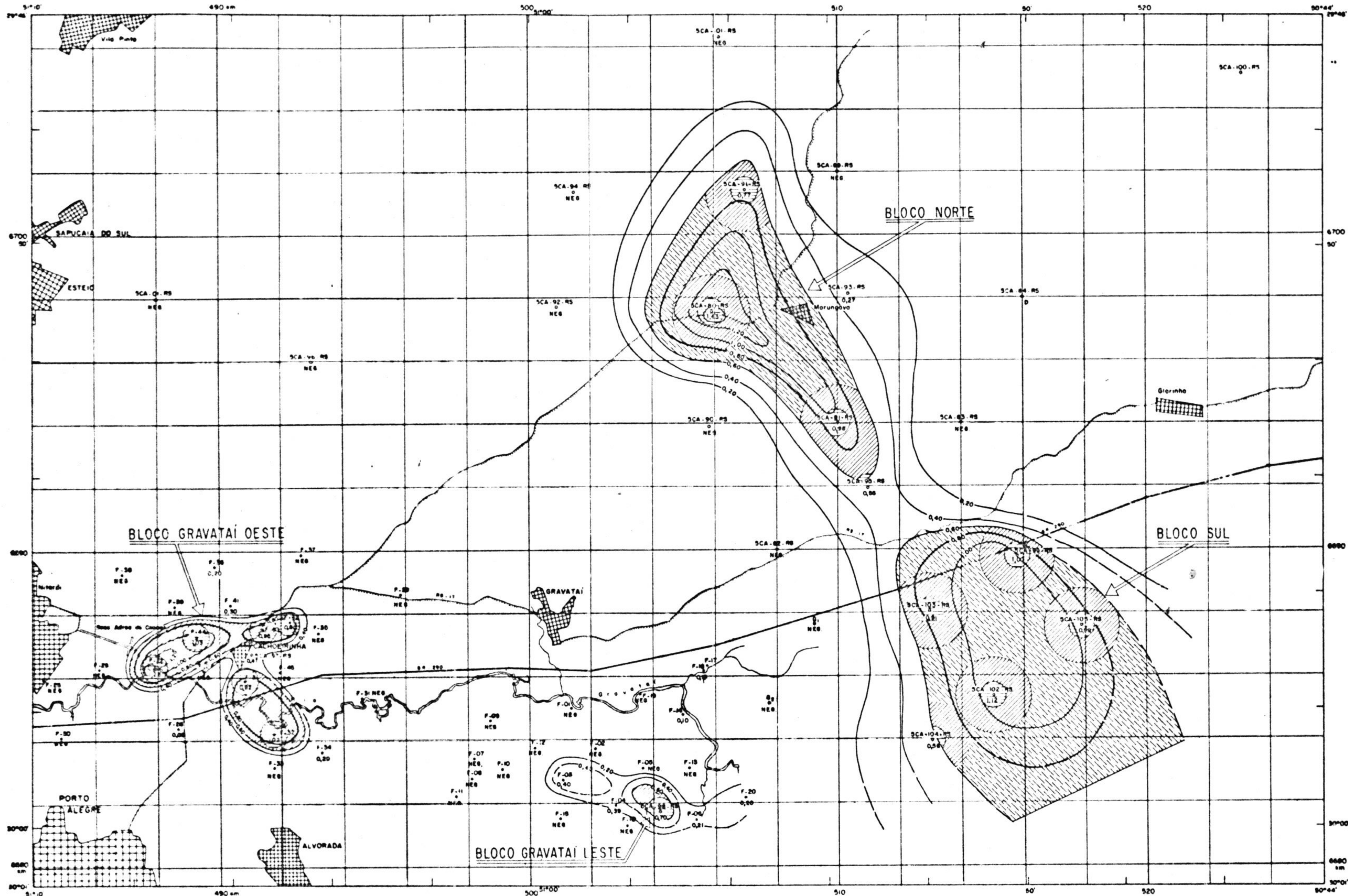
A DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE MINERAL É DE CARÁTER PROVISÓRIO

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CUBAGEM DA CAMADA MORUNGAVA ② - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Geólogo: José Alcides Passos Ferraz - Reg. CREA 17488
Geógrafo: Jorge Helder de Oliveira

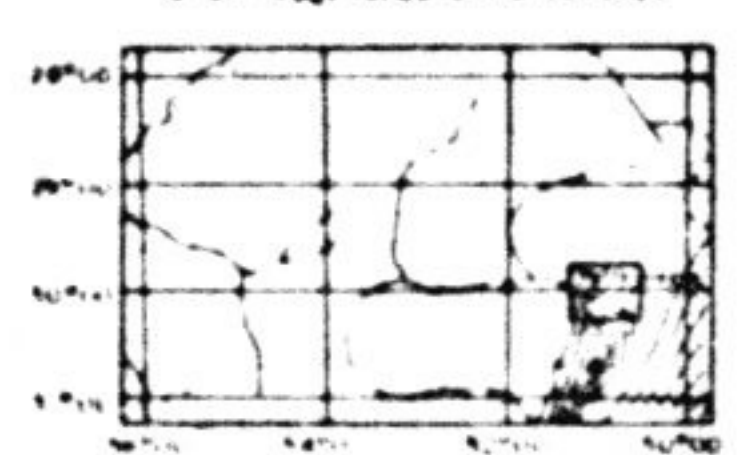


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- GAVRONSKI (DNPM, 1961)
- COPEMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (traçado inferior)
- DIABÁSIO NA POSIÇÃO DA CAMADA

Fig. 91

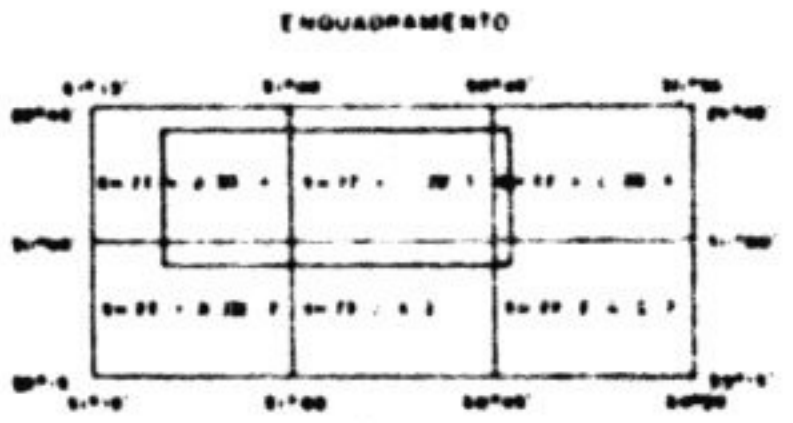
BASE PLANIMÉTRICA ESTABELECIDAS POR
LEI Nº 21.111 DE 1954
MÉTODOS DE MEDIÇÃO POR
FOTOGRAFIA (MULTIFRASE)
CONTROLES HORIZONTAL E VERTICAL
PELA DRETE FOTOGRAFIA AEREA
DE 1955 SO REAJUSTADAS EM 1963



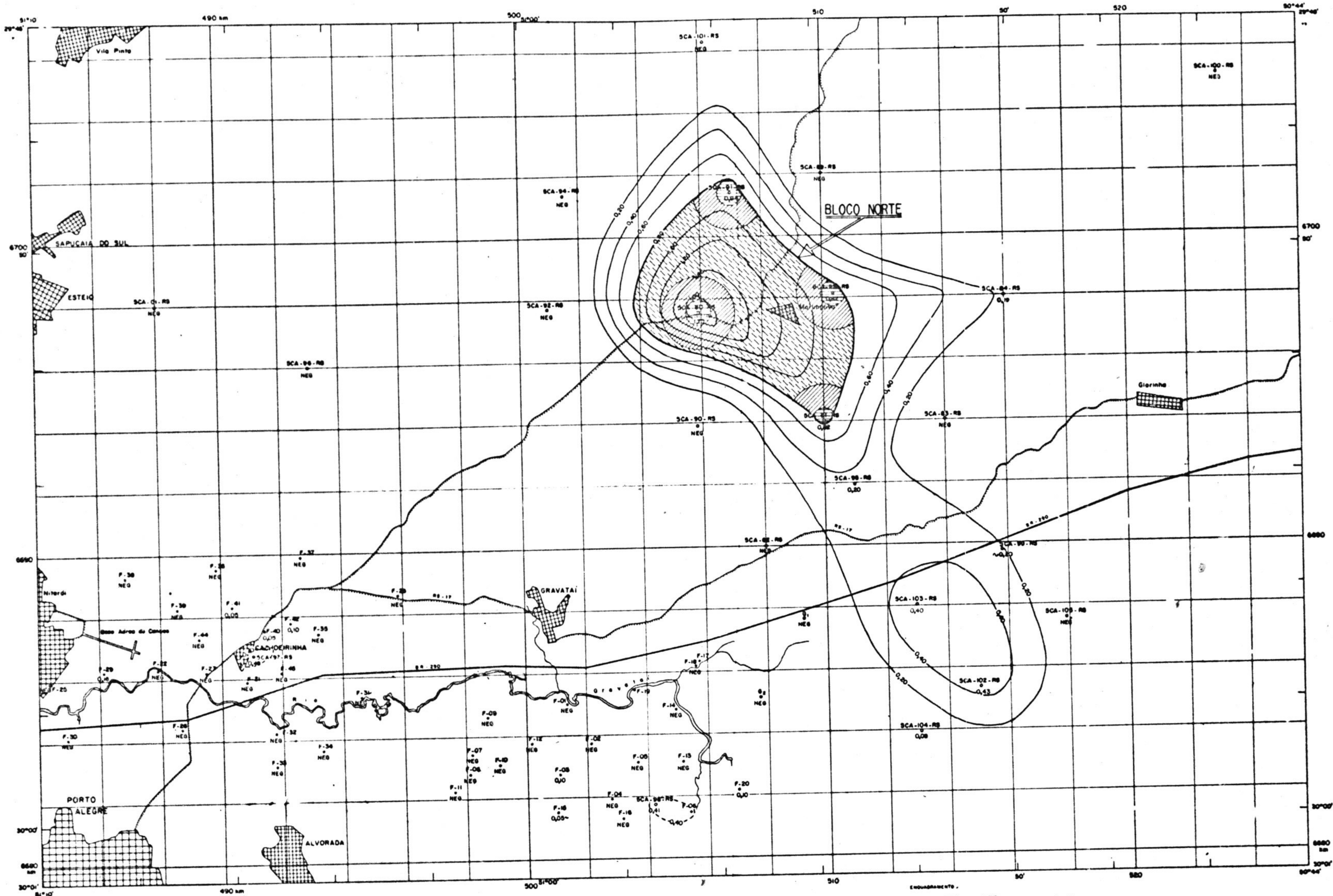
DELL. NAÇÃO BRASILEIRA
INSTITUTO GEOGRÁFICO
E COORDENADORIA
GEOGRÁFICA DO EXERCÍTO
DE FORÇA

A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
FOI CORREGIDA PARA
ALMAGRE

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CUBAGEM DA CAMADA MORUNGAVA (4) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Ferraro - Reg. CREA 17482
Desenhista Jorge Meitor de Oliveira

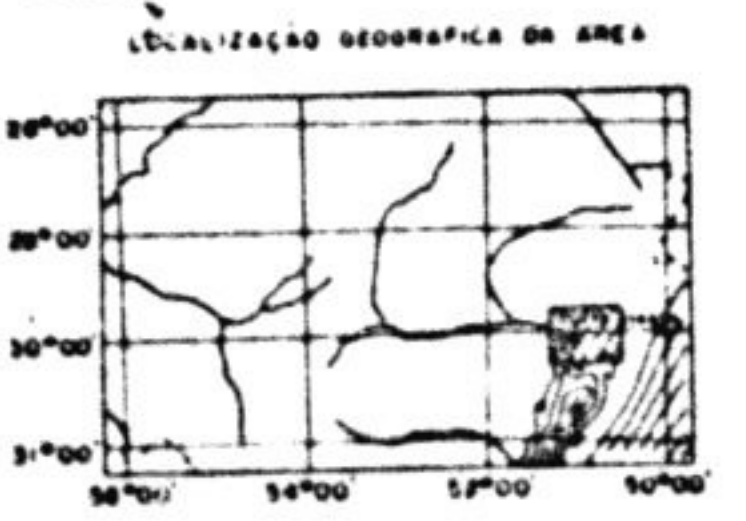


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA: PROJETO CARVÃO RS
- SAVROSKI (DNPM, 1961)
- LOPELM (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traço, sede e inferno)

Fig. 9 m

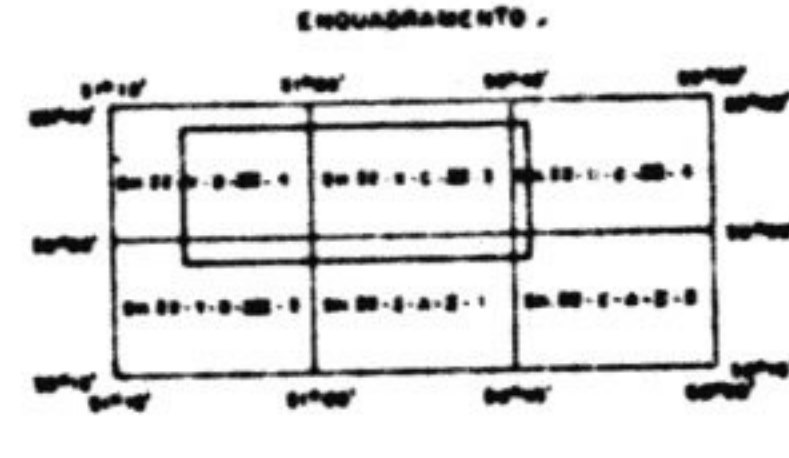
BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS LANTAS DA DRE RESTITUÍDO EM 1963 PELO MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO (MULTIFRASE). CONTROLE HORIZONTAL E VERTICAL NELA DRE. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1950/55, REAMBULADAS EM 1963.



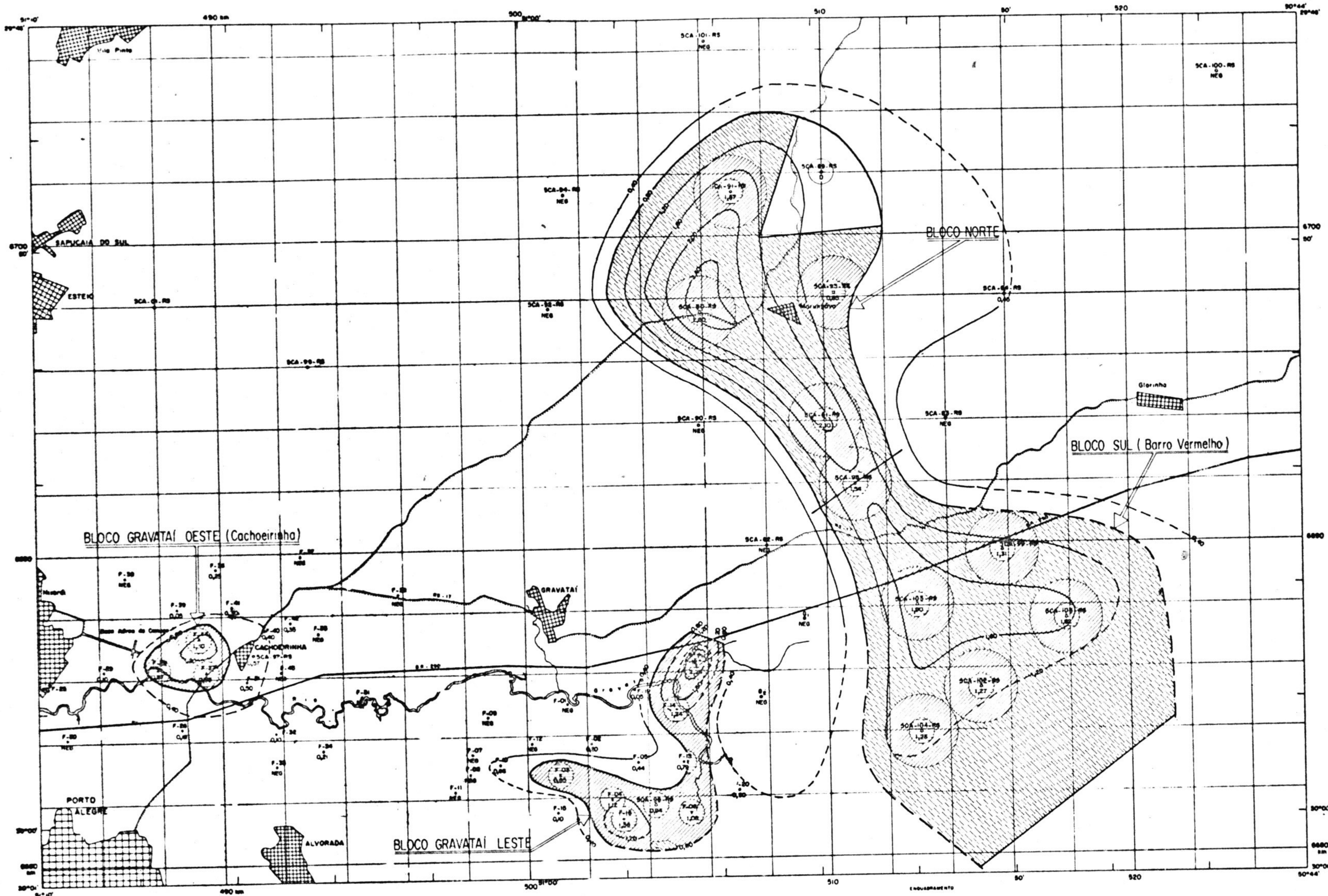
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CORREÇÃO GEOMÁTICA DO LANTAS DA DRE



PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CUBAGEM DA CAMADA MORUNGAVA (5) JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo: José Alcides Fonseca Ferreira - Reg. CREA 17482
Desenhista: Jorge Meier de Oliveira

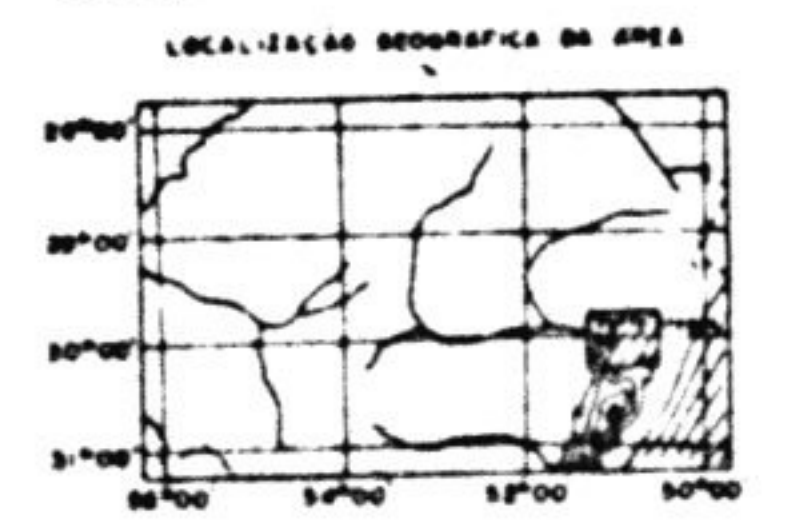


CONVENÇÕES

- CIDADE, MUNICÍPIO, VILA
- ESTRADA DE FERRO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (ESTADUAL)
- RIO
- ESTRADA DE RODAGEM PAVIMENTADA (FEDERAL)
- FUROS DE SONDA
- PROJETO CARVÃO RS
- GAVRONSKI (DNPM, 1961)
- COPELMI (1977)
- CURVAS DE ISOPACA (Traçada - Inferida)

Fig. 9n

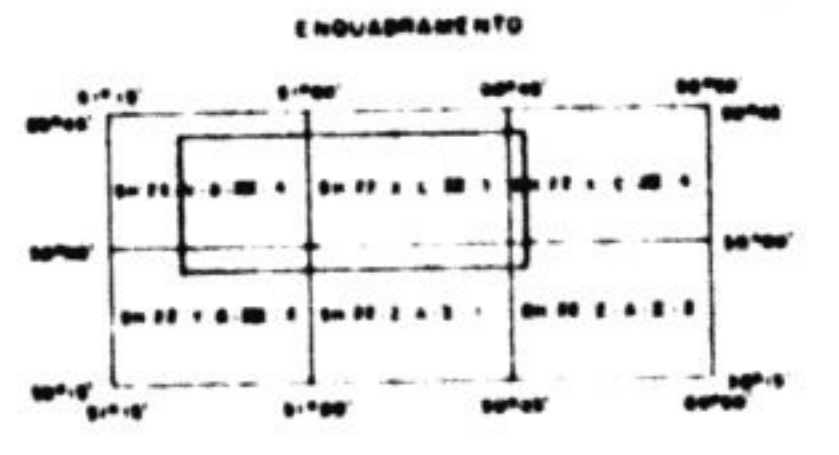
BASE PLANIMÉTRICA EXTRAIDA DAS CARTAS DO SISET RESTITUÍDA EM 1963 PELA MÉTODE FOTOGRAFOMÉTRICO (MULTIFLEX) CONTROLADO HORIZONTAL E VERTICAL PELA USUA. FOTOGRAFIAS AÉREAS DE 1950 DE RECONSTRUÇÃO EM 1963



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CONVERSÃO PARA O CENTRO DO MUNDO

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA (1963) E CONVERSÃO PARA O CENTRO DO MUNDO

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
MAPA DE CUBAGEM DA CAMADA MORUNGAVA (4) - JAZIDA DE MORUNGAVA



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Geólogo José Alcides Fonseca Ferrares - Reg. CREA 17492
Desenhista Jorge Heitor de Oliveira

RESERVA GEOLÓGICA *IN SITU* DE CARVÃO DA CAMADA MORUNGAVA ① PESO ESPECÍFICO : 1,60

QUADRO 9a

LIMITE INFERIOR DA ESPESSURA DE CARVÃO NA CAMADA	BLOCO	ÁREA TOTAL km ²	RESERVA (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
0,60 M	GRAVATAÍ E	1,24	0,85	0,54	-	1,39
	TOTAL	1,24	0,85	0,54	-	1,39

RESERVA GEOLÓGICA *IN SITU* DE CARVÃO DA CAMADA MORUNGAVA ② PESO ESPECÍFICO : 1,55

LIMITE INFERIOR DA ESPESSURA DE CARVÃO NA CAMADA	BLOCO	ÁREA TOTAL km ²	RESERVA (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
0,60 M	NORTE (MORUNGAVA)	24,08	1,93	9,01	16,78	27,72
	SUL (BARRO VERMELHO)	47,90	2,74	17,22	40,28	60,24
	GRAVATAÍ E	12,68	4,49	11,11	-	15,60
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	1,12	0,56	0,65	-	1,21
	TOTAL	85,78	9,72	37,99	57,06	104,77
0,80 M	NORTE (MORUNGAVA)	4,90	0,80	3,15	2,96	6,91
	SUL (BARRO VERMELHO)	21,45	1,62	10,98	18,94	31,54
	GRAVATAÍ E	5,94	3,40	4,88	-	8,28
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	-	-	-	-	-
	TOTAL	32,29	5,82	19,01	21,90	46,73

RESERVA GEOLÓGICA *IN SITU* DE CARVÃO NA CAMADA MORUNGAVA (4) PESO ESPECÍFICO : 1,60

QUADRO 9b

LIMITE INFERIOR DA ESPESSURA DE CARVÃO NA CAMADA	BLOCO	ÁREA TOTAL km ²	RESERVA (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
0,60 M	NORTE (MORUNGAVA)	33,16	2,59	16,78	27,93	47,30
	SUL (BARRO VERMELHO)	56,53	3,37	23,09	53,27	79,73
	GRAVATAÍ E	0,80	0,40	0,50	-	0,90
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	10,51	4,51	10,07	-	14,58
	TOTAL	101,00	10,87	50,44	81,20	142,51
0,80 M	NORTE (MORUNGAVA)	19,13	1,94	11,24	18,41	31,59
	SUL (BARRO VERMELHO)	33,40	3,18	17,95	32,70	53,83
	GRAVATAÍ E	-	-	-	-	-
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	6,86	3,96	6,53	-	10,49
	TOTAL	59,39	9,08	35,72	51,11	95,91
1,00 M	NORTE (MORUNGAVA)	9,58	1,18	7,42	9,24	17,84
	SUL (BARRO VERMELHO)	17,92	1,44	11,30	18,80	31,54
	GRAVATAÍ E	-	-	-	-	-
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	1,58	1,32	1,56	-	2,88
	TOTAL	29,08	3,94	20,28	28,04	52,26

RESERVA GEOLÓGICA *IN SITU* DE CARVÃO DA CAMADA MORUNGAVA ⑤ PESO ESPECÍFICO : 1,65

QUADRO 9c

LIMITE INFERIOR DA ESPESSURA DE CARVÃO NA CAMADA	BLOCO	ÁREA TOTAL km ²	RESERVA (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
0,80 M	NORTE (MORUNGAVA)	32,94	3,27	16,48	40,38	60,13
	TOTAL	32,94	3,27	16,48	40,38	60,13

RESERVA GEOLÓGICA *IN SITU* DE CARVÃO DA CAMADA MORUNGAVA ⑥ PESO ESPECÍFICO : 1,60

LIMITE INFERIOR DA ESPESSURA DE CARVÃO NA CAMADA	BLOCO	ÁREA TOTAL km ²	RESERVA (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
0,80 M	NORTE (MORUNGAVA)	62,88	6,68	44,27	101,32	152,27
	SUL (BARRO VERMELHO)	98,57	4,61	32,50	120,61	157,72
	GRAVATAÍ E	16,92	7,46	23,72	-	31,18
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	4,46	2,59	5,02	-	7,61
	TOTAL	182,83	21,34	105,51	221,93	348,78

1,20 M	NORTE (MORUNGAVA)	42,15	5,85	38,57	74,68	119,10
	SUL (BARRO VERMELHO)	42,42	4,55	27,41	35,92	67,88
	GRAVATAÍ E	4,56	3,62	7,78	-	11,40
	GRAVATAÍ W (CACHOEIRINHA)	0,74	0,72	0,94	-	1,66
	TOTAL	89,87	14,74	74,70	110,60	200,04

9.5.2 - Bloco Gravataí oeste (Cachoeirinha)

Dentre todos os da jazida de Morungava este bloco é o que se encontra melhor delimitado e mais isolado dos demais. Em todas as direções, para todas as camadas, encontra-se furos totalmente negativos ou com espessuras sub-econômicas, a maioria com altos do embasamento bem caracterizados.

Diferentemente também dos demais a camada Morungava (4) é a que apresenta maior distribuição horizontal com espessura econômica (ver figura 9c), perfazendo $10,51 \text{ km}^2$ se tomarmos 0,60 m de carvão na camada como limite mínimo econômico. A camada Morungava (6) (figura 9e) vem a seguir e por último numa área muito restrita a camada Morungava (2) (figura 9b). As reservas totais para este bloco são de $23,40 \times 10^6 \text{ t}$, para as três camadas, e não há praticamente nenhuma probabilidade de aumentá-la por extensão da jazida. As coberturas variam de 40 a 110 m. Entre a lapa da camada (4) e a capa da camada (6) encontram-se intervalos de estéril de 3 a 9 m, bastante variáveis para a distância entre os furos (figura 9i). A maioria das medidas está entre 6 a 8 m. Grande parte da área desta jazida está situada sob a sede do município de Cachoeirinha, densamente povoada e com algumas indústrias de médio porte instaladas. Este fato, mais as reservas diminutas, fracas propriedades coqueificantes do carvão, pequena profundidade das camadas podendo causar problemas às estruturas civis em superfície quando de sua lavra, e a existência de jazidas prioritárias em outros blocos, permitem afirmar que apresenta reduzida importância econômica.

Este foi o motivo pelo qual foi incluído como um bloco da jazida de Morungava, ao invés de considerá-lo como

outra jazida. Pelo seu isolamento e algumas características diversas na distribuição e comportamento das camadas isto seria admissível, mas não seria útil.

9.5.3 - Bloco Gravataí leste

Ao menos como leitões de carvão marcando a posição estratigráfica todas as camadas Morungava estão presentes neste bloco. Contudo apenas as camadas ⑥, ②, ① e ④, na ordem decrescente, possuem espessuras de carvão suficientes para que sejam computadas como reservas. A camada ⑥ tem $16,92 \text{ km}^2$ de área com espessura maior que 0,60 m, e como não se superpõe exatamente com a área da camada ②, pode-se dizer que a área de jazida neste bloco está acima de 20 km^2 .

Assim como no bloco Gravataí W a avaliação desta jazida foi feita basicamente através dos furos F de Gavronski (1961), em número de 20, mais o furo 5CA-98-RS e dois furos, G_1 e G_2 , com dados cedidos pela COPELMI. Nos furos F houve dificuldade em muitos casos de estabelecer separação entre carvão e estéril na camada ⑥, pelos diferentes critérios de descrição adotados por aqueles técnicos. Para contornar o problema multiplicou-se as espessuras de camada total por 0,67, que é a relação CC/CT média em toda a jazida, nesta camada, sempre que as dúvidas eram insolúveis.

A equidistância dos furos é 1 a 2 km, o que já permite um controle razoável dos limites do bloco. A oeste tem-se furos francamente negativos separando-o do bloco Gravataí W. A sul o limite natural é a linha de afloramento do embasamento cristalino. Ao norte tem-se o ilha de granitos e gnaisses aflorantes sob a cidade de Gravataí, e o furo

5CA-82-RS, francamente negativo. A leste os furos G_1 , G_2 , e F_{20} limitam bem este bloco, embora exista um intervalo desde o F_{20} até o contato com o embasamento ao sul onde poderia vir a ser verificada continuidade física das camadas entre este e o bloco sul, de qualquer modo numa faixa estreita e mais provavelmente com espessuras sub-econômicas. Pode-se esperar alguma extensão da jazida em furos que forem realizados nas vizinhanças do F_{18} , mas no máximo alguns poucos quilômetros.

A maior parte do bloco situa-se ao sul do rio Gravataí, no município de Viamão, numa depressão, do embasamento de maior dimensão E-W.

As coberturas variam de 20 a 130 m, mas a maior parte na faixa de 40 a 80 m. Em superfície tem-se uma zona plana, em grande parte coberta por aluviões do rio Gravataí, e sem nenhuma aglomeração urbana, mas com muitas habitações esparsas. A auto-estrada BR-290, passa ao norte, fora da área com carvão, a não ser na extremidade norte da área de ocorrência da camada (6).

O intervalo de estéril entre as camadas (2) e (6) está sempre acima dos 10 m, chegando aos 18 m em alguns casos, o que torna seguro, sob este aspecto, a possibilidade de lavra de ambas em níveis diferentes.

Com exceção do furo F_{17} , não ocorrem intrusões de diabásio nas proximidades das camadas de carvão que as possam ter afetado. Não há evidências de falhamentos com grandes rejeitos que possam interferir no desenvolvimento de uma lavra, mas provavelmente os haverá com pequenos rejeitos, e que somente poderão ser controlados com muito maior detalhamento.

As reservas geológicas totais *in situ* neste blo-

co são de 49×10^6 t, das quais 95% estão contidas nas camadas (2) e (6).

Pelas suas reservas, espessura e distribuição das camadas, coberturas, condições estruturais, situação geográfica, este bloco é muito mais promissor para a instalação de minas de pequeno e médio porte do que o Gravataí W. Contudo a ausência de propriedades coqueificantes, ao menos nas camadas do furo 5CA-98-RS, reduzem de muito o seu significado econômico em relação aos blocos norte e sul.

9.5.4 - Bloco sul

Este bloco desenvolve-se em grande parte no distrito de Barro Vermelho do município de Gravataí, a cerca de 8 km a E-SE da sede do mesmo. Todas as camadas estão presentes em pelo menos alguns dos furos positivos, mas assumem maior importância pela sua distribuição e espessuras as camadas Morungava (2), (4) e (6). A área com reservas econômicas até o momento possível de inferir perfaz $98,57 \text{ km}^2$, a maior dentre os quatro blocos. Seu perímetro limitante permanece em boa parte inferido, havendo fortes possibilidades de extensão a leste e especialmente a S-SE, segundo o eixo longitudinal da jazida. Cinco furos francamente positivos estão situados dentro deste bloco, com distâncias horizontais de 2,5 a 3,7 km. O furo 5CA-95-RS, no limite com o bloco norte, faz parte tanto de um como de outro.

A camada Morungava (6) está situada a profundidades que vão de 126 até 312 m, a máxima no furo 5CA-95-RS. Um poço de mineração locado na porção central do bloco poderia atingi-la entre 200 a 250 m. Os intervalos de estéril, intermediário entre as camadas (2) e (4) (figura 9h, anexo 9h), (4) e (6) (figura 9i, anexo 9i) indicam a possibilidade de

que possam ser lavradas as três camadas, e de que certamente será possível retirar as camadas (2) e (6), pois entre elas existirá sempre mais de 12 m separando-as verticalmente.

Intrusões de diabásio ocorrem próximas às camadas de carvão nos furos 5CA-95-RS, 5CA-102-RS e 5CA-103-RS. Dentre estas a mais problemática é a do furo 5CA-103-RS, dentro do pacote carbonoso, que eliminou da coluna a camada Morungava (2) e afetou fortemente as camadas (1), (3) e (4). A camada (6) não apresenta indicações de ter sido afetada. No furo 5CA-95-RS encontra-se uma intrusão a 5,50 m acima da camada (1), e no furo 5CA-102-RS a 35 m acima da mesma, esta última no contato das formações Rio Bonito e Palermo, mostrando alguns indícios de que se trata de um dique.

A densidade dos furos permite entendimento apenas genérico do comportamento estrutural das camadas, insuficiente para prever falhamentos que possam orientar projetos de lavra. O desnível mais acentuado é entre o furo 5CA-104-RS e os demais, mas não foi possível associá-lo a outras evidências que comprovassem falhamento (ver figura 9g, anexo 9g).

As reservas totais *in situ* para este bloco, utilizando como valores mínimos de espessura de carvão 0,60 m para as camadas (2) e (4), e 0,80 m para a camada (6) atingem 297×10^6 t. Se utilizarmos valores mínimos de 0,80 m para a camada (2), 1,00 m para a camada (4) e 1,20 m para a camada (6) as reservas se reduzem a 131×10^6 t.

Pelas suas reservas, coberturas não muito espessas, extensão em área e possibilidades de aumento desta extensão lateralmente, regularidade e *grade* das camadas, es-

pecialmente a camada (2) , este é o bloco de maior importância na jazida de Morungava. Por outro lado é inferior ao bloco norte pelas propriedades coqueificantes mais baixas dos carvões.

9.5.5. - Bloco norte

A localidade de Morungava, sede do distrito homônimo que faz parte do município de Gravataí está localizada sobre a área deste bloco, e a cerca de 2 km da mesma foi executado o furo 5CA-80-RS, onde foi constatado pela primeira vez a existência de carvão com boas propriedades coqueificantes no R.G. do Sul, e por este motivo emprestou seu nome às camadas e à jazida.

A área com reservas econômicas compreende 62,88 km², incluídas reservas medidas, indicadas e inferidas. As possibilidades de extensão lateral são pouco promissoras, com os furos 5CA-82-RS, 5CA-90-RS, 5CA-92-RS e 5CA-94-RS constituindo-se em limites negativos a SW-W. O furo 5CA-101-RS do mesmo modo, a norte. A SE encontra-se o furo 5CA-83-RS, também totalmente negativo. Todos estes furos indicam em maior ou menor grau, altos paleotopográficos do embasamento, ou proximidade dos mesmos. A E-NE o problema dos limites é um pouco menos claro. Contudo as evidências disponíveis não indicam que se deva ter grandes expectativas de um desenvolvimento do bloco neste sentido. Os furos 5CA-89-RS, 5CA-93-RS e 5CA-84-RS estão com as suas camadas total ou parcialmente afetadas ou destruídas por diabásio. Mesmo assim pode-se verificar que as que restaram apresentam espessuras muito reduzidas, indicando possivelmente afinamento progressivo no sentido leste, até desaparecerem. Mesmo que isto não se confirmasse e as espessuras voltassem a aumentar haveria um li

mite natural na linha dos furos 5CA-87-RS e 5CA-100-RS, que marcam posições de alto do embasamento, sem carvão e com espessuras reduzidas da formação Rio Bonito. Outra possibilidade de extensão seria a existência de estrangulamento semelhante ao que ocorre entre os blocos norte e sul nos espaços entre os furos 5CA-90-RS e 5CA-92-RS (6 km), ou entre os 5CA-94-RS e 5CA-101-RS (7 km), ou a leste do furo 5CA-101-RS, onde não há furos.

As camadas Morungava (2), (4) e (6) são ainda as mais importantes, acrescidas da (5) que neste bloco tem seu maior desenvolvimento. Três furos francamente positivos, 5CA-80-RS, 5CA-81-RS e 5CA-91-RS, são os que definem as características do bloco. Dentre os três anteriormente citados como possuindo diabásios no pacote carbonoso e espessuras de camada reduzidas, o 5CA-89-RS na realidade tem mais da metade do intervalo da formação Rio Bonito tomado pela intrusão, cuja base está a apenas 2,30 m do topo do embasamento. Neste pequeno intervalo aparece uma argila creme, endurecida, que poderia significar camadas de carvão cuja matéria orgânica foi totalmente "queimada" pelo calor da intrusão, restando apenas a matéria inorgânica (cinzas). Segundo informações verbais de Kelter, D., este fenômeno já foi constatado e comprovado em jazidas da África do Sul.

As distâncias entre os furos são de 3 a 5,5 km. O comportamento estrutural parece um pouco mais movimentado, o que o bloco sul, mas ainda aqui a insuficiência de dados não permite apreciações mais detalhadas. Há uma inclinação de 32 m/km na lapa da camada (6) do furo 5CA-80 até o 91-RS que corresponde a um ângulo de mergulho de $1^{\circ}50'$. A inclinação do embasamento neste mesmo trecho é de 49 m/km, correspondendo a um ângulo de $2^{\circ}49'$. Estes valores são mais altos que os regionais ($30'$ a 1°), mas em si não significam grande problema no caso da inclinação se desenvolver regu-

larmente entre um e outro ponto. Sua importância negativa estaria no fato de se dever a falhamento, dúvida que só será eliminada com furos intermediários.

As coberturas sobre a camada Morungava (6) vão desde 312 m no furo 5CA-95-RS até 592 m no furo 5CA-91-RS. Na porção central do bloco, furo 5CA-80-RS, é de 373 m.

Os mapas de intervalo de estéril entre as camadas (2) - (4) e (4) - (6), com valores de 6,5 a 9 m no primeiro caso e 7 a 9 m no segundo são em princípio compatíveis com a lavra em níveis superpostos destas três camadas. O problema se complica ao examinar-se a possibilidade de aproveitar também a camada (5), especialmente nos furos 5CA-80-RS e 5CA-91-RS, onde a mesma mostra bom desenvolvimento. Neste caso os intervalos de estéril entre ela e a camada (4), 3,70 m a 4,70 m, ou pior, para a camada (6), 2,40 a 3,70 m, tornarão mais dificilmente exequível a retirada das três em níveis diferentes. Uma opção seria a retirada em uma mesma seqüência operacional das camadas (5) e (6), quando então as aberturas teriam pé direito final de 6,10 a 7,47m. Para isso seriam indispensáveis técnicas de mineração ainda não empregadas no Brasil. Evidentemente serão necessários estudos mais detalhados e profundos, geológicos, geotécnicos, de engenharia de lavra e beneficiamento e um balanço técnico-econômico para a decisão final sobre a opção mais viável, inclusive outras que não as aqui apresentadas, na vertical ou na horizontal.

Além dos diabásios já mencionados na porção leste do bloco, ocorrem outras duas intrusões na formação Rio Bonito. No furo 5CA-81-RS aparece uma situada 7 m abaixo da camada (6), com 6,1 m de espessura. No furo 5CA-91-RS outra intrusão com 2,4 m de espessura situa-se a 4,9 m acima da camada (7) e cerca de 29 m abaixo da camada (6). Este po-

sicionamento em relação às camadas não deve causar problemas à lavra e não há indicações de que os carvões estejam química ou fisicamente afetados. Alguns leitões de orto e paraconglomerados de grânulos intercalados nos pacotes carbonosos do furo 5CA-80-RS e principalmente nos furos 5CA-81-RS e 5CA-95-RS podem modificar um pouco as propriedades mecânicas do teto de algumas camadas, dando-lhes resistência superior às dos folhelhos e siltitos carbonosos.

As reservas totais *in situ* para este bloco atingem 287×10^6 t computando-se espessuras mínimas de 0,60 m para as camadas (2) e (4) e de 0,80 m para as camadas (5) e (6). Se a soma incluir somente espessuras maiores que 0,80 m para as camadas (2) e (5), 1,00 para a camada (4) e 1,20 m para a camada (6), tem-se reservas de 204×10^6 t.

Além de suas reservas apreciáveis, o grande interesse econômico deste bloco é devido às propriedades coqueificantes da camada (6) dos furos 5CA-91-RS e 5CA-80-RS, expressas nos resultados de F.S.I. de 6,5 e 5,5, respectivamente.

9.6. Qualidade do carvão, *grade* e *rank*

9.6.1 - *Rank*

A característica mais importante do ponto de vista econômico da jazida de Morungava nos seus blocos norte e sul é a existência de propriedades coqueificantes dos carvões. Estas propriedades estão expressas pelos resultados de F.S.I., e algumas poucas medidas de dilatométrica. Um fato que deve ser ressaltado é que os resultados indicam a existência regional de propriedades coqueificantes, e por-

tanto um *rank* mais elevado também regionalmente.

Trabalhos anteriores sobre o *rank* dos carvões do Rio Grande do Sul limitaram-se a situá-lo em classificações que usavam poder refletor das vitrinitas em matéria volátil como parâmetros de medida, sem tentar qualquer tipo de interpretação geológica das causas de sua evolução. A partir disso concluía-se pela impossibilidade de existência de carvões coqueificáveis no Rio Grande do Sul, o que era válido para as áreas estudadas, mas não para toda a região prospectal neste estado, como foi comprovado. PUTZER, H. (1952), em breve referência ao *rank* dos carvões de Santa Catarina constatou a profundidade de soterramento insuficiente para a posição alcançada e mencionou a possibilidade da elevação de temperatura provocada pelo vulcanismo basáltico ser a causa geológica principal. Estas idéias foram em parte retomadas e aprofundadas nos trabalhos de técnicos da CPRM (1976, 1977).

SCHNEIDER, A.W. (1978) lança algumas suposições sobre o que, no seu entender, teria causado o aparecimento de carvões de mais alto *rank* na jazida de Morungava e em Santa Catarina, fazendo ao mesmo tempo uma resenha das determinações obtidas sobre as camadas de Charqueadas, Leão, Iruí e Candiota. As suas interpretações são na essência conflitantes e divergentes com as dos trabalhos anteriores da CPRM e com as que serão apresentadas no presente relatório.

Uma classificação mais precisa pelo *rank* na jazida de Morungava ainda não é possível pela ausência de amostragem e determinações sistemáticas com esta finalidade. Apenas na camada Morungava (3) do furo 5CA-104-RS foi realizada amostragem e ensaios de laboratório com a finalidade precípua de classificá-lo pelas normas ASTM. Após o emprego das fórmulas de Parr para redução de carbono fixo à base seca livre de matéria mineral e do poder calorífico à base

úmidade livre de matéria mineral, os resultados foram 59,4% e 13.385 Btu / lb, respectivamente. Isto classifica este carvão como betuminoso de alto volátil B, resultado compatível com a umidade de equilíbrio determinada de 4,7% e o poder refletor das vitrinitas $0,68 \pm 0,04$. Os valores de F.S.I. (tabela 9c), encontrados já permitem afirmar, pela própria definição da classificação ASTM, que se trata de carvões betuminoso, na faixa de alto volátil C a alto volátil A. Outros parâmetros obtidos em laboratório que são disponíveis são teores de matéria volátil e carbono fixo, poder calorífico, dilatometria e poder refletor das vitrinitas, os três últimos em algumas poucas amostras. Nos comentários que se farão a seguir serão usados principalmente o F.S.I., a determinação mais sistematicamente realizada: poder refletor das vitrinitas, pela sua importância para medida de *rank*; teores de matéria volátil em alguns casos particulares. Além disso tem-se as descrições mesoscópicas em que brilho e o fissuramento encontrado nas lâminas de vitrênio também são indicativos gerais da posição de *rank* atingida.

Evitar-se-á repetir em detalhe os conceitos básicos e raciocínios que levaram às conclusões sobre este problema e que estão expostos nos relatórios *op. cit.* dos geólogos da CPRM. Ao invés se apresenta um sumário de pontos importantes para situar o leitor nos desenvolvimentos que foram obtidos com os dados colhidos posteriormente na jazida de Morungava. Estes pontos são os seguintes:

a) STACH, E. (1975) diz que: "a afirmação de que o *rank* dos carvões é uma função da temperatura tornou-se um axioma para os geólogos e petrógrafos de carvão". ALPERN, B. (1976) escreve que: "o grau de evolução dos carvões aumenta geometricamente com a temperatura e aritmeticamente com o tempo de atuação desta temperatura". TEICHMÜLLER & TEICHMÜLLER (1968) afirma que: "a pressão não pro-

move os processos químicos durante a evolução dos carvões e experimentos tem mostrado que pressões estáticas até retardam as reações químicas".

Estes princípios básicos, adotados pela quase totalidade dos especialistas modernos no tema, foram aqueles seguidos por nós, encontrando-se expostos detalhadamente nas publicações citadas, entre outras.

b) Nos já mencionados trabalhos anteriores de técnicos da CPRM foram realizadas amostragens de canal nas minas de Candiota, Leão e Charqueadas, e a partir destas realizados os ensaios físico-químicos pelo laboratório da CIENTEC, com o que se obteve a classificação dos carvões pelas normas ASTM. Em todos os casos o resultado foi carvões betuminosos de alto volátil C. Em Santa Catarina há alguns trabalhos de classificação por NAHUYS, J., e mais recentemente determinações de poder refletor das vitritas de várias camadas por WOLF, M. (1977), realizadas por solicitação do Instituto de Geociências da U.F.R.G.S., e cuja minuta foi gentilmente cedida pelos professores BORTOLUCCI, C.A. e CORRÊA DA SILVA, Z.C. Os resultados permitem situar o carvão da camada Barro Branco como betuminoso de alto volátil A. Ainda em Santa Catarina, na região de Santana, é conhecida uma jazida de antracito, desta mesma camada, que é lavrada pela Companhia Carbonífera de Urussanga - CCU.

c) Nas jazidas associadas a regiões orogênicas, desenvolvidas nas fases finais de subsidência mais lenta nas fossas engrossinclinais, tem-se uma seqüência de vários milhares de metros recobrando as camadas de carvão. O calor oriundo do gradiente geotérmico atuante nestas camadas, durante muito tempo (desde o Carbonífero) pro-

voca a evolução dos carvões para a classe dos betuminosos e até antracitos, mesmo que depois os processos erosivos as tenham deixado a menor profundidade, já que o estágio de *rank* atingido é irreversível. É possível seguir a evolução das diversas camadas numa seqüência de cima para baixo, em que as camadas mais inferiores apresentam sucessivamente maior *rank*, em áreas onde não tenham ocorrido muitas perturbações tectônicas. As pressões atuantes não possuem efeito ou até retardam as reações químicas, sendo importantes apenas na fase inicial do processo, compressão e expulsão de água das turfas, ou na fase final, formação de redes cristalinas orientadas nos antracitos e meta-antracitos. Este esquema geológico, bastante estudado e conhecido para as grandes jazidas associadas a geossinclinais do hemisfério norte, se revela incompatível com aquelas que se desenvolveram em bacias de plataforma estável, onde se deram movimentos subsidentes epirogênicos, lentos e de pequena amplitude relativa. Entre estas, as bacias carboníferas da Índia, África do Sul e bacia do Paraná no Brasil, fazendo parte do chamado continente gonduânico e de idade permiana. O problema que se verifica é a insuficiente profundidade de soterramento a que foram submetidas as camadas, medida em centenas e não milhares de metros. No caso do Rio Grande do Sul a máxima profundidade em que foram encontradas camadas de carvão é de cerca de 850 m, quando foram atravessadas todas as formações sedimentares do Botucatu ao Rio Bonito. Os furos 5CA-79-RS e 5CA-25-RS, onde foram encontradas estas espessuras, situavam-se já mais para o interior da bacia, e é de se supor que mais próximo da borda as profundidades de soterramento, mesmo quando originais, ou seja, antes dos processos erosivos que as reduziram, nunca tenham atingido estes valores.

Algumas medidas de gradiente geotérmico realizadas por HAMZA, V., do IGG da USP em furos do Projeto Carvão no Rio Grande do Sul (cópias de minuta cedidas pelo autor)

encontraram valores atuais de 2 a 4°C, portanto proporcionando temperaturas de até 35°C. Mesmo supondo que o gradiente tivesse sido por longos períodos muito mais alto, da ordem de 8°C/100 m como se encontram em algumas bacias na atualidade, ainda teria-se um máximo de cerca de 60 a 75°C, insuficiente para que os carvões tenham atingido o grupo betuminoso de alto volátil C, para o qual são necessárias temperaturas de 100 a 200°C, e atuantes desde um tempo geológico bastante longo (fim do Paleozóico ou início de Mesozóico) no caso dos valores mínimos, a 100°C ou pouco acima. Existem exemplos que comprovam esta dificuldade, como os linhitos da bacia de Moscou, que não ultrapassaram este estágio, embora tenham se depositado no Carbonífero, porque nunca estiveram soterrados a mais do que 800 m de profundidade.

Por outro lado, a maioria dos carvões terciários, mesmo soterrados a 2.000 ou 3.000 m, ainda se encontram no estágio de sub-betuminoso e de linhitos, devido ao tempo menor de atuação da temperatura.

d) Uma vez estabelecido que os nossos carvões possuem um estágio de evolução pelo *rank* sensivelmente mais elevado do que o que seria de esperar através de processos geológicos já bem conhecidos, inclusive os que não são coqueificáveis como os das jazidas de Candiota, Iruí, Leão e Charqueadas, restou investigar as possíveis causas do fenômeno no sentido de orientar a pesquisa, já que o valor econômico das jazidas é grandemente aumentado se se tratarem de carvões betuminosos coqueificáveis.

A idéia que surge de imediato é relacioná-lo ao aumento de calor que certamente se fez presente quando dos extravasamentos dos imensos derrames basálticos da formação Serra Geral que recobrem boa parte da bacia do Paraná. Como

já visto, foi uma hipótese mencionada de passagem por PUTZER, H. (1952). Esta idéia serve como marco inicial, mas em si mesma não explica as diferenças de *rank* encontradas entre as várias jazidas, ou mesmo variações de camadas numa jazida ou ainda variações laterais na mesma camada. Pode-se imaginar pelo menos quatro maneiras pelas quais o calor produzido pelo vulcanismo basáltico se transmitiria as rochas sedimentares encaixantes do carvão. A primeira seria diretamente do magma ao se resfriar para o pacote sedimentar sotoposto. A grande distância vertical entre a base dos derrames e as camadas de carvão torna impossível que o aquecimento resultante deste processo pudesse ser suficiente, entre outros motivos porque grande parte do calor deve ter se dissipado na atmosfera e não dirigido-se para baixo. Outra maneira seria a suposição que áreas onde hoje a formação superficial é o Rio do Rasto ou outras formações inferiores, tivessem sido capeados pelo basalto hoje erodido. Independente de que considera-se que isto é improvável para algumas jazidas, ainda pode-se afirmar que a sobresspessura daí resultante ainda seria insuficiente. SCHNEIDER, A. W. (*op. cit.*) imagina 700 m de basalto sobre a Formação Botucatu na área de Morungava, perfazendo 1100 m de profundidade para as camadas que hoje se encontram a cerca de 400 m. Este fato, se real, deve ter provocado um certo acréscimo de temperatura e de *rank*, mas ainda muito abaixo do mínimo indispensável. Com gradiente geotérmico da ordem de 5°C/100 m, se desenvolveriam temperaturas de 55°C. Ainda mais, como os derrames se deram no cretáceo, e hoje já estão completamente erodidos, o tempo em que foram efetivos como espessura adicional fica muito diminuído, ou seja, um tempo no máximo igual aquele em que carvões do terciário, mesmo com coberturas de mais de 3.000 m, não passaram de linhitos em muitos casos.

O furo 5CA-25-RS, próximo de poucos quilômetros da

cuesta basáltica, é o que se encontra em posição mais favorável para apresentar os efeitos que tivessem sido produzidos pelas duas alternativas acima expostas. No entanto o ensaio de F.S.I. sobre um leito atravessado resultou em apenas 1/2, ou seja, carvão muito fracamente aglomerante.

Uma terceira maneira seriam as intrusões de diábasio associadas aos fenômenos vulcânicos que ocorrem com maior ou menor freqüência nas áreas de jazida. Considera-se que estas intrusões produziram efeitos térmicos de caráter local, mas ainda insuficientes para explicar variações regionais de *rank*, por razões que serão expostas mais adiante neste texto.

e) Ainda ligado aos eventos que propiciaram o vulcanismo basáltico presume-se a existência de um outro modo pelo qual o calor teria atingido as camadas de carvão e aumentado o seu *rank*, que na realidade pode ser subdividido em vários modos concorrentes mas de origem semelhante, e aos quais se somariam em certos locais um ou mais dos efeitos citados anteriormente, mas quase sempre secundariamente.

Supõe-se a existência de fontes térmicas regionais que teriam sido intensamente ativas à época dos eventos tectônicos que forem responsáveis pelo vulcanismo basáltico. Entre estas admitiu-se que as grandes geoclases, condutos para o magma basáltico em ascensão, seriam produtoras de quantidades de calor muito maiores que aquele liberado diretamente pelo magma ao resfriar. Dentro da pobreza de estudos sobre a geotectônica dos basaltos, é conhecido há muito tempo a chamada linha Torres-Posadas, a qual, segundo LEINZ, V. (1949), se constituiria numa grande fratura regional do tipo geoclase. Este foi o critério principal adota-

do para se executarem furos na região Gravataí-Taquara-Santo Antônio, com a expectativa de que se encontrariam carvões coqueificantes, por se acharem mais próximos da fonte térmica, que seria a mencionada linha tectônica.

Foi imaginado que o calor se transmitiria lateralmente ao pacote de rochas sedimentares pelos líquidos e gases ascendentes ao atravessarem-no e perderem parte de sua energia. Haveria assim uma progressiva diminuição de temperatura a partir da fonte térmica que seria também função da condutividade térmica das rochas onde o calor estivesse se propagando. Mesmo que alguém considere esta hipótese imperfeita ou até totalmente equivocada, não é possível negar que serviu ao fim a que se destinava, localizar novas jazidas de carvão coqueificável, o que foi obtido, superando as anteriores interpretações de que não as havia no R.G. do Sul.

f) O grande número de dados obtidos na jazida de Morungava, e alguns em outras jazidas, a maior experiência e conhecimentos dos técnicos envolvidos no problema, possibilitaram um amadurecimento e aperfeiçoamento das idéias originais. Considera-se que a noção de uma fonte térmica responsável principal pelo aumento regional de *rank* permanece válida. Esta fonte térmica poderia ser uma ou várias geoclases, mas poderiam ser também grandes complexos alcalinos intrusivos que ocorrem bordejando a bacia do Paraná. O eixo da chamada sinclinal de Torres, coincidente com a linha tectônica Torres-Posadas, na verdade parece estar localizada mais ao sul, ao norte do balneário de Capão da Canoa, segundo dados de interpretação preliminar de uma linha sísmica realizada paralela e próxima à costa atlântica, desde Torres ao norte, até Tramandaí ao sul. As imagens de radar mostram lineamentos muito fortes, de direção NW, nesta posição. Neste caso a grande geoclase, que no nosso entender se trataria

mais de uma faixa geotectônica frágil e rebaixada, possivelmente tipo fossa, poderia significar uma fonte térmica para as jazidas do Rio Grandedo Sul até São Sepé, mas estaria muito distante para ter influenciado as jazidas sul-catarinenses. Lá poderia aventar-se a hipótese da ocorrência de outras geoclases importantes mais próximas, mas também deveria ser levado em conta o complexo alcalino de Lages e talvez o de Anitápolis. Ainda as jazidas hidrotermais de fluorita, muito próximas das áreas com carvão poderia significar outra fonte térmica, principal ou auxiliar. DAMBERGER, H. (1971) estudando o *rank* de carvões do Illinois (U.S.A) , verificou seu aumento no sentido da maior proximidade com área intensamente hidrotermalizada apresentando veios de fluorita, mineralizações a cassiterita, e também algumas intrusões básicas e pequenos derrames basálticos.

No geral admite-se que teriam ocorrido áreas que à época do vulcanismo basáltico (e de caráter riolítico também, como já foi comprovado), ou logo após o mesmo, sofreram o reaquecimento por calor profundo do manto, originando gradientes geotérmicos muito mais altos em períodos relativamente curtos, do que aqueles atualmente verificados , e que se propagaram através do embasamento cristalino e daí foram transmitidos as rochas sedimentares sobrejacentes . Estas áreas de intenso reaquecimento seriam *hot spots*, como os chamam os geólogos especialistas em tectônica de placas. Este conceito introduz uma modificação em relação ao que era anteriormente admitido, ou seja, ainda migração lateral de calor, mas agora basicamente através do embasamento reaquecido, e portanto de baixo para cima em relação às camadas de carvão.

Se fossem disponíveis estudos mais detalhados sobre a geotectônica dos derrames basálticos e rochas associadas, seria possível maior precisão na identificação das

fontes térmicas e orientação imediata para outras áreas favoráveis à ocorrência de carvão de mais alto *rank*, além de Morungava e das jazidas sul-catarinenses.

Na jazida de Morungava, especialmente nos seus blocos norte e sul, é possível identificar uma série de fatores influenciando as medidas de F.S.I., a maioria devidas ao *rank* e outras afetando o ensaio, embora independentes de *rank*:

a) Admitindo que o aumento regional de *rank* se deu através do calor e aumento de temperatura provindos de reaquecimento do embasamento a partir de uma fonte térmica de atuação muito intensa e mais ou menos contemporânea à extrusão das lavas basálticas, a qual se localiza segundo uma linha de direção aproximadamente N70° a 80°W passando ao norte de Capão da Canoa, o *rank* deve diminuir à medida que aumenta a distância desta fonte térmica. É o que efetivamente se verifica na jazida de Morungava, onde os maiores valores de F.S.I. são os dos furos 5CA-91-RS e 5CA-80-RS, os mais setentrionais, na camada Morungava (6).

b) Se o calor se transmite através do embasamento para as rochas sedimentares até às camadas de carvão é de se esperar que a distância entre o topo do embasamento e a lapa da camada (6), a mais inferior, bem como a condutividade térmica do pacote situado entre um e outro nível, assumam importância decisiva quanto à quantidade de calor que irá se transmitir até à mesma.

No furo 5CA-81-RS, tem-se F.S.I. igual a 2,5 para a camada (6), menor do que alguns valores mais ao sul. Isto pode ser explicado pela distância de 83,62 m entre lapa da camada (6) e o embasamento, a maior distância encontrada na jazida de Morungava.

Por outro lado verifica-se que os valores de F.S.I. são sistematicamente decrescentes das camadas inferiores para as superiores. Isto comprova o sentido do fluxo do calor de baixo para cima. Contudo as diferenças acentuadas entre as camadas ⑥ para ④ e ②, quanto ao F.S.I. só pode ser explicada pela muito baixa condutividade térmica que os carvões apresentam, fazendo com que a camada ⑥ atue como uma barreira térmica para as demais, acrescido do fato que as encaixantes são siltitos e folhelhos carbonosos, que possuem menores condutividades que arenitos e conglomerados.

c) Vários geólogos se inclinam a atribuir às intrusões de diabásio a responsabilidade maior pelo aumento de *rank* das camadas de carvão. Uma série de considerações se poderia fazer a respeito, a maioria apontando fortemente em sentido contrário. Sem dúvida os corpos de diabásio tem influência local nas propriedades de carvões que se encontram nas proximidades, mas um aumento regional de *rank* não poderia ser explicado a partir da quantidade de calor adicional em tempos muitos pequenos que é liberada pelas massas intrusivas ao resfriarem e solidificarem. Sem entrar em considerações teóricas pode-se referir alguns exemplos de áreas de jazidas de carvão já bem conhecidas. No furo 5CA-91-RS apenas um pequeno corpo, 2,42 m de espessura, aparece a 29,31 m abaixo da camada ⑥. No furo 5CA-80-RS, não há nenhuma intrusão na Formação Rio Bonito ou Palermo e o mesmo acontece no furo 5CA-105-RS. No entanto as amostras da camada ⑥ retiradas destes furos deram os mais altos valores de F.S.I. na jazida de Morungava. Na jazida do Leão as intrusões de diabásio estão praticamente ausentes da formação Rio Bonito, ao passo que são relativamente frequentes na porção leste da área minerada da jazida de Charqueadas, e o *rank* calculado a partir de três amostras da mesma camada coletadas em pontos diferentes cada uma, é exatamente o mesmo (FERREIRA, J.A.F. , 1976).

No furo 5CA-81-RS ocorrem 6,1 m de diabásio a 6,8 m abaixo da camada (6) , e como já foi visto, seu F.S.I. é apenas 2,5, mais abaixo do que seria de esperar em relação aos furos 5CA-80-RS , 5CA-91-RS e 5CA-95-RS. No furo 5CA-103-RS um corpo de diabásio com 8,2 m está situado na posição estratigráfica da camada Morungava (2) , que não aparece na coluna. A camada Morungava (4) situada 6,20 m abaixo da base deste corpo foi fortemente afetada, com F.S.I. igual a zero e poder refletor da vitrinita igual a $1,935 \pm 0,11$, o que o classifica como semiantracito. Já a camada Morungava (6) , com 1,34 m separando-a do diabásio, não mostra nenhum efeito constatável da sua influência térmica, com F.S.I. = 2,5 , igual ou próximo ao de furos vizinhos. Ao considerar-se as intrusões de diabásio como causa principal para o aumento de *rank*, fica muito difícil, senão impossível, explicar o sistemático aumento de F.S.I. das camadas inferiores para os superiores, já que os corpos de diabásio ocorrem indistintamente abaixo e acima das camadas de carvão, ou lateralmente no caso de diques.

De um modo geral pode-se dizer que os diabásios tendem mais a atuar negativamente, danificando localmente as propriedades dos carvões, do que o contrário. Este fato é bem conhecido na prática pelos técnicos que atuam na mineração de carvão, especialmente em Santa Catarina. Uma exceção seria a jazida de antracito de Santana, onde um enorme corpo de diabásio em forma de sill na Formação Irati propiciou a ocorrência e a mineração deste produto que possui boa densidade econômica.

d) Já foi dito que o F.S.I. não é medida precisa de *rank*, pois no seu resultado interferem variáveis que não são devidas ao mesmo, entre elas, o teor de cinzas (matéria mineral) na amostra e a composição maceral.

Os ensaios são sempre sobre as frações flutuados em 1,50 para minimizar o problema, mas mesmo assim encontra-se teores de cinza variáveis de 10 a 17,6% nos ensaios sobre amostras da jazida de Morungava. Quanto mais alto o teor de cinzas mais baixo tende a ser o F.S.I. A composição maceral, no seu balanço entre componentes inertes e reativos também produz influências que são difíceis de avaliar se não se dispõe das análises e cálculos especiais que são necessários (ver MACKOWSKI, M - Th., 1975).

e) Além dos diversos fatores acima expostos pode-se mencionar uma série de outros de características muito diversas mas que apresentam em comum a dificuldade de compreensão do grau de sua influência no *rank* e de como se apresentam e se distribuem na jazida: Tais fatores seriam: condutividade térmica de litologias diferentes do embasamento; grau de fraturamento e fissuramento das camadas de carvão influenciando sua condutividade térmica; possíveis intrusões de diabásio não atravessadas pelo furo mas situadas próximas; possível existência de intrusões alcalinas desconhecidas sob áreas com espessa cobertura basáltica; fenômenos de hidrotermalismo no embasamento dentro das áreas de jazida ou nas proximidades; calor de fricção gerado em falhamentos.

Para apreciar em profundidade o peso relativo de todos estes fatores influenciantes no *rank* dos carvões seria necessário um estudo sistemático e detalhado, de preferência através do poder refletor da vitrinita em seções polidas preparadas ao longo das camadas, de modo que se pudessem verificar variações laterais e verticais dentro da mesma camada e de camada para camada. Um primeiro passo nesse sentido já foi dado com algumas determinações do CIENTEC em corpos de prova preparados com amostras maceradas (tabela 9d). A geóloga Zuleika, C. Correa da Silva recebeu amostras con-

tínuas dos testemunhos de carvão das camadas Morungaya ①, ② e ⑥ do furo 5CA-99-RS, além de quatro outras camadas do furo 5CA-56-RS na jazida do Leão, que se destinaram à preparação de seções polidas para estudo petrográfico completo, durante estágio de aperfeiçoamento que a referida geóloga ora realiza na Alemanha. Os resultados ainda não estão disponíveis.

Através da descrição mesoscópica das camadas de carvão pode-se ter uma idéia aproximada da posição de *rank* em que se encontram, pelo brilho e grau de fissuramento apresentado pelas lâminas de vitrênio. Na jazida de Morungava é conspícuo o fissuramento intenso, facilmente visível porque quase sempre preenchido por carbonatos, que as camadas apresentam. O brilho é vítreo, forte, passando a muito forte, de aspecto metálico, quando sob influência térmica de diabásio próximo, como é o caso da camada ④ do furo 5CA-103-RS e de todas as camadas do furo 5CA-93-RS. O diabásio também provoca por vezes fraturas, preenchidas ou não por carbonatos, padrão irregular das fissuras que em casos normais se dispõe em dois planos a $\sim 90^\circ$, lâminas de vitrênio retorcidas. Dentro da jazida de Morungava é possível verificar por comparação a maior intensidade destes fenômenos, brilho e fissuramento, na camada ⑥ do que nas demais, o que está de acordo com os parâmetros de análise físico-química. Por outro lado ao comparar-se as camadas de Morungava com as das demais jazidas do R.G. do Sul, especialmente as do Leão pela facilidade proporcionada pelas suas boas concentrações de lâminas de vitrênio, ver-se-á a superioridade das primeiras quanto ao brilho mais forte e fissuramento mais desenvolvido e em muitos casos preenchido por carbonatos, evidenciando a sua posição de *rank* mais elevada.

9.6.2 - Grade

A tabela 9c, reproduz os dados de análise para

todas as camadas da jazida Morungava e das dos furos pioneiros próximos que foram determinados pelo Laboratório do Lavador de Capivari. Sobre estes dados não é demais repetir as limitações a que estão submetidas, faixa granulométrica 1/8" X 200 mesh (3,175 X 0,074 mm), e dificuldade de se efetuarem número suficiente de cortes em líquidos pesados de densidade conhecida para obter curvas de lavabilidade completas. Estas limitações são devidas ao diâmetro dos testemunhos retirados, teoricamente de 4,13 cm, com barriletes BWM.

Adicionalmente há o problema da maior ou menor confiabilidade dos resultados em função das recuperações de testemunhos obtidas, lineares e volumétricas. Nos furos da jazida de Morungava estas recuperações foram de um modo geral altas, com as exceções que se pode verificar nas tabelas de camadas de carvão e nos perfis descritivos.

Na tabela de dados de qualidade (9e) se encontram os resultados dos cálculos sobre os dados brutos do laboratório do Capivari e os pesos específicos determinados nas diversas frações. Se encontram ainda os resultados de poder calorífico recebidos do laboratório da CIENTEC. As recuperações teóricas de produtos finais foram calculadas através da plotação de pontos e traçado de curvas nos gráficos de Mayer, e posterior interpolação dos pontos de recuperações com teores de cinza mais adequados para as diversas frações. O uso deste gráfico é indispensável se quisermos calcular a separação em três frações, o que se impõe em grande parte desta jazida pela existência de propriedades coqueificantes e possibilidade de obtenção de uma fração de carvão metalúrgico. Além disso pode-se testar várias hipóteses de teores de cinzas, recuperações e teores limites de cinzas para a fração nobre, fração intermediária e estéril franco. Em alguns casos onde havia resultados de F.S.I.

igual a zero, como as camadas do furo 5CA-98-RS, a separação foi prevista para apenas duas frações, carvão vapor mais es téril.

Apenas na camada Morungava (6), a mais espessa e portanto com maiores volumes de amostra, foi possível fazer um número de determinações de poder calorífico no laboratório da CIENTEC (8 amostras) que permitisse um mínimo de representatividade a um gráfico poder calorífico x teor de cinzas, e cujo resultado se encontra na figura 9y. A partir do mesmo foram interpolados os pontos dos flutuados totais em líquido de densidade 2,00 das mesmas amostras, arredondados para centenas inteiras e incluídos na tabela 9e.

Os teores de enxofre, como se pode verificar nas tabelas, em grande parte devem ser oriundos da pirita presente sob diversas formas no carvão. Isto se comprova pelos teores maiores na fração de densidade $> 2,00$, para onde vai a maior parte da pirita, devido ao seu peso específico elevado, de 4,9 a 5,0. Também são evidências as descrições mesoscópicas das camadas, onde foi assinalada presença abundante da pirita nas camadas que apresentam mais altos teores de enxofre. A avaliação dos teores de enxofre em altos e baixos (A/B) relativamente ao poder calorífico pelo nomograma de MILLER, R.D. (1977) fica prejudicada na maior parte dos casos pela já referida escassez de determinações de poder calorífico. Em termos genéricos pode-se dizer que a camada Murungava (2) tem valores altos (A) para o bloco norte e baixos nos demais blocos. As camadas Morungava (4) e (5) tem valores baixos em toda a área com espessuras econômicas. A camada Morungava (6), ao contrário, mostra valores altos em todos os casos, podendo-se notar um aumento relativo de enxofre orgânico sobre o pirítico, demonstrado pelos resultados da fração de densidade $< 1,50$ comparados aos das demais frações.

Para conseguir uma avaliação média dos produtos finais teóricos que se poderia esperar das camadas mais importantes (2) , (4) e (6) nos blocos sul e norte, excluídos os furos 5CA-97-RS, 5CA-98-RS e 5CA-93-RS, foram calculados as recuperações e os teores de cinza médios e a partir destes os acumulados.

Os cálculos foram realizados da seguinte maneira para cada uma das frações obtidas nos ensaios em cada camada:

$$\% Pm (x) = \frac{\sum (Pg \times P \%)}{\sum Pg} e$$

$$\% Czm (x) = \frac{\sum (Pg \times P \% \times Cz \%)}{\sum (Pg \times P \%)}$$

onde cada uma das parcelas significa :

$\% Pm (x)$ peso percentual médio para a fração (x).

$\% Czm (x)$ teor de cinzas médio na fração (x).

(x) cada uma das frações : (< 1,50) ou (1,50 x 1,85) ou (1,85 x 2,00) ou (> 2,00).

Pg peso em gramas da amostra analisada.

P% peso percentual da fração que está sendo calculada.

Cz % teor de cinzas da fração que está sendo calculada.

Os pesos das amostras são função das recuperações dos testemunhos e das espessuras das camadas, uma vez que foram todas testemunhadas com o mesmo diâmetro. Como os testemunhos foram de um modo geral bem recuperados resolveu-se introduzir este parâmetro no cálculo, para que fosse representativo também das variações de espessura das camadas.

Os resultados estão tabelados no canto superior esquerdo das figuras 9v, 9w e 9x, onde estão desenhadas as curvas no gráfico de Mayer com os pontos assim calculados. Os resultados de recuperações percentuais e teores de cinza esperados para carvão metalúrgico (CM) e carvão-vapor (CV) estão expressos por linhas em pontilhado no gráfico e com os valores numéricos discriminados abaixo da tabela.

Várias constatações podem ser feitas a partir destas figuras:

a) A qualidade dos carvões sob o ponto de vista de *grade* aumenta da camada (2) para a camada (4) e desta para a camada (6). Portanto a mesma ordem, de cima para baixo, na qual se encontram em a natureza.

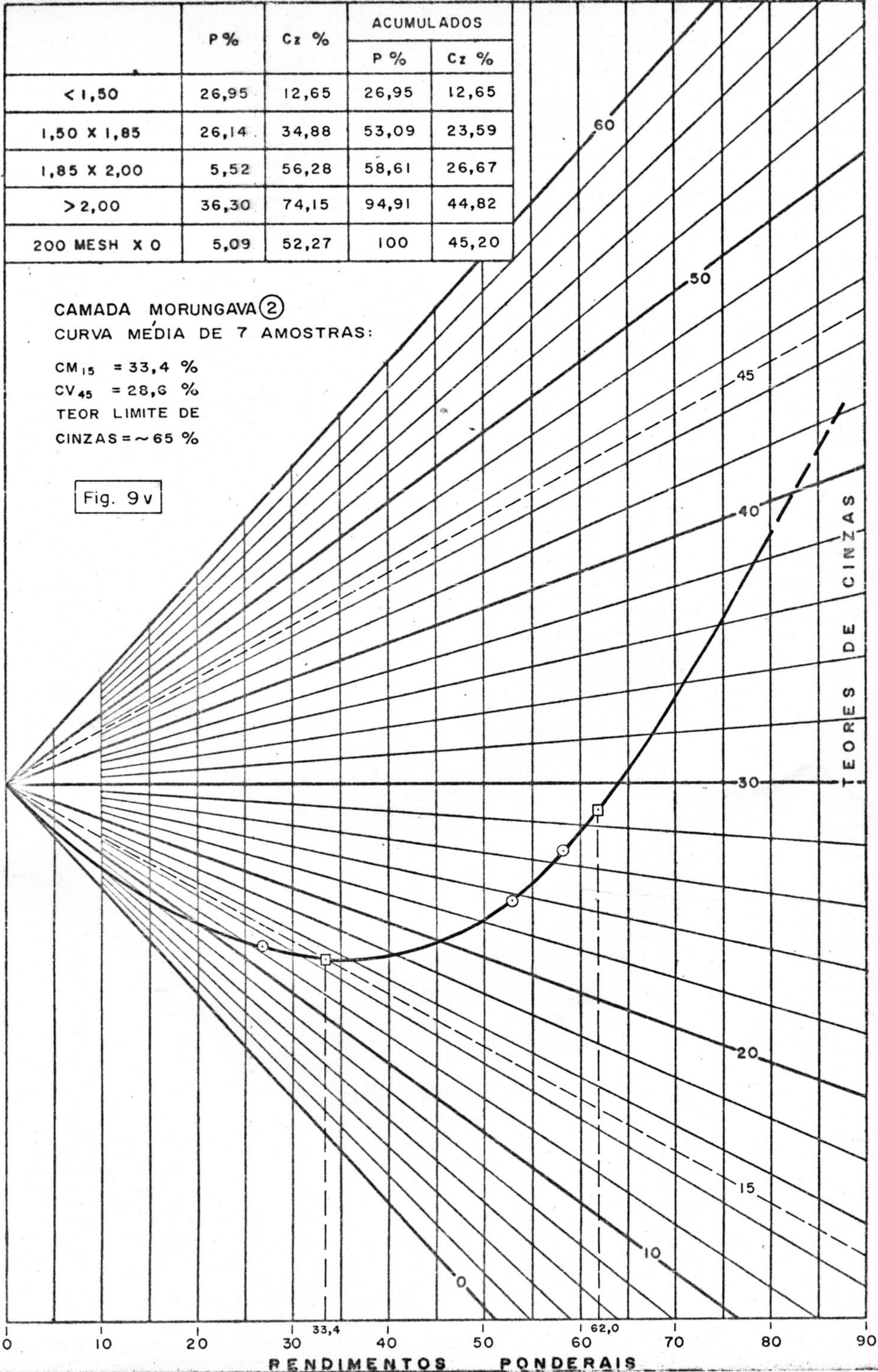
b) A possibilidade de obter uma fração nobre com 15% de cinzas está claramente configurada para a camada (2) e acredita-se que não haverá nenhuma vantagem em elevar este teor de cinzas. A recuperação de mais de 33% e a relação de aproximadamente meio por meio de CM_{15} e CV_{45} constituem-se em índices muito favoráveis sob o ponto de vista de economicidade de mineração, beneficiamento e de melhor aceitação do carvão metalúrgico pelas grandes siderúrgicas. Para a camada (4) a opção não é tão clara e talvez se verifique a maior viabilidade da fração nobre ser separada com maior teor de cinzas, diminuindo ao mesmo tempo pro-

	P %	Cz %	ACUMULADOS	
			P %	Cz %
< 1,50	26,95	12,65	26,95	12,65
1,50 X 1,85	26,14	34,88	53,09	23,59
1,85 X 2,00	5,52	56,28	58,61	26,67
> 2,00	36,30	74,15	94,91	44,82
200 MESH X 0	5,09	52,27	100	45,20

CAMADA MORUNGAVA ②
 CURVA MÉDIA DE 7 AMOSTRAS:

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

Fig. 9v



	P %	Cz %	ACUMULADOS	
			P %	Cz %
< 1,50	13,28	12,45	13,28	12,45
1,50 X 1,85	35,54	38,26	48,82	31,24
1,85 X 2,00	8,36	58,13	57,18	35,17
> 2,00	37,83	78,49	95,01	52,42
200 MESH X 0	4,99	56,87	100	52,64

CAMADA MORUNGAVA (4)
 CURVA MÉDIA DE 8 AMOSTRAS:

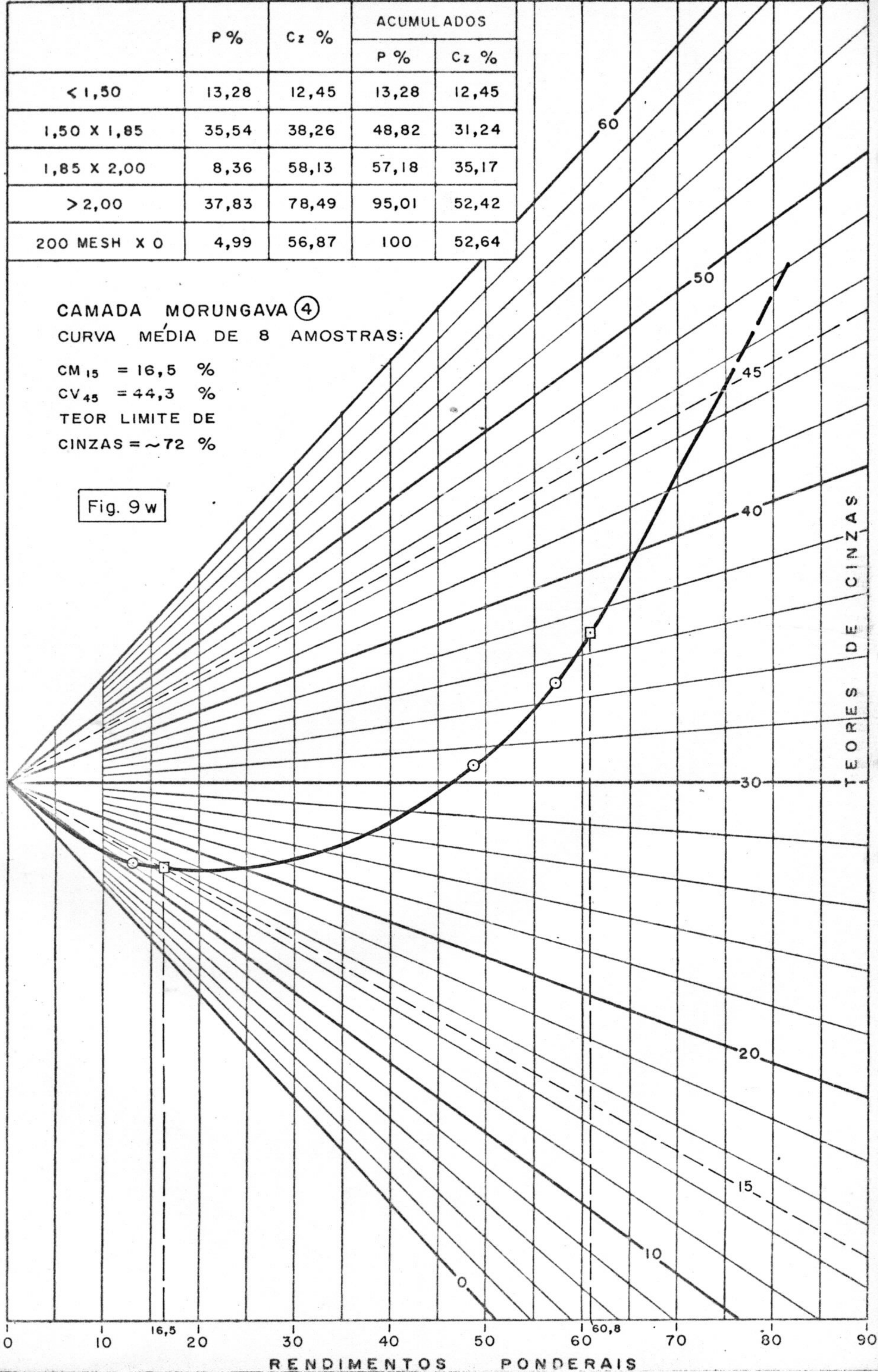
CM₁₅ = 16,5 %

CV₄₅ = 44,3 %

TEOR LIMITE DE

CINZAS = ~72 %

Fig. 9 w

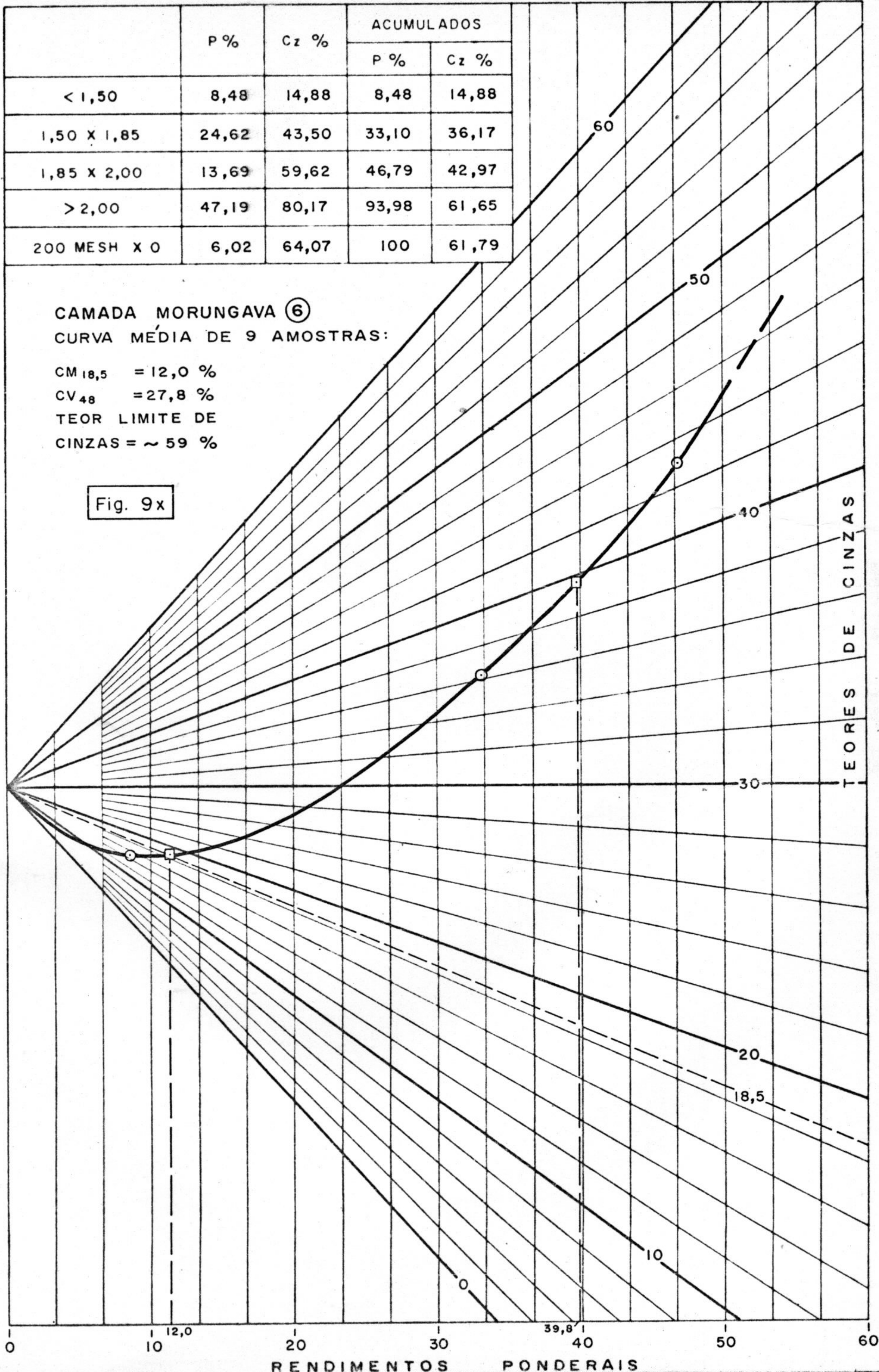


	P %	Cz %	ACUMULADOS	
			P %	Cz %
< 1,50	8,48	14,88	8,48	14,88
1,50 X 1,85	24,62	43,50	33,10	36,17
1,85 X 2,00	13,69	59,62	46,79	42,97
> 2,00	47,19	80,17	93,98	61,65
200 MESH X 0	6,02	64,07	100	61,79

CAMADA MORUNGAVA (6)
 CURVA MÉDIA DE 9 AMOSTRAS:

CM_{18,5} = 12,0 %
 CV₄₈ = 27,8 %
 TEOR LIMITE DE
 CINZAS = ~ 59 %

Fig. 9x

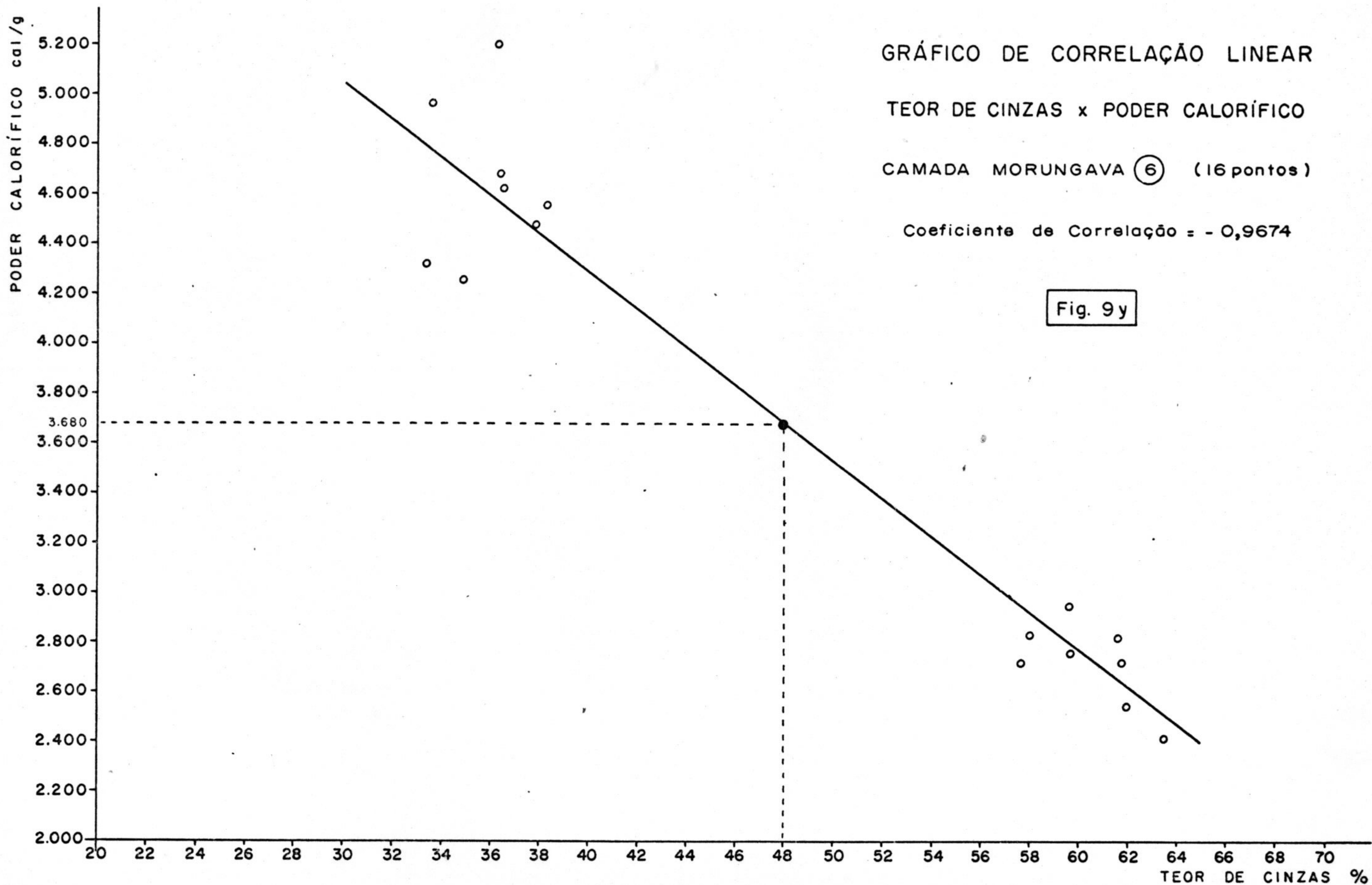


RENDIMENTOS PONDERAIS

dução de CV_{45} . Na camada (6) a escolha de $CM_{18,5}$ já produz a recuperação média de apenas 12 %, o que é cerca de 30% do carvão total útil a ser produzido. Nestas condições será muito difícil baixar o teor de cinzas da fração nobre.

c) O parâmetro de comparação mais concreto que se tem é o carvão metalúrgico produzido atualmente da camada Barro Branco em Santa Catarina. Abstraindo-se a faixa granulométrica de beneficiamento daqueles carvões, que é de 1" x 0,59 mm para os produtos finais, portanto substancialmente maior do que a dos ensaios realizados sobre as camadas Morungava, pode-se fazer comparações para fornecer algumas idéias genéricas. O $CM_{18,5}$ da camada Barro Branco apresenta recuperações de 13 a 20% sobre a camada total (R.O.M.), situando-se a média em torno de 15%. A camada (2) produziria recuperação percentual francamente superior a este índice, mesmo com CM_{15} . A camada (4) teria recuperações percentuais da mesma ordem de grandeza com CM_{15} , e sensivelmente superiores com $CM_{18,5}$ ($\sim 24\%$). A camada (6), ao contrário, apresentaria números mais baixos, para o mesmo teor de cinzas.

d) Se empregados os teores de cinza mostrados nas figuras para os produtos utilizáveis pode-se constatar a grande produção relativa de CV_{45} para as camadas (2) e (4) e CV_{48} para a camada (6) que daí resultaria, ou seja, 46% na camada (2), 73% na camada (4) e 70% na camada (6). Evidentemente sempre se poderia diminuir estas relações pelo abaixamento dos teores de cinzas do CV e consequentemente do teor limite de cinzas. Como estes não estão situados em níveis muito altos, e até bastante baixo no caso da camada (6), para utilização próxima da fonte de produção, rebaixá-los iria contra o princípio de conservação e aproveitamento ótimo de bens minerais, especialmente ener-



géticos. O CV 48% da camada (6) teria poder calorífico de cerca de 3700 cal/g, mais alto que os dos carvões queimados nas usinas Termochar e Candiota.

e) Uma vez que estes cálculos são médias para todos os furos positivos nos blocos sul e norte, as avaliações que terão que ser feitas com maior detalhamento da jazida em cada bloco poderão conduzir a outras opções específicas para uma camada dentro de um bloco ou em parte dele. Por exemplo a camada Morungava (6) apresenta índices percentuais de $CM_{18,5}$ sensivelmente mais altos nos furos 5CA-80-RS, 5CA-103-RS e 5CA-104-RS do que nos demais, e do que a média geral. A camada (2) tem valores de recuperações de CM_{15} de 1,5 a 2 vezes maiores no bloco sul do que no bloco norte (tabela 9e).

Outros índices muito importantes para avaliar a economicidade de uma jazida, especialmente em mineração subterrânea, são as recuperações em peso por área minerada, do R.O.M. e dos produtos úteis. Tais valores estão expressos, camada por camada em cada furo nas colunas à direita da tabela 9e. As recuperações médias de CM e de CV por m^2 para as camadas (2), (4) e (6) estão discriminadas no quadro 9d. Nas camadas (1), (5) e (7), de menor importância, os valores médios podem ser facilmente visualizados diretamente nas tabelas, a partir do pequeno número de resultados disponíveis.

9.6.3 - Comparação entre as camadas

Em função das diversas características que foram expressas e comentadas quantitativa e/ou qualitativamente nos vários itens deste capítulo sobre as camadas Morungava, é interessante estabelecer um confronto entre elas. A

ÁREA DA JAZIDA DE MORUNGAVA

QUADRO 9d

RECUPERAÇÕES DE CARVÃO

CAMADA	BLOCO	CARVÃO METALÚRGICO (CM)		CARVÃO VAPOR (CV)	
		Cinzas %	Recuperação kg/m ²	Cinzas %	Recuperação kg/m ²
②	Norte (3 furos)	15	430 ± 90	45	570 ± 240
	Sul (4 furos)		720 ± 190		530 ± 220
	Média		600 ± 210		540 ± 210
④	Norte (3 furos)	15	430 ± 40	45	990 ± 580
	Sul (5 furos)		290 ± 90		950 ± 370
	Média		340 ± 100		970 ± 420
⑥	Norte (3 furos)	18,5	660 ± 190	48	1580 ± 410
	Sul (6 furos)		550 ± 230		1080 ± 520
	Média		590 ± 210		1240 ± 520

Obs.: valores arredondados para as dezenas de kg/m²

camada ⑥ é superior à camada ② sob os pontos de vista de melhores propriedades coqueificantes, maiores espessuras de carvão na camada, maiores recuperações em kg/m^2 de (CM + CV), maiores reservas totais, maior distribuição horizontal. A camada ② apresenta sensíveis vantagens sob os aspectos de maiores recuperações percentuais de CM_{15} , de possibilidade de se obter carvão metalúrgico com teor de cinzas mais baixo o ainda assim com recuperações em kg/m^2 praticamente iguais, menores teores de enxofre na fração nobre, melhor relação CC / CT e maior concentração de vitrênio nos leitos de carvão. A camada ④ tem características de um modo geral intermediárias entre a ② e a ⑥. Estes fatos apontam no sentido de que se deva estudar o aproveitamento de um modo global das camadas Morungava, já que suas propriedades são em muitos aspectos complementares.

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

TABELA 9a

TABELA DAS CAMADAS DE CARVÃO DOS FUROS EXECUTADOS NESTE PROJETO - ÁREA DE MORUNGAVA

fl. 1/2

SIGLA DO FURO	COORDENADAS UTM (km)		COTA DA BOCA (m)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	OUTRAS CAMADAS E LEITOS Nº/ESP	ESP TOTAL	OBS			
	NS	EW																							
5CA-79	6727,63	542,83	80,41	-757,39	1,32	0,56	69,0	-764,84	0,47	0,45	100	767,54	0,20	0,20	100	-791,91	2,42	2,422	97,6	-	3,63	(1)			
				CAMADA (A ₇₉) ¹					CAMADA (B ₇₉) ¹					CAMADA (C ₇₉) ¹					CAMADA (D ₇₉) ¹						
5CA-80	6697,50	505,50	34,31	-319,1	0,69	0,69	97,0	-330,8	2,23	1,43	100	-336,9	1,85	1,75	100	-342,5	3,20	2,63	100	4/0,34	6,84				
				CAM. MORUNGAVA (2) (A ₈₀) ¹					CAM. MORUNGAVA (4) (B ₈₀) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (C ₈₀) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (D ₈₀) ¹						
5CA-81	6694,00	510,00	61,28	-300,1	0,84	0,76	100	-308,6	1,82	0,98	100	-312,7	0,99	0,82	100	-319,9	2,70	2,10	100	5/0,28	4,94				
				CAM. MORUNGAVA (2) (A ₈₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (4) (B ₈₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (C ₈₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (D ₈₁) ¹						
5CA-84	6698,00	516,00	68,12	-325,4	0,19	0,19	-	-326,9	0,19	0,19	-	-342,2	0,19	0,19	-	-344,4	0,55	0,45	90	-	1,02				
				MORUNGAVA (2)					MORUNGAVA (3)					MORUNGAVA (5)					CAM. MORUNGAVA (6) (A ₈₄) ¹						
5CA-85	6711,00	531,00	19,67	-624,54	0,31	0,31	90	-631,01	0,38	0,38	100	-648,23	0,32	0,32	100	-	-	-	-	2/0,29	1,30	(1)			
				CAMADA (A ₈₅) ¹					CAMADA (B ₈₅) ¹					CAMADA (C ₈₅) ¹											
5CA-86	6707,70	542,44	24,63	-658,91	0,45	0,26	100	-663,72	0,25	0,25	100	-664,87	0,26	0,26	100	-666,05	0,37	0,28	100	5/0,96	2,01	(1)			
				CAMADA (C ₈₆) ¹					CAMADA (D ₈₆) ¹					CAMADA (E ₈₆) ¹					CAMADA (F ₈₆) ¹						
5CA-91	6701,44	507,00	122,49	-454,4	1,33	1,02	100	-463,0	0,97	0,77	100	-467,9	1,20	0,94	95,0	-472,8	2,80	1,87	100	4/0,80	5,40				
				CAM. MORUNGAVA (2) (A ₉₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (4) (B ₉₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (C ₉₁) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (D ₉₁) ¹						
5CA-93	6698,10	510,35	39,12	-	-	-	-	-352,6	0,27	0,27	100	-358,0	0,84	0,82	100	-321,5	1,50	0,85	100	1/0,14	2,08				
				CAM. MORUNGAVA (4) (A ₉₃) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (B ₉₃) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (C ₉₃) ¹											
5CA-95	6691,97	510,97	67,49	-221,8	0,18	0,18	-	-235,6	0,55	0,55	99,0	-240,2	0,20	0,20	98,2	-247,0	2,19	1,54	100	6/0,36	2,83				
				MORUNGAVA (1)					CAM. MORUNGAVA (4) (B ₉₅) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (C ₉₅) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (D ₉₅) ¹						
5CA-97	6686,71	491,04	13,93	-74,49	0,42	0,42	100	-76,63	0,91	0,47	90	-79,33	0,76	0,48	90	-80,69	0,57	0,57	100	7/1,13	3,07				
				CAM. MORUNGAVA (3) (C ₉₇) ¹					CAM. MORUNGAVA (4) (D ₉₇) ¹					CAM. MORUNGAVA (5) (E ₉₇) ¹					CAM. MORUNGAVA (6) (F ₉₇) ¹						

476

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

TABELA 9a

TABELA DAS CAMADAS DE CARVÃO DOS FUROS EXECUTADOS NESTE PROJETO - ÁREA DE MORUNGAVA

SIGLA DO FURO	COORDENADAS UTM (km)		COTA DA BOCA (m)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	COTA DA BASE (m)	CAMADA TOTAL (m)	CARVÃO NA CAMADA (m)	REC. DE TEST (%)	OUTRAS CAMADAS E LEITOS Nº/ESP	ESP TOTAL	OBS
	NS	EW																				
SCA-98	6681,73	504,20	22,93	- 23,9	0,70	0,70	100	- 26,6	1,01	0,83	100	- 33,6	0,70	0,70	100	- 41,8	1,09	0,81	95	5/1,06	4,10	
				CAM. MORUNGAVA ① (A ₉₈)				CAM. MORUNGAVA ② (B ₉₈)				CAM. MORUNGAVA ④ (C ₉₈)				CAM. MORUNGAVA ⑥ (E ₉₈)						
SCA-99	6689,77	515,78	38,85	-209,4	0,77	0,50	98,0	-212,1	0,93	0,73	99,0	-219	~1,00	~1,00	0,0	-227,6	2,13	1,31	100	1/0,3 ?	3,8 ?	(2)
				CAM. MORUNGAVA ① (A ₉₉)				CAM. MORUNGAVA ② (B ₉₉)				CAM. MORUNGAVA ④				CAM. MORUNGAVA ⑥ (D ₉₉)						
SCA-102	6685,37	515,01	13,29	-164,4	0,71	0,52	85,4	-168,1	1,28	1,12	95,0	-176,2	1,12	1,12	83,7	-185,0	2,20	1,27	85,9	6/0,92	4,95	
				CAM. MORUNGAVA ① (A ₁₀₂)				CAM. MORUNGAVA ② (B ₁₀₂)				CAM. MORUNGAVA ④ (C ₁₀₂)				CAM. MORUNGAVA ⑥ (D ₁₀₂)						
SCA-103	6688,01	512,97	49,52	-179,9	0,21	0,21	100	-185,0	0,91	0,91	95,8	-188,35	0,40	0,40	100	-194,0	2,69	1,90	100	6/0,55	3,97	
				CAM. MORUNGAVA ③				CAM. MORUNGAVA ④ (C ₁₀₃)				CAM. MORUNGAVA ⑤				CAM. MORUNGAVA ⑥ (D ₁₀₃)						
SCA-104	6683,97	513,04	10,82	- 99,9	0,21	0,21	92,6	-103,41	1,11	0,93	91,4	-110,2	0,56	0,56	100	-118,0	2,10	1,25	100	5/0,46	3,41	
				CAM. MORUNGAVA ① (A ₁₀₄)				CAM. MORUNGAVA ② (B ₁₀₄)				CAM. MORUNGAVA ④ (C ₁₀₄)				CAM. MORUNGAVA ⑥ (C ₁₀₄)						
SCA-105	6687,59	517,90	24,80	-193,3	0,72	0,41	98,5	-195,9	0,88	0,65	98,5	-203,9	0,99	0,99	85,0	-214,6	2,58	1,62	100	2/0,11	3,78	
				CAM. MORUNGAVA ① (A ₁₀₅)				CAM. MORUNGAVA ② (B ₁₀₅)				CAM. MORUNGAVA ④ (C ₁₀₅)				CAM. MORUNGAVA ⑥ (D ₁₀₅)						

477

TABELA DOS DADOS DE SONDAÇÃO DOS BLOCOS DE GRAVATAÍ LESTE E OESTE
 (CACHOEIRINHA); GAVRONSKI, 1961 (DNPM)
 ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈
COORD. UTM (km)	NS	6684,9	6683,7	6682,7	6681,9	6683,1	6681,4	6683,4	6682,8
	EW	501,3	502,1	501,0	502,7	503,6	505,3	498,1	498,1
COTA BOCA		6,64	41,00	44,06	32,60	44,58	8,31	11,20	13,67
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-	-	-	-3,5	-	-18,5	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	0,32	NEG.	0,30	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	0,32	NEG.	0,30	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	100	-	?	-	-
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-	-19,5	2,51	-6,2	-30,8	-22,5	-	4,75
	CT	NEG.	0,94	1,01	0,47	1,02	0,65	NEG.	0,40
	CC	NEG.	0,71	0,84	0,47	0,81	0,65	NEG.	0,40
	R%	-	100	84	92	100	76	-	100
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	~-1,0	-	-34,6	-	-	3,65
	CT	NEG.	NEG.	~0,10	NEG.	0,87?	NEG.	NEG.	0,13
	CC	NEG.	NEG.	~0,10	NEG.	0,87	NEG.	NEG.	0,13
	R%	-	-	?	-	90	-	-	?
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-	-	-7,04	-13,2	-	-29,9	-	-
	CT	NEG.	NEG.	0,40	0,39	NEG.	0,21	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	0,40	0,39	NEG.	0,21	NEG.	NEG.
	R%	-	-	100	100	-	?	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-	-	~-15	-	-	-32,3	-	-
	CT	NEG.	NEG.	~0,10	NEG.	NEG.	0,40	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	~0,10	NEG.	NEG.	0,40	NEG.	NEG.
	R%	-	-	?	-	-	87	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-	~-38	-18,1	-18,5	-48,8	-37,3	-	-
	CT	NEG.	0,20	1,49?	1,97?	0,44	1,89?	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	0,20	0,85*	1,12*	0,44	1,08*	NEG.	NEG.
	R%	-	?	91	93	100	100	-	-
PROF. FINAL		60,00	96,95	81,28	69,71	103,37	64,78	49,96	67,77
COTA EMB.		-50,6	<-56	-26,7	-32,1	<-58,8	-51,5	-32,6	-51,8
OBS.									

TABELA DE DADOS DE SONDAGEM DOS BLOCOS DE GRAVATAÍ LESTE E OESTE
 (CACHOEIRINHA), GAVRONSKI, 1961 (DNPM)

ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	F ₁₅	F ₁₆
COORD. UTM (km)	NS	6684,5	6683,0	6682,2	6683,7	6683,0	6684,7	6681,5	6681,2
	EW	498,6	499,0	497,5	500,1	505,1	504,9	500,9	503,1
COTA BOCA		5,20	15,89	24,50	30,40	31,69	4,29	31,02	27,39
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-	-	-	-	-57,6	-	-	1,9
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	0,60
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	0,60
	R%	-	-	-	-	?	-	-	100
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-	1,26	-	-	-62,8	-	~21	-2,4
	CT	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	1,13	NEG.	~0,05	1,00
	CC	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	1,02	NEG.	~0,05	1,00
	R%	-	?	-	-	94	-	?	98
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-	-	-	-	-	-77,9	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,10	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,10	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	?	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-	-	-	-	-	-	~8,5	NEG.
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	~0,05	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	~0,05	-
	R%	-	-	-	-	-	-	?	-
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-	-19,7	-	-	-80,7	-85,6	~6,5	-16,8
	CT	NEG.	0,96	NEG.	NEG.	1,39?	2,17?	0,10	2,39?
	CC	NEG.	0,66	NEG.	NEG.	0,79*	1,24*	0,10	1,36*
	R%	-	82	-	-	100	75	?	96
PROF. FINAL		41,06	62,43	47,45	96,05	133,01	114,72	43,15	52,62
COTA EMB.		<-35,9	-40,4	-17,5	-59,6	<-101	-105,8	-10,6	-22,9
OBS.		-	-	-	-	(1)			(*)

1 - Com lapa a -86,97 ocorre 0,25 m de carvão da camada Morungava⑦
 (*) Nos furos indicados o valor original da camada total foi multiplicado por 0,569, a relação CE do furo 5CA-98-RS

TABELA DE DADOS DE SONDAÇÃO DOS BLOCOS DE GRAVATAÍ LESTE E OESTE
 (CACHOEIRINHA), GAVRONSKI, 1961 (DNPM)
 ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₁₈	F ₁₉	F ₂₀	G ₁	G ₂	F ₂₁	F ₂₂	F ₂₅
COORD. UTM (km)	NS	6686,0	6685,5	6682,1	6687,6	6685,2	6685,8	6686,3	6685,9
	EW	505,6	503,5	506,9	509,2	507,7	490,8	487,8	484,3
COTA BOCA		8,88	4,37	3,60	~40	~30	8,09	3,31	3,95
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-96,0	-	~-20	-	-	-	-	-
	CT	~0,10	NEG.	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	~0,10	NEG.	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	?	-	?	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-97,6	-	-45,2	-	-	-	-	-
	CT	~0,10	NEG.	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	~0,10	NEG.	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	?	-	?	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-110,0	-	-53,1	NEG.	NEG.	-66,1	-77,8	-
	CT	~0,10	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	0,92	1,23?	NEG.
	CC	~0,10	NEG.	0,20	-	-	0,92	1,23	NEG.
	R%	?	-	?	-	-	67	92	-
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-	-	-59,4	-	-	-	-	-
	CT	NEG.	NEG.	0,10?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	0,10?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	-	-	?	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-118,1	?	-67,5	-	-	-73,9	-85,6	-
	CT	3,22	0,05?	3,06	NEG.	NEG.	0,50?	0,87	NEG.
	CC	2,28	0,05?	0,50?	NEG.	NEG.	0,50?	0,87	NEG.
	R%	99	?	?	-	-	?	94	-
PROF. FINAL		131,83	69,72	88,78	128	134	120,77	130,85	121,2
COTA EMB.		<-123	<-65	-80,3	~-88	~-104	-105,6	-121,2	-114,0
OBS.			(2)	(3)	(4)	(4)			

(2) De 58 a 63 m de profundidade ocorrem folhelhos carbonosos com pequenos leitos de carvão, possivelmente correlacionáveis a camada Morungava ⑥

(3) Intrusão de ~16m de diabásio com base a ~-41m

TABELA DOS DADOS DE SONDAÇÃO DOS BLOCOS DE GRAVATAÍ LESTE E OESTE
 (CACHOEIRINHA), GAVRONSKI, 1961 (DNPM)
 ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₂₆	F ₂₇	F ₂₈	F ₂₉	F ₃₀	F ₃₁	F ₃₂	F ₃₃
COORD. UTM (km)	NS	6684,3	6686,1	6688,6	6686,2	6684,1	6685,2	6684,2	6683,1
	EW	488,6	489,4	495,7	486,1	484,8	494,5	491,7	491,6
COTA BOCA		1,92	5,50	~20	3,82	1,38	1,69	1,46	3,27
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-	-	-	-	-	-	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-	-	-	-	-	-	-41,2	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,45	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,45	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	65	-
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	-	-	-	-	~-46	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,05?	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,05?	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	?	-
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-38,8	-	-	-	-	-	-50,5	-
	CT	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	1,13	NEG.
	CC	0,05?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	1,02	NEG.
	R%	?	-	-	-	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-	-	-	-76,2	-	-	-	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	0,16	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	0,16	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.
	R%	-	-	-	?	-	-	-	-
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-40,9	-36,4	-	-81	-	-	-55,4	-
	CT	0,18?	0,88?	NEG.	0,10?	NEG.	NEG.	0,10?	NEG.
	CC	0,18	0,88	NEG.	0,10?	NEG.	NEG.	0,10?	NEG.
	R%	?	88	-	?	-	-	?	-
PROF. FINAL		62,82	50,78	51,37	120,9	61,95	44,28	103,23	69,49
COTA EMB.		<-61	-43,5	-24,3	<-117	-60,7	-31,8	<-102	-59,8
OBS.									

(4) Furos executados pela COPELMI em 1977, que forneceu os dados.



CPRM

fl. 5/6

TABELA DE DADOS DE SONDAEM DOS BLOCOS DE GRAVATAI LESTE E OESTE
(CACHOEIRINHA); GAVRONSKI, 1961 (DNPM)

ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₃₄	F ₃₅	F ₃₆	F ₃₇	F ₃₈	F ₃₉	F ₄₀	F ₄₁
COORD. UTM (km)	NS	6683,6	6687,4	6689,5	6689,9	6689,2	6688,2	6687,5	6688,2
	EW	493,2	493,1	489,7	492,6	486,8	488,5	491,3	490,3
COTA BOCA		2,88	6,55	34,69	45,30	~30	~25	12,47	22,09
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-	-	-	-	-	-	-83,9	-
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,46?	NEG.
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,46?	NEG.
	R%	-	-	-	-	-	-	?	-
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-36,2	-	-	-	-	-	-85,7	-107,2
	CT	0,10?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,60	0,80
	CC	0,10?	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,58	0,75
	R%	?	-	-	-	-	-	?	90
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	-	-	-	-	-86,8	-110,8
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,38	0,50?
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,20	0,50?
	R%	-	-	-	-	-	-	?	100
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-42,3	-	-105,1	-	-	-	-93,5	-113,2
	CT	0,20	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	NEG.	0,95	0,30
	CC	0,20	NEG.	0,20	NEG.	NEG.	NEG.	0,95	0,30
	R%	?	-	75	-	-	-	78	?
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-	-	-	-	-	-	-	?
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,05?	0,05?
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	NEG.	0,05?	0,05?
	R%	-	-	-	-	-	-	-	?
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-49,1	-	-112,2	-	-	~-96	-102,2	-120,7
	CT	0,21	NEG.	0,25	NEG.	NEG.	0,05?	0,40	0,30
	CC	0,21	NEG.	0,25	NEG.	NEG.	0,05?	0,40	0,30?
	R%	?	-	81	-	-	?	90	?
PROF. FINAL		73,65	82,82	157,88	159,85	148,93	166,20	125,58	151,95
COTA EMB.		-70,4	-74,5	-121,8	<-114	<-119	<-141	-107,0	-126,6
OBS.									



CPRM

fl. 6/6

TABELA DOS DADOS DE SONDAEM DOS BLOCOS DE GRAVATAÍ LESTE E OESTE
(CACHOEIRINHA); GAVRONSKI, 1961 (DNPM)

ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9b

Nº DO FURO		F ₄₂	F ₄₄	F ₄₅	
COORD. UTM (km)	NS	6687,7	6687,2	6686,1	
	EW	492,2	489,2	491,9	
COTA BOCA		23,71	7,31	3,56	
CAMADA MORUNGAVA ①	CL	-	-	-	
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	
	R%	-	-	-	
CAMADA MORUNGAVA ②	CL	-	-	-	
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	
	R%	-	-	-	
CAMADA MORUNGAVA ③	CL	-	-	-	
	CT	NEG.	NEG.	NEG.	
	CC	NEG.	NEG.	NEG.	
	R%	-	-	-	
CAMADA MORUNGAVA ④	CL	-59,7	-82,6	-	
	CT	0,93	1,13	NEG.	
	CC	0,81	1,03	NEG.	
	R%	100	?	-	
CAMADA MORUNGAVA ⑤	CL	-62,7	-	-	
	CT	0,10?	NEG.	NEG.	
	CC	0,10?	NEG.	NEG.	
	R%	?	-	-	
CAMADA MORUNGAVA ⑥	CL	-66,7	-92,3	-	
	CT	0,35	1,30?	NEG.	
	CC	0,35	1,30?	NEG.	
	R%	100	?	-	
PROF. FINAL		116,17	135,53	71,02	
COTA EMB.		-75,9	-122,8	-67,5?	
OBS.					

RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁREA DE MORUNGAVA -
 ENSAIOS AFUNDA FLUTUA EM 1/8" x 200 MESH - ANÁLISE IMEDIATA -
 ENXOFRE - F.S.I. - LABORATÓRIO DO LAVADOR DE CAPIVARI.

T A B E L A 9c

fl. 1/11

CAMADA MORUNGAVA(1) (A₉₉) - PESO DA AMOSTRA: 1.123g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxôfre	Matéria Volátil	
- 1.50	15,78	11,0	0,65	32,90	2,0
1.50 x 1.85	11,97	36,1	1,18	26,00	-
1.85 x 2.00	7,09	56,2	1,89	17,90	-
+ 2.00	58,51	79,0	7,79	13,40	-
200 Mesh x 0	6,65	59,6	3,36	19,10	-
TOTAL	100,00	60,2	5,16	18,70	-

CAMADA MORUNGAVA(1) (A₁₀₂) - PESO DA AMOSTRA: 1.230g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxôfre	Matéria Volátil	
- 1.50	13,10	11,5	0,63	35,50	1,5
1.50 x 1.85	11,26	34,7	1,07	31,50	-
1.85 x 2.00	6,44	50,9	1,64	30,20	-
+ 2.00	59,86	80,1	5,70	20,10	-
200 Mesh x 0	4,34	63,3	2,54	23,30	-
TOTAL	100,00	60,0	3,86	25,00	-

CAMADA MORUNGAVA(1) (A₁₀₅) - PESO DA AMOSTRA: 1.492g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxôfre	Matéria Volátil	
- 1.50	24,74	12,0	0,63	35,50	2,0
1.50 x 1.85	11,39	35,6	1,02	27,60	-
1.85 x 2.00	3,51	60,7	1,98	21,70	-
+ 2.00	57,27	65,3	2,73	13,50	-
200 Mesh x 0	3,09	67,5	1,84	19,20	-
TOTAL	100,00	60,1	1,97	21,00	-

TABELA 9c

fl. 2/11

CAMADA MORUNGAVA(2) (A₈₀) - PESO DA AMOSTRA: 1.542g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	24,05	12,8	0,83	37,20	2,0
1.50 x 1.85	23,27	35,7	1,01	30,7	-
1.85 x 2.00	5,36	54,1	2,28	30,40	-
+ 2.00	43,40	66,7	22,46	26,70	-
200 Mesh x 0	3,92	46,9	13,59	29,20	-
TOTAL	100,00	45,1	10,84	30,50	-

CAMADA MORUNGAVA(2) (A₈₁) - PESO DA AMOSTRA: 1.810g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	19,49	11,9	0,52	38,90	2,0
1.50 x 1.85	29,37	36,5	0,48	-	-
1.85 x 2.00	7,66	55,9	0,52	-	-
+ 2.00	37,15	73,0	5,50	-	-
200 Mesh x 0	5,83	49,5	2,25	-	-
TOTAL	100,00	47,5	2,46	-	-

CAMADA MORUNGAVA(2) (A₉₁) - PESO DA AMOSTRA: 2.633g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	20,37	15,0	0,81	40,50	1,5
1.50 x 1.85	22,12	39,3	0,95	33,10	-
1.85 x 2.00	6,83	57,3	1,22	28,30	-
+ 2.00	43,06	71,2	5,77	24,40	-
200 Mesh x 0	7,62	51,6	6,97	29,30	-
TOTAL	100,00	50,3	3,47	30,20	-

CAMADA MORUNGAVA(2) (B₉₈) - PESO DA AMOSTRA: 3.421g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	20,58	12,4	0,56	26,70	0
1.50 x 1.85	31,36	35,6	0,46	20,70	-
1.85 x 2.00	7,16	59,7	0,77	15,30	-
+ 2.00	35,08	77,4	3,30	12,60	-
200 Mesh x 0	5,32	51,4	1,40	17,60	-
TOTAL	100,00	43,1	1,55	18,50	-

TABELA 9c

fl. 3/11

CAMADA MORUNGAVA (2) (B₉₉) - PESO DA AMOSTRA: 1.057g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	35,76	13,1	0,45	34,10	2,0
1.50 x 1.85	30,65	33,6	0,41	27,90	-
1.85 x 2.00	3,31	54,7	0,80	23,20	-
+ 2.00	26,21	78,6	3,02	15,10	-
200 Mesh x 0	4,07	43,8	1,43	25,40	-
TOTAL	100,00	39,2	1,16	26,50	

CAMADA MORUNGAVA (2) (B₁₀₂) - PESO DA AMOSTRA: 2.052g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	38,00	12,7	0,46	35,60	1,5
1.50 x 1.85	30,87	32,8	0,47	26,40	-
1.85 x 2.00	3,75	57,2	0,72	19,60	-
+ 2.00	24,05	82,4	0,64	14,10	-
200 Mesh x 0	3,33	46,5	0,65	23,30	-
TOTAL	100,00	38,5	0,52	26,6	-

CAMADA MORUNGAVA (2) (B₁₀₄) - PESO DA AMOSTRA: 2.280g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	28,66	10,0	0,61	36,40	2,0
1.50 x 1.85	24,24	31,4	0,81	28,70	-
1.85 x 2.00	4,73	56,3	1,27	21,90	-
+ 2.00	36,58	72,6	17,31	17,20	-
200 Mesh x 0	5,79	63,1	5,09	20,40	-
TOTAL	100,00	43,4	7,06	25,90	-

CAMADA MORUNGAVA (2) (B₁₀₅) - PESO DA AMOSTRA: 1.823g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	26,64	13,6	0,55	34,90	2,0
1.50 x 1.85	25,11	34,7	0,50	26,90	-
1.85 x 2.00	5,88	56,6	0,70	21,50	-
+ 2.00	38,97	81,3	2,60	13,90	-
200 Mesh x 0	3,40	53,6	1,72	22,30	-
TOTAL	100,00	49,2	1,38	23,50	-

TABELA 9c

fl. 4/11

CAMADA MORUNGAVA(4) (B₈₀) - PESO DA AMOSTRA: 5.191g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	9,30	14,9	0,41	35,60	2,0
1.50 x 1.85	24,23	36,6	0,28	28,80	-
1.85 x 2.00	7,71	59,8	0,24	23,00	-
+ 2.00	54,44	80,6	0,33	15,60	-
200 Mesh x 0	4,32	63,1	0,43	21,00	-
TOTAL	100,00	61,5	0,32	21,50	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (B₈₁) - PESO DA AMOSTRA: 4.501g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	8,83	12,7	0,56	37,30	2,5
1.50 x 1.85	18,13	40,7	0,36	-	-
1.85 x 2.00	4,40	59,5	0,40	-	-
+ 2.00	62,17	82,6	1,09	-	-
200 Mesh x 0	6,47	67,1	0,86	-	-
TOTAL	100,00	66,8	0,87	-	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (B₉₁) - PESO DA AMOSTRA: 2.093g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	18,93	8,7	0,61	40,20	2,0
1.50 x 1.85	28,20	38,2	0,49	34,20	-
1.85 x 2.00	7,05	51,7	0,54	34,30	-
+ 2.00	39,21	68,4	1,55	36,60	-
200 Mesh x 0	6,61	48,6	0,86	33,10	-
TOTAL	100,00	46,1	0,96	36,20	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (B₉₅) - PESO DA AMOSTRA: 1.139g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	28,38	13,8	0,53	27,70	2,0
1.50 x 1.85	42,97	38,3	0,41	21,60	-
1.85 x 2.00	6,27	58,3	0,61	16,30	-
+ 2.00	17,81	65,5	21,24	16,80	-
200 Mesh x 0	4,57	43,5	4,95	20,50	-
TOTAL	100,00	37,7	4,37	22,10	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (D₉₇) - PESO DA AMOSTRA: 3.236g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	3,40	9,1	0,64	33,70	2,5
1.50 x 1.85	20,53	37,6	0,41	24,50	-
1.85 x 2.00	10,33	58,3	0,27	18,30	-
+ 2.00	60,06	82,0	0,92	11,60	-
200 Mesh x 0	5,68	67,0	0,71	17,20	-
TOTAL	100,00	67,1	0,73	16,00	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (C₉₈) - PESO DA AMOSTRA: 1.345g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	10,85	7,8	0,50	33,00	0
1.50 x 1.85	62,82	34,3	0,33	26,40	-
1.85 x 2.00	10,71	57,5	0,30	19,30	-
+ 2.00	8,85	68,6	13,47	21,90	-
200 Mesh x 0	6,77	42,9	0,86	25,60	-
TOTAL	100,00	37,5	1,54	25,90	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (C₁₀₂) - PESO DA AMOSTRA: 2.036g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	17,73	13,3	0,64	33,80	2,0
1.50 x 1.85	54,11	37,0	0,51	26,10	-
1.85 x 2.00	9,67	57,2	0,65	21,40	-
+ 2.00	14,08	71,9	1,73	23,40	-
200 Mesh x 0	4,41	42,3	0,74	26,00	-
TOTAL	100,00	39,9	0,73	26,60	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (C₁₀₃) - PESO DA AMOSTRA: 1.843g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	13,29	10,0	0,60	25,20	-
1.50 x 1.85	58,17	39,3	0,41	11,00	-
1.85 x 2.00	13,46	60,5	0,66	10,70	-
+ 2.00	11,72	68,5	12,58	15,80	-
200 Mesh x 0	3,36	47,5	1,95	13,30	L
TOTAL	100,00	42,0	1,95	13,5	-

TABELA 9c

fl. 6/11

CAMADA MORUNGAVA(4) (C₁₀₄) - PESO DA AMOSTRA: 1.187g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	10,39	11,5	0,48	34,90	2,0
1.50 x 1.85	45,35	37,8	0,33	27,70	-
1.85 x 2.00	17,94	56,7	0,26	23,30	-
+ 2.00	19,87	70,2	0,54	22,80	-
200 Mesh x 0	6,45	59,3	1,23	23,20	-
TOTAL	100,00	46,3	0,43	26,40	-

CAMADA MORUNGAVA(4) (C₁₀₅) - PESO DA AMOSTRA: 1.909g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	16,48	13,0	0,54	34,50	2,0
1.50 x 1.85	63,22	38,8	0,45	25,00	-
1.85 x 2.00	9,85	57,6	0,42	19,90	-
+ 2.00	7,38	74,8	1,93	21,90	-
200 Mesh x 0	3,07	42,7	0,80	26,00	-
TOTAL	100,00	39,2	0,58	25,90	-

CAMADA MORUNGAVA(5) (C₈₀) - PESO DA AMOSTRA: 3.932g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	8,04	12,8	0,60	35,60	4,0
1.50 x 1.85	49,19	39,0	0,45	28,80	-
1.85 x 2.00	12,05	58,7	0,27	23,20	-
+ 2.00	27,29	74,2	0,33	19,40	-
200 Mesh x 0	3,43	50,8	0,46	25,60	-
TOTAL	100,00	49,3	0,41	26,0	-

CAMADA MORUNGAVA(5) (C₈₁) - PESO DA AMOSTRA: 2.252g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	4,41	15,8	0,50	34,70	2,0
1.50 x 1.85	40,30	40,1	0,37	-	-
1.85 x 2.00	11,62	55,3	0,36	-	-
+ 2.00	33,77	76,0	1,58	-	-
200 Mesh x 0	9,90	54,8	0,58	-	-
TOTAL	100,00	54,4	0,80	-	-

TABELA 9c

CAMADA MORUNGAVA(5) (C₉₁) - PESO DA AMOSTRA: 2.572g

fl. 7/11

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	7,65	12,7	0,62	37,40	2,0
1.50 x 1.85	36,84	39,5	0,33	32,30	-
1.85 x 2.00	13,95	54,9	0,24	30,90	-
+ 2.00	32,88	71,5	0,95	28,80	-
200 Mesh x 0	8,68	55,8	0,63	28,30	-
TOTAL	100,00	51,5	0,57	31,00	-

CAMADA MORUNGAVA(5) (B₉₃) - PESO DA AMOSTRA: 1.898g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	0,16	6,4	2,09	*	*
1.50 x 1.85	13,07	33,6	1,33	11,10	-
1.85 x 2.00	12,38	52,6	0,98	10,90	-
+ 2.00	69,28	78,8	1,72	12,60	-
200 Mesh x 0	5,11	71,2	1,93	12,30	-
TOTAL	100,00	69,1	1,59	12,20	-

CAMADA MORUNGAVA(5) (D₉₈) - PESO DA AMOSTRA: 1.446g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	6,43	7,0	0,83	34,10	0
1.50 x 1.85	25,66	38,4	0,66	24,80	-
1.85 x 2.00	31,40	56,8	0,66	19,60	-
+ 2.00	30,08	71,0	1,78	21,7	-
200 Mesh x 0	6,43	56,5	1,12	22,50	-
TOTAL	100,00	53,1	1,04	22,70	-

CAMADA MROUNGAVA(6) (D₈₀) - PESO DA AMOSTRA: 7.666g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	10,90	14,7	1,33	38,10	5,5
1.50 x 1.85	26,71	43,1	1,21	27,9	-
1.85 x 2.00	14,57	59,3	0,90	22,50	-
+ 2.00	44,62	76,9	1,22	18,30	-
200 Mesh x 0	3,20	59,9	1,20	24,40	-
TOTAL	100,00	58,0	1,18	23,8	-

* amostra insuficiente

TABELA 9c

fl. 8/11

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₈₁) - PESO DA AMOSTRA: 6.408g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	7,51	14,7	0,93	29,90	2,5
1.50 x 1.85	25,95	42,7	1,02	-	-
1.85 x 2.00	11,80	58,6	1,18	-	-
+ 2.00	46,34	80,3	1,74	-	-
200 Mesh x 0	8,40	63,1	1,33	-	-
TOTAL	100,00	61,6	1,39	-	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₉₁) - PESO DA AMOSTRA: 6.539g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	5,68	12,0	1,24	40,30	6,5
1.50 x 1.85	20,88	44,0	0,82	33,40	-
1.85 x 2.00	12,27	59,6	0,58	27,70	-
+ 2.00	51,09	79,0	0,59	32,70	-
200 Mesh x 0	10,08	64,2	0,70	24,30	-
TOTAL	100,00	64,0	0,68	31,80	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (C₉₃) - PESO DA AMOSTRA: 3.704g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	2,00	8,7	1,34	15,90	0
1.50 x 1.85	13,96	38,1	1,05	12,60	-
1.85 x 2.00	10,42	56,2	1,10	12,60	-
+ 2.00	67,82	82,8	2,47	12,50	-
200 Mesh x 0	5,80	74,3	1,78	13,10	-
TOTAL	100,00	71,8	2,07	12,60	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₉₅) - PESO DA AMOSTRA: 5.244g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	7,74	16,5	1,07	34,50	3,0
1.50 x 1.85	28,98	44,1	0,98	21,00	-
1.85 x 2.00	13,69	58,3	0,99	19,20	-
+ 2.00	43,91	82,1	0,92	13,10	-
200 Mesh x 0	5,68	64,4	0,96	24,50	-
TOTAL	100,00	61,7	0,96	18,50	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (F₉₇) - PESO DA AMOSTRA: 1.349g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	1,34	7,8	0,62	29,80	-
1.50 x 1.85	24,31	39,9	0,30	19,60	-
1.85 x 2.00	37,03	56,5	0,22	16,90	-
+ 2.00	32,41	71,1	0,61	13,60	-
200 Mesh x 0	4,91	57,2	0,44	16,90	-
TOTAL	100,00	56,6	0,38	16,70	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (E₉₈) - PESO DA AMOSTRA: 3.819g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	7,22	10,9	1,46	35,50	0
1.50 x 1.85	32,97	38,3	1,50	27,20	-
1.85 x 2.00	11,40	57,5	1,66	19,20	-
+ 2.00	41,25	80,3	2,94	13,30	-
200 Mesh x 0	7,16	64,7	0,83	18,90	-
TOTAL	100,00	57,7	2,06	20,60	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₉₉) - PESO DA AMOSTRA: 3.535g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	7,65	17,6	1,13	34,30	2,0
1.50 x 1.85	10,83	42,8	1,00	26,6	-
1.85 x 2.00	22,07	59,3	0,73	21,30	-
+ 2.00	54,02	80,7	0,88	13,70	-
200 Mesh x 0	5,43	63,5	0,81	19,90	-
TOTAL	100,00	66,1	0,88	18,70	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₁₀₂) - PESO DA AMOSTRA: 3.737g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	9,94	16,3	0,95	34,40	2,5
1.50 x 1.85	31,33	42,9	0,67	24,60	-
1.85 x 2.00	10,76	58,9	0,57	19,50	-
+ 2.00	43,36	81,7	0,46	12,90	-
200 Mesh x 0	4,61	63,2	0,63	18,90	-
TOTAL	100,00	59,7	0,59	19,70	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₁₀₃) - PESO DA AMOSTRA: 6.227g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	10,27	15,9	0,99	32,50	2,5
1.50 x 1.85	23,50	43,7	0,74	22,50	-
1.85 x 2.00	14,17	60,1	0,63	18,00	-
+ 2.00	43,19	80,0	2,66	12,20	-
200 Mesh x 0	3,87	62,0	1,31	17,90	-
TOTAL	100,00	59,6	1,60	18,30	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₁₀₄) - PESO DA AMOSTRA: 4.498g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	10,05	12,0	0,92	36,60	2,5
1.50 x 1.85	23,43	42,9	0,79	27,50	-
1.85 x 2.00	10,37	60,0	0,58	20,70	-
+ 2.00	47,57	81,2	0,70	15,60	-
200 Mesh x 0	8,58	68,0	0,65	18,50	-
TOTAL	100,00	61,9	0,73	21,30	-

CAMADA MORUNGAVA(6) (D₁₀₅) - PESO DA AMOSTRA: 5.846g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	6,61	15,0	1,04	35,50	4,5
1.50 x 1.85	21,51	44,9	0,80	24,30	-
1.85 x 2.00	15,07	60,4	0,50	18,10	-
+ 2.00	52,36	81,8	0,36	12,00	-
200 Mesh x 0	4,45	66,4	0,49	18,5	-
TOTAL	100,00	65,5	0,53	17,40	-

CAMADA MORUNGAVA(7) (E₉₁) - PESO DA AMOSTRA: 1.262g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Materia Volatil	
- 1.50	14,11	17,0	1,41	38,10	7,5
1.50 x 1.85	52,85	44,6	1,17	26,90	-
1.85 x 2.00	12,60	60,7	1,17	22,30	-
+ 2.00	15,37	74,5	3,43	19,00	-
200 Mesh x 0	5,07	47,2	1,82	27,10	-
TOTAL	100,00	47,5	1,58	26,70	-

TABELA 9c

CAMADA MORUNGAVA (7) (F₉₈) - PESO DA AMOSTRA: 1.018g fl.11/11

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	14,93	11,0	0,65	31,80	0
1.50 x 1.85	61,89	33,2	0,51	26,10	-
1.85 x 2.00	9,72	56,0	0,46	18,30	-
+ 2.00	9,33	71,1	3,60	16,40	-
200 Mesh x 0	4,13	45,0	0,99	23,30	-
TOTAL	100,00	36,1	0,83	25,20	-

"CAMADA D₇₉" - PESO DA AMOSTRA: 5.810g

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50	-	-	-	-	-
1.50 x 1.85	4,90	40,8	0,32	12,60	-
1.85 x 2.00	11,94	52,2	0,24	11,80	-
+ 2.00	78,29	74,1	0,15	16,70	-
200 Mesh x 0	4,87	71,8	0,26	13,70	-
TOTAL	100,00	69,7	0,17	15,20	-

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50					
1.50 x 1.85					
1.85 x 2.00					
+ 2.00					
200 Mesh x 0					
TOTAL					

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matéria Volátil	
- 1.50					
1.50 x 1.85					
1.85 x 2.00					
+ 2.00					
200 Mesh x 0					
TOTAL					

DADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS ADICIONAIS E MICRO-PETROGRÁFICAS - LABORATÓRIO DO CIENTEC

ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9d

f1. 1/3

F U R O		5CA-80-RS				5CA-81-RS		5CA-102-RS
CAMADAS MORUNGAVA		②	④	⑤	⑥	④	⑥	⑥
PODER REFLETOR DAS VITRINITAS %		-	0,52±0,04	-	0,52±0,03	-	-	-
ANÁLISES DE GRUPOS DE MACERAIS (Fração < 1,50)	VITRINITA %	27	35	28	33	-	-	-
	EXINITA %	3	7	3	3	-	-	-
	INERTINITA %	28	37	52	43	-	-	-
	MINERAIS %	42	21	17	21	-	-	-
F.S.I (Fração < 1,50)		ZERO	ZERO	1,0	1,5	2,0	0,5	2,0
DILATOMETRIA	TEMPERATURA INICIAL (°C)	-	-	-	-	-	-	300
	TEMPERATURA DE INÍCIO DA FASE PLÁSTICA (°C)	-	-	-	-	-	-	420
	TEMPERATURA DE MÁXIMA CONTRAÇÃO (°C)	-	-	-	-	-	-	440
	TEMPERATURA FINAL (°C)	-	-	-	-	-	-	560
	CONTRAÇÃO MÁXIMA %	-	-	-	-	-	-	25
	DILATAÇÃO %	-	-	-	-	-	-	NULA

DADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS ADICIONAIS E MICRO-PETROGRÁFICAS - LABORATÓRIO DO CIENTEC
 ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9d fl. 2/2

F U R O		5CA-103-RS	5CA-104-RS				5CA-105-RS	
CAMADAS MORUNGAVA		④	②	③	④	⑥	①	②
PODER REFLETOR DAS VITRINITAS %		1,935±0,11	-	0,68±0,04	-	0,65±0,04	-	-
ANÁLISES DE GRUPOS DE MACERAIS (Fração < 1,50)	VITRINITA %	77	-	63	-	74	-	-
	EXINITA %	0	-	11	-	4	-	-
	INERTINITA %	23	-	23	-	13	-	-
	MINERAIS %	0	-	3	-	4	-	-
F.S.I (Fração < 1,50)		ZERO	0,5	1,0	0,5	1,5	1,0	0,5
DILATOMETRIA	TEMPERATURA INICIAL (°C)	300	300	-	300	300	300	300
	TEMPERATURA DE INÍCIO DA FASE PLÁSTICA (°C)	-	390	-	330	370	400	390
	TEMPERATURA DE MÁXIMA CONTRAÇÃO (°C)	-	460	-	460	420	440	460
	TEMPERATURA FINAL (°C)	500	520	-	520	500	500	510
	CONTRAÇÃO MÁXIMA %	NULA	20	19	12	9	13,3	13,3
	DILATAÇÃO %	NULA	NULA	NULA	NULA	NULA	NULA	NULA

DADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS ADICIONAIS E MICRO-PETROGRÁFICAS - LABORATÓRIO DO CIENTEC
 ÁREA DE MORUNGAVA - TABELA 9d fl. 3/3

F U R O		5CA-105-RS					
CAMADAS MORUNGAVA		④	⑥				
PODER REFLETOR DAS VITRINITAS %		-	0,699±0,04				
ANÁLISES DE GRUPOS DE MACERAIS (Fração < 1,50)	VITRINITA %	-	59				
	EXINITA %	-	8				
	INERTINITA %	-	27				
	MINERAIS %	-	6				
F.S.I (Fração < 1,50)		0,5	2,0				
DILATOMETRIA	TEMPERATURA INICIAL (°C)	300	300				
	TEMPERATURA DE INÍCIO DA FASE PLÁSTICA (°C)	365	340				
	TEMPERATURA DE MÁXIMA CONTRAÇÃO (°C)	440	410				
	TEMPERATURA FINAL (°C)	520	440				
	CONTRAÇÃO MÁXIMA %	21,6	16,6				
	DILATAÇÃO %	NULA	NULA				

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

TABELA 9e

fl. 1/3

TABELA DE DADOS DE QUALIDADE DO CARVÃO DOS FUIROS EXECUTADOS NESTE PROJETO - ÁREA DE MORUNGAVA

Nº FURO	CAMADA	PESOS ESPECÍFICOS			RECUPERAÇÃO ACUMULADA				PODER CALORÍFICO (BASE ÚMIDA)			TEOR DE ENXOFRE		RECUPERAÇÃO TEÓRICA DE PRODUTOS FINAIS						OBS.	
		CAMADA TOTAL	<1,85	<2,00	< 2,00		< 1,85		CAM. TOTAL	FLUT. 1,85	FLUT. 2,00	< 1,85 % A/B		CAM. TOTAL R.O.M. kg/m²	CARVÃO METALÚRGICO			CARVÃO VAPOR			
					PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)							kg/m²	PESO (%)	CINZA (%)	kg/m²	PESO (%)		CINZA (%)
5CA-99	MORUNGAVA ① (A ₉₉)	1,99	1,44	1,49	34,84	28,90	27,75	21,83	-	-	-	0,88	-	1532	306	20,0	15	192	12,5	45	
5CA-102	MORUNGAVA ① (A ₁₀₂)	2,00	1,39	1,66	35,80	25,90	29,36	20,40	-	-	-	0,80	-	1420	327	23,0	15	170	12,0	45	
5CA-105	MORUNGAVA ① (A ₁₀₅)	1,93	1,42	1,60	39,64	23,38	36,13	19,44	-	-	-	0,79	-	1390	410	29,5	15	122	8,8	45	
5CA-80	MORUNGAVA ② (A ₈₀)	1,90	1,44	1,57	52,68	27,12	47,32	24,06	3350	4606	-	0,92	A	1311	367	28,0	15	406	31,0	45	
5CA-81	MORUNGAVA ② (A ₈₁)	1,77	1,49	1,52	57,02	30,70	49,36	26,79	-	-	-	0,50	-	1487	394	26,5	15	461	31,0	45	
5CA-91	MORUNGAVA ② (A ₉₁)	1,97	1,53	1,61	49,32	31,76	42,49	27,65	-	-	-	0,88	-	2620	532	20,3	15	844	32,2	45	
5CA-98	MORUNGAVA ② (B ₉₈)	1,75	1,55	1,57	59,60	30,48	52,44	26,49	4325	4707	-	0,50	B	1768	-	-	-	1450	82,0	45	
5CA-99	MORUNGAVA ② (B ₉₉)	1,61	1,25	1,40	69,72	24,09	66,41	22,56	-	-	-	0,43	-	1497	651	43,5	15	494	33,0	45	
5CA-102	MORUNGAVA ② (B ₁₀₂)	1,55	1,43	1,48	72,62	23,54	68,87	21,71	-	-	-	0,46	-	1984	893	45,0	15	833	42,0	45	
5CA-104	MORUNGAVA ② (B ₁₀₄)	1,85	1,47	1,50	57,63	22,80	52,90	19,80	-	-	-	0,70	-	2054	863	42,0	15	318	15,5	45	
5CA-105	MORUNGAVA ② (B ₁₀₅)	1,76	1,46	1,60	57,63	27,18	51,75	23,84	-	-	-	0,52	-	1549	480	31,0	15	457	29,5	45	
5CA-80	MORUNGAVA ④ (B ₈₀)	1,94	1,44	1,54	41,24	36,04	33,53	30,58	2476	5003	-	0,32	B	4326	407	9,4	15	1648	38,1	45	
5CA-81	MORUNGAVA ④ (B ₈₁)	2,07	1,53	1,55	31,36	35,45	26,96	31,53	2091	4542	-	0,42	B	3767	396	10,5	15	772	20,5	45	

498

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL
TABELA 9e

fl. 2/3

TABELA DE DADOS DE QUALIDADE DO CARVÃO DOS FUROS EXECUTADOS NESTE PROJETO - ÁREA DE MORUNGAVA

Nº FURO	CAMADA	PESOS ESPECÍFICOS			RECUPERAÇÃO ACUMULADA				PODER CALORÍFICO (BASE ÚMIDA)			TEOR DE ENXOFRE		RECUPERAÇÃO TEÓRICA DE PRODUTOS FINAIS						OBS	
		CAMADA TOTAL	<1,85	<2,00	< 2,00		< 1,85		CAM. TOTAL	FLUT. 1,85	FLUT. 2,00	< 1,85		CARVÃO METALÚRGICO			CARVÃO VAPOR				
					PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)				%	A/B	kg/m ²	PESO (%)	CINZA (%)	kg/m ²	PESO (%)	CINZA (%)		
5CA-91	MORUNGAVA ④ (B ₉₁)	1,88	1,51	1,58	54,18	29,65	47,13	26,35	-	-	-	0,54	-	1824	478	26,2	15	562	30,8	45	
5CA-95	MORUNGAVA ④ (B ₉₅)	1,74	1,47	1,54	77,62	30,95	71,35	28,55	-	-	-	0,46	-	957	311	32,5	15	500	52,2	45	
5CA-97	MORUNGAVA ④ (D ₉₇)	2,03	1,60	1,73	34,26	41,01	23,93	33,55	-	-	-	0,52	-	1847	199	10,8	18,5	340	18,4	48	
5CA-98	MORUNGAVA ④ (C ₉₈)	1,65	1,57	1,62	84,38	33,84	73,67	30,40	4489	4665	-	0,35	B	1155	-	-	-	1155	37,5	45	
5CA-102	MORUNGAVA ④ (C ₁₀₂)	1,62	1,55	1,60	81,51	34,24	71,84	31,15	-	-	-	0,54	-	1814	368	20,3	15	1319	72,7	45	
5CA-103	MORUNGAVA ④ (C ₁₀₃)	1,77	-	1,74	84,92	38,07	71,46	33,85	-	-	-	0,44	-	1611	298	18,5	15	1112	69,0	45	
5CA-104	MORUNGAVA ④ (C ₁₀₄)	1,80	-	1,66	73,68	38,70	55,74	32,90	-	-	-	0,36	-	1008	141	14,0	15	615	61,0	45	
5CA-105	MORUNGAVA ④ (C ₁₀₅)	1,63	1,57	1,60	89,55	36,12	79,70	33,46	-	-	-	0,47	-	1614	339	21,0	15	1211	75,0	45	
5CA-80	MORUNGAVA ⑤ (C ₈₀)	1,83	1,58	1,60	70,00	38,94	57,23	35,32	3641	4684	-	0,47	B	3386	457	13,5	18,5	2252	66,5	48	
5CA-81	MORUNGAVA ⑤ (C ₈₁)	1,84	1,46	1,74	56,33	41,33	44,71	37,70	-	-	-	0,38	-	1822	146	8,0	18,5	1029	56,5	48	
5CA-91	MORUNGAVA ⑤ (C ₉₁)	1,97	1,69	1,74	58,44	39,67	44,67	34,89	-	-	-	0,38	-	2364	267	11,3	18,5	1329	56,2	48	
5CA-93	MORUNGAVA ⑤ (B ₉₃)	2,38	1,72	1,84	25,61	42,61	13,23	35,99	-	4996	-	1,34	A	1999	100	5,0	18,5	420	21,0	48	
5CA-98	MORUNGAVA ⑤ (D ₉₈)	1,83	1,67	1,75	63,49	44,32	32,09	32,11	2950	4195	-	0,69	A	750	-	-	-	551	73,5	48	

PROJETO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

f1. 3/3

TABELA 9e
TABELA DE DADOS DE QUALIDADE DO CARVÃO DOS FUROS EXECUTADOS NESTE PROJETO - ÁREA DE MORUNGAVA

Nº FURO	CAMADA	PESOS ESPECÍFICOS			RECUPERAÇÃO ACUMULADA				PODER CALORÍFICO (BASE ÚMIDA)			TEOR DE ENXOFRE		RECUPERAÇÃO TEÓRICA DE PRODUTOS FINAIS						OBS.	
					< 2,00		< 1,85							CAM. TOTAL	FLUT. 1,85	FLUT. 2,00	CARVÃO METALÚRGICO		CARVÃO VAPOR		
		CAMADA TOTAL	< 1,85	< 2,00	PESO (%)	CINZA (%)	PESO (%)	CINZA (%)	kg/m²	PESO (%)	CINZA (%)	kg/m²	PESO (%)				CINZA (%)				
5CA-80	MORUNGAVA ⑥ (D 80)	1,90	1,52	1,55	52,18	41,69	37,61	34,87	2835	4257	4300	1,24	A	6080	882	14,5	18,5	1976	32,5	48	
5CA-81	MORUNGAVA ⑥ (D 81)	1,95	1,53	1,68	45,26	42,20	33,46	36,41	2820	4671	4200	1,00	A	5265	579	11,0	18,5	1606	30,5	48	
5CA-91	MORUNGAVA ⑥ (D 91)	2,07	1,60	1,67	38,83	44,25	26,56	37,16	-	-	-	0,91	-	5796	522	9,0	18,5	1159	20,0	48	
5CA-93	MORUNGAVA ⑥ (D 93)	2,24	1,64	1,76	26,38	43,02	15,96	34,42	-	4732	-	1,09	A	3360	-	-	-	1085	32,3	48	
5CA-95	MORUNGAVA ⑥ (D 95)	2,00	1,62	1,71	50,41	43,72	36,72	38,28	2719	4561	4300	1,00	A	4380	394	9,0	18,5	1664	38,0	48	
5CA-97	MORUNGAVA ⑥ (F 97)	2,03	1,60	1,73	62,68	49,02	25,65	38,22	-	-	-	0,32	-	1157	?	?	?	521	45,0	45	
5CA-98	MORUNGAVA ⑥ (E 98)	2,02	1,59	1,63	51,59	38,71	40,19	33,38	2724	4318	4500	1,49	A	2202	-	-	-	1577	71,6	48	
5CA-99	MORUNGAVA ⑥ (D 99)	1,98	1,37	1,63	40,55	47,03	18,48	32,37	-	-	-	1,05	-	4217	358	8,5	18,5	654	15,5	48	
5CA-102	MORUNGAVA ⑥ (D 102)	1,97	1,53	1,56	52,03	41,12	41,27	36,49	2757	4630	4300	0,74	A	4334	498	11,5	18,5	1777	41,0	48	
5CA-103	MORUNGAVA ⑥ (D 103)	1,98	1,62	1,72	52,94	42,70	38,77	36,34	2948	5202	4200	0,81	A	5326	959	18,0	18,5	586	11,0	48	
5CA-104	MORUNGAVA ⑥ (D 104)	2,02	1,56	1,66	43,85	39,86	33,48	33,62	2550	4966	4400	0,83	A	4242	658	15,5	18,5	827	19,5	48	
5CA-105	MORUNGAVA ⑥ (D 105)	1,86	1,58	1,67	43,19	45,73	28,12	37,87	2409	4472	3800	0,86	A	4799	432	9,0	18,5	960	20,0	48	
5CA-91	MORUNGAVA ⑦ (E 91)	1,70	1,61	1,64	79,56	42,25	66,96	38,78	-	4244	-	1,22	A	1020	127	12,5	15	597	58,5	45	

009



10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10.1 Conclusões

A bacia do Paraná é uma bacia intracratônica estável; quando de sua formação a movimentação epirogenética foi lenta e de pequena amplitude. Por essa razão, sua cobertura sedimentar é relativamente pouco espessa, tendo na área do Projeto menos que um milhar de metros.

A seqüência de formações gonduânicas iniciou sua sedimentação numa superfície deposicional de paleorelevo muito irregular, com alguma movimentação tectônica contemporânea à deposição, por reativação de falhas. Disso resultaram variações acentuadas e rápidas nas espessuras e nas seqüências litológicas das formações Rio do Sul e Rio Bonito.

O conjunto de fácies sedimentares, apresentado por essas formações e pela base da formação Palermo, define um sistema deposicional deltaico, no qual, dadas as características de estabilidade da bacia, somente um ciclo prográdacional e um agradacional são observados. O sistema deltaico que deu origem à formação Rio Bonito na área deste Projeto é, muito provavelmente, correlacionável ao membro Siderópolis (superior) da mesma formação na região carbonífera sul-catarinense, estando praticamente ausentes os membros sotopostos, a não ser em raros locais onde se encontram rochas na base da formação Rio Bonito que poderiam ser atribuídas à transgressão marinha.

Foi em ambientes relacionados com este sistema deltaico, submetido em algumas regiões ao efeito de subsidências diferenciais de origem tectônica, que se depositou o carvão nesta área da bacia do Paraná. Das acentuadas diferenças de velocidade e grau de subsidência resulta-

ram jazidas de carvão bem diferenciadas no que se refere à possança de suas camadas e às propriedades físico-químicas. Nos *grabens*, sedes de subsidências de grau mais elevado, originaram-se carvões de melhor *grade*, mais ricos em vitrênio, especialmente nas áreas de Morungava e do Leão.

As paleodepressões de origem tectônica foram não só conservadas como ainda acentuadas pela movimentação tectônica posterior. Nisso baseou-se o apoio prévio de locações de sondagens pela investigação do relevo do embasamento por métodos de geofísica terrestre, processo esse já testado com relativo sucesso na área de Morungava.

Na jazida de Iruí verificou-se que o carvão já conhecido a baixas coberturas se estende para norte, quase quadruplicando as reservas anteriormente atribuídas à jazida. Há duas camadas principais: a Superior tem maiores reservas de carvão vapor com teor em cinzas próximo de 40%; a Inferior tem reservas menores, mas sua qualidade é certamente melhor, apesar do pequeno número de dados disponíveis. Há ainda trechos em aberto em alguns setores da jazida.

Na jazida de Leão a pesquisa realizada decuplicou as reservas anteriormente atribuídas. Descobriu-se grande extensão para noroeste e correlacionaram-se novas camadas. Antes, considerava-se lavráveis apenas a camada I e pequeno bloco da S_2 ; houve grandes ampliações das reservas dessas duas camadas e verificou-se que também devem ser consideradas como recursos potenciais as camadas I_3 e S_3 . Há vários trechos das bordas ainda imprecisos, sujeitos a apresentar extensões; a soma das reservas medida e indicada é inferior a 50% da total. As análises executadas indicam em traços gerais as qualidades das várias camadas; verificou-se que o carvão das camadas S_2 , S_3 e I, no conjunto genérico da jazida, têm qualidades semelhantes às do carvão ora extraído da Mina do Leão; o da camada I_3 parece ser seme-

lhante ao ora extraído da mina de Charqueadas. Alguns testes de F.S.I. indicam que é possível haver, em parte da jazida, carvão com fracas propriedades coqueificantes, o que deve ser originado por fenômenos térmicos restritos.

Na jazida de Charqueadas verificou-se ex ten são para nordeste da área anteriormente conhecida. Revi-sou-se a correlação de camadas entre os furos. A cubagem, e x e c u t a d a com critérios homogêneos com os das demais jazidas, ampliou de 26% as reservas totais. Ainda há limites em ab e r t o, com possibilidades de ampliações da jazida, principal-mente para nordeste e para norte.

A descoberta da jazida de Morungava sig-nificou o maior êxito deste Projeto por dois motivos: por ser encontrada, pela primeira vez no estado do Rio Grande do Sul reserva considerável de carvão com *rank* mais elevado (co-queificável) e por apresentar reservas de vulto situadas pró-ximo à região metropolitana de Porto Alegre.

Do carvão contido nas camadas (6), (4) e (2) é viável a separação de uma parcela coqueificável para fins metalúrgicos. A qualidade dessa fração, utilizando como ter mo com par at ivo o $CM_{18,5}$ atualmente extraído da camada Barro Branco em Santa Catarina, será aproximadamente equivalente para a camada (6), provavelmente melhor para a (4) e podendo ter conteúdo em cinzas baixado a cerca de 15% para a (2). Es-ses carvões, embora não possam ser considerados *prime coking coals*, têm qualidades suficientes para participarem das mistu-ras ora utilizadas nos altos fornos nacionais. As proprieda-des coqueificantes, embora a escassez de dados disponíveis, parecem ser satisfatórias, pela comparação com os valores de F.S.I. normalmente aceitos para a fração metalúrgica do car-vão Barro Branco.

Para aproveitamento das várias camadas da

jazida de Morungava é essencial um detalhamento cuidadoso dos estudos de qualidade sob dois pontos de vista:

- As qualidades das frações metalúrgicas das camadas (2), (4) e (6) são diferentes; a viabilidade de um aproveitamento conjunto depende da compensação mútua das vantagens e deficiências.
- A separação da fração nobre resultará em grande disponibilidade de um sub-produto com teor em cinzas entre 40% e 50%, para o qual será necessário montar uma estrutura de consumo.

Há outras jazidas menores: Arroio dos Ratos, Butiá, Faxinal e São Sepê (das quais a primeira está exaurida), além de várias ocorrências próximas à borda sul dos sedimentos gonduânicos. Embora contenham em geral carvão não coqueificável de qualidade boa a ótima para os padrões brasileiros, as reservas são pequenas, totalizando com certeza menos de 100×10^6 t. Por esse motivo, no atual Projeto não se efetuou estudos de campo sobre as mesmas, com exceção da jazida de São Sepê, que tem pequena possibilidade de estender-se para norte.

As quatro jazidas principais se estruturaram em homoclinais com mergulho geral em direção próxima de norte. Em Iruí o carvão chega a aflorar; em Charqueadas, Morungava e nos blocos principais de Leão, isso não ocorre, estando as profundidades mínimas próximas de uma centena de metros. Nos quatro casos as camadas mergulham para norte até profundidades de cerca de quatro centenas de metros.

Concluindo, os resultados das pesquisas deste Projeto podem ser visualizados pela comparação das re

servas totais de carvão no Rio Grande do Sul antes das recentes sondagens, apresentadas por SCHNEIDER, A.W. (1974) com as atuais, abaixo. Esses totais devem ser considerados sem rigor quantitativo, pois se referem à soma de parcelas muito díspares entre si, quais sejam, carvões com qualidades variadas e condicionamentos geológicos e geográficos muito diversos.

RESERVAS DE CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL SCHNEIDER, A.W. (1974)	
Jazidas	Reservas Totais (10 ⁶ t)
Iruí (CRM)	330
Leão (CRM)	73
Charquadas (COPELMI)	1.043
Sub-Total*	1.446
Candiota (CRM)	1.700
Total	3.146

* - Valor implícito na tabela citada

RESERVAS DE CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL (incluindo totais deste Projeto)	
Jazidas	Reservas Totais (10 ⁶ t)
São Sepé	4
Iruí	1.162
Leão	883
Charqueadas	1.319
Morungava	657
Sub-Total*	4.025
Candiota**	8.000
Total*	12.025

* - Não inclui jazidas menores, cujo total é seguramente inferior a 100 x 10⁶ t.

** - Dado fornecido por SCHNEIDER, A.W. (1978) dos quais 84% inferidos; inclui 552,50 x 10⁶ t a céu aberto.

10.2 Recomendações

A região a leste de Morungava até Osório deve ser pesquisada, pois existe forte expectativa de outras jazidas pelos seguintes motivos:

- De São Sepé a Morungava ocorre um colar de jazidas com distâncias entre limites de 20 km a 30-km. É possível que essa regularidade seja mantida a leste de Morungava.
- Os furos 5CA-86-RS e 5CA-88-RS, embora com resultados muito prejudicados por diabásio, já comprovaram a existência de camadas de carvão na região.
- Levantamentos geofísicos por eletroresistividade e sísmica já comprovaram a existência de paleodepressões, em princípio favoráveis à ocorrência de jazidas de carvão.
- Pela situação em ambiente geológico semelhante (paleotemperaturas) ao da jazida de Morungava, é de se esperar que o carvão que venha a ser encontrado esteja em posição de *rank* adequada, para ser coqueificável.

É conveniente executar duas ou três sondagens pioneiras rasas próximo de Durasnal, onde os afloramentos de carvão podem representar jazida sob pequena cobertura, para a eventualidade de mercado para carvão nesta região.

Como já salientado, as sondagens de ca-

racterísticas pioneiras no Rio Grande do Sul devem ser precedidas de prospecção geofísica por métodos de eletroresistividade e sísmica de reflexão, que permitem localizar as paleodepressões do embasamento.

Embora este Projeto tenha permitido esboçar em linhas gerais as quatro principais jazidas, está-se longe de considerá-las como plenamente conhecidas e prontas para estudos de viabilidade de lavra, pois cada furo positivo representa áreas com mais de 10 km^2 e reservas da ordem média de $40 \times 10^6 \text{ t}$. Mesmo para uma estimativa mais aproximada da potencialidade das jazidas, para um esboço dos métodos de lavra e beneficiamento e para uma delimitação aproximada das unidades mineiras a instalar é necessária uma malha da ordem de 1 km a 1,5 km de lado, conforme a maior ou menor uniformidade do jazimento. Há muitas informações para as quais é necessária uma malha de semi-detalle:

- Delimitação da jazida e descoberta de prováveis extensões.
- Melhor conhecimento das espessuras das camadas e, portanto, avaliação mais rigorosa das reservas.
- Demarcação precisa das falhas de vulto e da estrutura das camadas.
- Demarcação das áreas prejudicadas por intrusões. Note-se aí um fato recente: a mina de São Roque, em Criciúma, foi estabelecida em área já sondada em malha de 1 km; apesar disso intrusões de diabásio causaram prejuízos mais sérios que os previstos pela sondagem.

- Melhor conhecimento da qualidade das camadas, sob todos os aspectos, e suas variações dentro das jazidas. Deve ser dada maior ênfase a estudos petrográficos dos carvões e, nas camadas coqueificáveis, a ensaios de dilatométrica, e outros de caracterização tecnológica dos carvões.

Para obtenção de um máximo de informações e representatividade de cada furo, é conveniente a obtenção de maior volume de amostras em alguns locais estratigráficos, visando ensaios de lavabilidade e análises mais completos e em bitolas mais próximas das industriais. Com isso se poderá ter mais confiança nas qualidades médias do carvão das jazidas, atualmente extrapoladas apenas das análises de testemunhos BWM britados a 3,175 mm. Tal objetivo pode ser alcançado de três maneiras:

- Executando alguns furos em diâmetro de 3" a 6", como já feito recentemente por sondas *rotary*.
- Utilizando técnica de desvios de furos para obtenção de amostragens duplas ou triplas das camadas no mesmo furo. Essa técnica permitiria também destinar amostras completas para estudos petrográficos sem prejuízo dos ensaios rotineiros.
- Reunindo testemunhos da mesma camada amostrada em furos próximos (< 500 m) para a execução dos ensaios, desde que o exame visual indique que as propriedades são semelhantes em um e outro, especialmente que não tenham sido afetados por intrusões.

A limitação dos recursos energéticos brasileiros torna imperioso o seu aproveitamento mais completo possível. Assim, onde há superposição de camadas mineráveis, é necessário evitar desperdícios e lavrá-las sucessivamente através das mesmas instalações de transporte vertical e de beneficiamento, mesmo que uma das camadas seja menos lucrativa que outra. Portanto, mesmo que uma pesquisa vise primordialmente uma das camadas, deve haver testemunhagem cuidadosa de todas para evitar, tanto a eventual repetição de sondagens como perda de informações.

Futuras minas profundas que encontrarem antigos furos de sonda poderão sofrer sérios prejuízos por fortes correntes de água, seja oriundas dos frequentes aquíferos subterrâneos atravessados, seja por infiltração de águas superficiais nos furos localizados junto a arroios ou sobre sedimentos inconsolidados e saturados. É necessário que todos os furos com carvão espesso sejam adequadamente cimentados ao final das operações, especialmente os de diâmetros maiores.



11. BIBLIOGRAFIA

11. BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, L.F.F.; SANTOS, M.E.M.; FERREIRA, J.A.F.; GALVÃO, J.M.T. - Projeto Carvão no Rio Grande do Sul. Relatório da 1.^a Fase, DNPM-CPRM. Porto Alegre, R.G.S. 1975.
- ALPERN, M.B. - Les Combustibles Fossiles. Les Sciences, Géologie II, n^o 106. Paris, France. 1976.
- ALPERN, M.B. - Les Charbons Sapropéliques et Les Schistes Bitumineux. Les Sciences, Géologie II, n^o 107. Paris, France. 1976.
- AVERITT, P. - Coal Resources of the United States. January 1, 1974. Geological Survey Bulletin 1412. Washington, D.C., USA. 1975.
- BARROS F^o, A.C. - Pioneiros das Minas de Carvão Sul Riograndenses Carvão de Pedra. Soc. Ed. Geociência, 2 (13/14). Rio de Janeiro. 1970
- BATES, C.C. - Rational Theory of Delta Formation. Bul. Am. Ass. Petr. Geologist, 37 (9). 1953.
- BITTENCOURT, B.C. & NAHUYS, J. - Metodologia para Estudo e Análise de Carvão Brasileiro. Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul. Boletim n^o 52. Porto Alegre, Brasil. 1970.
- CENTRE D'ETUDES ET RECHERCHES DES CHARBONNAGES DE FRANCE - Méthodes Pratiques de Contrôle Dans Preparations Mécanique des Charbons. Publication Cherchar n^o 1585. France.

- CHIRONIS, N.P. - New Mining Ideas Abound in 1978. Coal Age, February. Mc Graw - Hill, Inc. New York, U.S.A. 1978.
- COULON, F.K. - Mapa Geotécnico das Folhas de Morretes e Montenegro. Instituto de Geociências, UFRGS. Mapa nº 7. Esc. 1:100.000. Porto Alegre, RGS. 1974.
- DAMBERGER, H.H. - Coalification Pattern of the Illinois Basin. Economic Geology, vol. 66, nº 3. USA. 1971.
- DELANEY, P.J.V. - Fisiografia e Geologia de Superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Publ.Esp. Esc.Geol. Porto Alegre, nº 6. RGS. 1965.
- DNPM - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folha de Porto Alegre. Brasília, DF. 1974.
- ESCOLA DE GEOLOGIA - Folha Geológica de Arroio dos Ratos Esc. Geol. UFRSG, Porto Alegre, RGS.
- FABRÍCIO, J.A.C. - Projeto Carvão de Santa Catarina. Relatório Integrado, vol. I, DNPM - CPRM. Porto Alegre, RGS. 1973.
- FABRÍCIO, J.A.C. - Projeto Carvão no Pré-Barro Branco. DNPM-CPRM. Porto Alegre, RGS. 1975.
- FERREIRA, J.A.F. - Estudo sobre o Grau de Evolução dos Carvões do Rio Grande do Sul. XXIX Congresso Brasileiro de Geologia. Belo Horizonte, MG. 1976.
- FABRÍCIO, J.A.C.; FERREIRA, J.A.F.; ALBUQUERQUE, L.F.F. - Pesquisa de Carvão no Rio Grande do Sul, VII Simpósio Brasileiro de Mineração. Porto Alegre. RGS. 1977.

- FISCHER, W.L.; SCOTT, A.J.; BROWN Jr., L.F. - Delta Systems in the Exploration for Oil and Gas: A Research Colloquium. Univ. Texas, Bur.Ec.Geology.Sp. Publ. 1972.
- GAMERMANN, NATALINO - Formação Rosário do Sul: Pesquisas . Inst. Geociências. UFRGS - Porto Alegre, RGS. Dez. 1973.
- HURTADO *et alii* - Projeto Aerogeofísico Camaquã, Estado do Rio Grande do Sul - CPRM. Rio de Janeiro. 1973.
- JOST, H. *et alii* - Mapa Geológico do Grau de Porto Alegre . Instituto de Geociências, UFRGS. 17. Porto Alegre.
- LEINZ, V. - Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos do Sul do Brasil. Univ. de São Paulo, Fac. Fil. Ciênc. e Letras, Bol. 103 (Geol. 5). São Paulo . 1949.
- LEINZ, V.; BARTORELLI, A.; ISOTTA, C.A.L. - Contribuição ao Estudo do Magmatismo Basáltico Mesozóico da Bacia do Paraná. Departamento de Geol. e Paleontologia, Fac. Fil. Ciênc. e Letras, Univ. de São Paulo. Suplemento 40. São Paulo. 1968.
- MACHADO, E.R. & CASTANHO, O.S. - Pesquisa de Carvão Mineral na Faixa Sedimentar do Rio Grande do Sul. Departamento Autônomo do Carvão Mineral. Porto Alegre , RGS. 1956.
- MACHADO. E.R. - Contribuição ao Estudo das Jazidas de Carvão no Rio Grande do Sul. Publ.Esp.Esc.Geol. 3 . Porto Alegre, RGS. 1961.

- MACHADO, E.R. - Estado Atual dos Conhecimentos sobre as Jazidas de Carvão Mineral no Brasil. 3ª Semana de Debates Geológicos - CAEG. Porto Alegre, RGS. 1967.
- MACHADO, E.R. & CASTANHO, O.S. - Relatório de Pesquisa da Jazida de Iruí. DACM. Porto Alegre, RGS. 1967.
- MACHADO, E.R. - O Carvão Neopaleozóico do Brasil Meridional. An.Acad. Brasil de Ciências, Suplemento 44. Rio de Janeiro. 1972.
- MACKOWSKY, M.Th. - European Carboniferous Coalfields and Permian Gondwana Coalfields. In : Murchison, D.G. & Westoll, T.S. Ed. Coal and Coal - Bearing Strata. 1968.
- MACKOWSKI, M.Th. - The Application of Coal Petrography in Technical Processes. In: Stach's Textbook of Coal Petrology - Gebrüder Borntraeger, Berlin. 1975.
- MEDEIROS, R.A. & THOMAZ, F.A. - Fácies e Ambiente de Sedimentação da Formação Rio Bonito. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 3. Aracaju, SE. 1973.
- MILLER, R.D. & TURLEY, R.E. - Nomograph Defines High and Low Sulfur. Coal Age, McGraw Hill, Inc. New York, USA. August. 1977.
- MORGAN, J.P. - Depositional Processes and Products in the Deltaic Environment: In Morgan J.P. Ed. Deltaic Sedimentation Modern and Ancient. Soc. Ec.Pal. and Min. Sp. Publ., 15. 1970

- MORRIS, R.H. - Geologia Geral das Quadrículas de Gravataí, Taquara e Rolante, RS, Brasil. Publ. Esp. Esc. Geologia 5. Porto Alegre, RGS. 1963.
- NORTHFLEET, A.A. *et alii* - Reavaliação dos Dados Geológicos da Bacia do Paraná. Boletim Técnico da Petrobrás 12 (3). Rio de Janeiro. 1969.
- NOVOA, R.V. - Estudo das Possibilidades de Beneficiamento do Carvão de Siderópolis a Diversos Tamanhos Máximos de Britagem (1/2" - 8 Mesh - 28 Mesh). Revista Carvão de Pedra nº 3. Rio de Janeiro. 1968.
- NOVOA, R.V. - Beneficiamento de Carvões no Sul do Brasil. Revista Carvão de Pedra nº 11 e 12. Rio de Janeiro. 1969.
- PASSOS, N. *et alii* - Relatório da Pesquisa de Carvão no Município de São Sepê, nos Anos de 1954 e 1958. DNPM/DFPM. Ed. Meridional. Porto Alegre, RGS. 1961.
- PASSOS, N. & GAVRONSKI, E.F. - Relatório da Pesquisa de Carvão da Bacia do Gravataí no Rio Grande do Sul, nos Municípios de Porto Alegre, Viamão, Gravataí e Canoas, nos Anos de 1950 a 1953. DNPM-DFPM. Ed. Meridional. Porto Alegre. 1961.
- PRESOTTO, C.A. *et alii* - Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul. CPRM, Porto Alegre. 1973.
- PUTZER, H. - Camadas de Carvão Mineral e seu Comportamento no Sul de Santa Catarina. Ministério da Agricultura, DNPM - DFPM. Bol. nº 91. 1952.

- SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DEAMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. - Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 1. Porto Alegre, RGS. 1974.
- SCHNEIDER, A.W. - A Crise Energética e o Carvão Brasileiro. Revista Carvão de Pedra N^os. 38 e 39. Rio de Janeiro. 1974
- SCHNEIDER, A.W. - Contribuição ao Estudo dos Principais Recursos Minerais do Rio Grande do Sul. Companhia Riograndense de Mineração. Porto Alegre, RGS. 1978.
- SCHOPF, J.M. - Field Sampling and Description of Coal Beds. Geological Survey Bulletin 1111-B. Washington D.C. USA. 1960.
- SHIBAOKA, M. & SMYTH, M. - Coal Petrology and the Formation of Coal Seams in Some Australian Sedimentary Basins. Economic Geology, Vol.70. 1975.
- SILVA, Z.C.C. - Observações sobre o Grupo Tubarão no Rio Grande do Sul com Especial Destaque à Estratigrafia da Formação Itararé. Tese de Doutorado apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RGS. 1977.
- SOARES, P.C. - Elementos Estruturais da Parte Nordeste da Bacia do Paraná: Classificação e Gênese. Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre, RGS. 1974.
- SOBRINHO, M.S. - Reconhecimento para Carvão em Durasnal - Caçapava. Diretoria da Produção Mineral - Relatório Interno. Porto Alegre, RGS. 1948.

- STACH, E. - The Lithotypes of Humic and Sapropelic Coals .
In: Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder
Borntraeger, Berlin. 1975.
- STRAUSS, P.G. *et alii* - Coal Petrography as an Exploration
Aid in the West Circum Pacific. In: Coal Explo-
ration, Section Six. Miller Freeman Publications,
Inc. San Francisco, USA. 1976.
- SUFFERT, T. - Projeto Carvão em Araranguá-Torres. DNPM-CPRM.
Porto Alegre, RGS. 1976.
- SWANSON, V.E. - Classification System for Coal Resources and
Reserves. United States Geological Survey, USA .
1975.
- TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R. - Geological Aspects of
Coal Metamorphism. In: Murchison D.G. & Westoll,
T.S. Ed. Coal and Coal - Bearing Strata, Oliver &
Boyd, London. 1968.
- TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R. - Fundamentals of Coal Pe-
trology. In: Stach's Textbook of Coal Petrology.
Gebrüder Borntraeger, Berlin. 1975.
- TESSARI, R.I. & PICADA, R.S. - Geologia da Quadrícula de
Encruzilhada do Sul. Bol. Div. Geol. Mineralogia
124. Rio de Janeiro. 1968.
- TOMMASI, E. - Geologia de Semi-Detalhe do Nordeste do Rio
Grande do Sul. Petrobrás / DESUL. Ponta Grossa, PR.
Rel. DESUL 414. 1972.
- WOLF, M. - Poder Refletor das Vitrinitas de Camadas de San-
ta Catarina e seu Grau de Carbonificação. Tradu-
ção de Correa da Silva, Z.C. (inédito). 1977.

12. APÊNDICE - Metodologia para Descrição Mesos
cópica, Avaliação e Interpretação
de Camadas de Carvão no Brasil

Autores: JOSÉ ALCIDES FONSECA FERREIRA
LUIZ FERNANDO FONTES DE ALBUQUERQUE

12. METODOLOGIA PARA DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA, AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE CAMADAS DE CARVÃO NO BRASIL

12.1. Introdução

No já relativamente grande número de trabalhos de pesquisa de carvão no Brasil tem sido adotada a técnica, quando alguma técnica é adotada, de construção do perfil básico ou grosseiro da camada (*gross profile*). Separa-se a camada em leitos de carvão e estéril intercalado, mede-se a espessura total e chama-se-lhe camada total, e ao somatório dos leitos de carvão, carvão na camada ou carvão aproveitável. Em descrições mais cuidadosas são incluídos dados genéricos e não qualificados sobre existência de carvão brilhante ou fosco, nódulos de pirita, características peculiares de leitos de esteril intercalados, e, no caso de testemunhos de sondagem, recuperações lineares obtidas, além evidentemente de profundidades e cotas de lapa e/ou capa da camada. Tal tipo de perfil permanece sendo absolutamente indispensável para a definição de jazidas de carvão, e é o mínimo aceitável. Não nos propomos a suprimi-lo, mas a aperfeiçoá-lo consideravelmente.

Com a nova fase que parece aproximar-se a passos largos para a indústria de mineração de carvão no Brasil fazem-se necessários estudos mais precisos e detalhados das jazidas que se destinam a serem unidades mineiras de grande produção e alto grau de mecanização, onde erros de avaliação que seriam contornáveis em minas manuais de pequeno porte, podem se tornar fatais para o bom andamento do projeto.

A descrição mesoscópica detalhada não é nenhuma novidade na geologia do carvão, pois já em 1919 STOPES M.C. apresentava e descrevia os quatro constituintes visíveis no carvão. O que é relativamente novo é o conhecimen

to mais profundo e preciso do significado geológico e tecnológico dos grupos de macerais, macerais, microlitotipos (microscópicos) e litotipos, através do grande número de estudos e novas técnicas sobre a matéria orgânica nos sedimentos que tem sido realizados e publicados nos últimos 20 ou 30 anos. A equipe de geólogos da CPRM, realizando projetos de pesquisa de carvão para o DNPM desde 1970, usou a experiência acumulada nestes anos, bem como a troca de idéias com alguns técnicos de empresas mineradoras, para adaptar e aplicar uma metodologia mais avançada, dentre aquelas empregadas por países com muito maior tradição do que a nossa, para descrição e avaliação de camadas de carvão.

12.2. Definições Gerais

Várias publicações citadas no final deste trabalho, inclusive algumas em português, definem e descrevem o carvão como uma rocha, em função de seus constituintes microscópicos e mesoscópicos. O quadro da fig.12a, genérico e simplificado, possibilita uma visão de conjunto do problema. A coluna dos macerais mostra os componentes elementares dos carvões, mais ou menos equivalentes às espécies minerais das rochas inorgânicas, e dos quais nos últimos anos tem sido descritos e definidos um grande número de outros (inclusive sub-macerais) mas que de um modo geral são variedades dos tipos básicos aqui apresentados. Os três grupos de macerais tem permanecido os mesmos. Os microlitotipos servem para definir misturas e associações em graus variados de grupos de macerais. No quadro também colocamos apenas os tipos básicos mais diretamente correspondentes aos litotipos e grupos de macerais. É interessante observar que a análise microscópica completa de microlitotipos é a mais demorada, trabalhosa e portanto de custos mais altos, sendo a menos frequentemente realizada. Isto aumenta a importância de se obter uma avaliação geral da camada através da descrição mesoscópica de litotipos, que seria muito grossei

CONSTITUINTES DO CARVÃO (Fig. 12a)

TIPO DE CARVÃO (Facies)	LITOTIPOS		CONSTITUINTES MICROPETROGRÁFICOS			
	CLASSIF. USA (Schopf J.M., U.S.G.S.)	CLASSIF. EUROPÉIA (Stopes: Comitê Intern. Petr.)	MICROLITO TIPOS BÁSICOS	GRUPOS DE MACERAIS	MACERAIS BÁSICOS	
CARVÕES HÚMICOS COM ESTRATIFICAÇÃO (BANDED COALS)	VITRENIO	VITRENIO	VITRITA	VITRINITA	TELINITA COLINITA	
	CARVÃO DETRÍTICO	BRILHANTE	CLARENIO	CLARITA	EXINITA	ALGINITA SPORINITA RESINITA CUTINITA
		MEDIANAM. BRILHANTE		LIPTITA		
		FOSCO	DURENIO	DURITA	INERTINITA	MICRINITA MACRINITA SCLEROTINITA SEMI-FUSINITA FUSINITA
		FUSENIO	FUSENIO	FUSITA		
CARVÕES SAPROPÉLICOS MACIÇOS (NON-BANDED COALS: CANNEL-COALS BOG-HEADS)	CARVÃO DETRÍTICO FOSCO			EXINITA	SPORINITA ALGINITA	

QUANTIFICAÇÃO DAS DESCRIÇÕES MESOSCÓPICAS (Fig. 12b)

	SEM VITRENIO	RARAS (1)	ESPARSAS (2)	MODERADAS (3)	ABUNDANTES (4)	DOMINANTES (7)
SILTITOS E/OU FOLHELHOS CARBONOSOS	0	1	2	3	5	7
SILTITO E/OU FOLHELHOS MUITO CARBONOSOS	1	2	3	4	6	8
CARVÃO DETRÍTICO FOSCO COM MUITO CINZA	2	3	4	5	7	9
CARVÃO DETRÍTICO FOSCO	3	4	5	6	8	10
CARVÃO DETRÍTICO MEDIANAMENTE BRILHANTE	4	5	6	7	9	11
CARVÃO DETRÍTICO BRILHANTE	5	6	7	8	10	12

ramente um substitutivo daquela, mas por outro lado de ob
tenção muitíssimo mais rápida e com menores custos. O ideal
seria termos algumas descrições microscópicas completas das
camadas em cada jazida, que servissem para comparação e ajus
tamento com as descrições mesoscópicas feitas rotineira e
sistematicamente. É neste rumo que devemos nos dirigir a me
dida que haja maior disponibilidade de pessoal e equipamen
tos especializados no Brasil. Na coluna de litotipos inclui
mos as classificações com origem na Europa e U.S.A., das
quais optamos usar a americana, por razões a que nos repor
tamos no próximo item deste trabalho.

A última coluna a esquerda mostra os ti
pos básicos de carvão segundo o facies. Confusões frequen
tes são feitas no Brasil com diferentes critérios de aborda
gem, quais sejam, facies, *grade* e *rank* dos carvões. Cada um
tem a sua importância para a interpretação geológica e estu
do do aproveitamento do carvão, mas não devem ser mistura
dos e usados indiscriminadamente, como temos visto em traba
lhos publicados no país. Para contribuir para o esclareci
mento do assunto, e porque faremos uso deles, procuramos
apresentar os três conceitos de maneira resumida e exempli
ficando com casos brasileiros.

1. Fácies ou Tipo Carbonoso - refere-se os tipos genéticos
primários de carvão, e se expressa na composição petrográfi
ca (macerais) do carvão, conteúdo em matéria mineral (inor
gânica), e algumas propriedades químicas independentes do
rank (teor de enxofre e nitrogênio), além de característi
cas texturais e estruturais da camada. Uma primeira grande di
visão sob este aspecto é aquela mostrada no quadro 12a en
tre carvões húmicos (de origem ligno-celulósica), caracteri
zados mesoscopicamente pelos leitos contendo lâminas de vi
trênio com continuidade lateral significativa, o que lhe
confere estrutura estratificada (*banded-coals*); e os carvões
sapropélicos, *cannel coals* e *bog-heads*, caracterizados por

seu aspecto maciço, microfragmentado, com fratura conchoidal, e constituídos basicamente por macerais do grupo da exinita. As propriedades petrográficas e químicas, apesar de bem definidas em cada tipo, são por vezes transicionais. Os carvões sapropélicos são intermediários entre os carvões húmicos e os folhelhos betuminosos, que são as rochas formadoras de óleo. Os carvões da Bacia do Paraná até agora conhecidos são húmicos, mesmo alguns que apresentam baixa concentração de lâminas de vitrênio (Ex.: Camada Candiota). São conhecidas ocorrências de facies sapropélico como o chamado marahuito na Bahia, e provavelmente o antracito da região do Rio Fresco no Pará. Os folhelhos negros da Fm. Irati são um bom exemplo de rochas kerogênicas, formadoras de óleo (*oil shales*).

Os parâmetros que determinam o desenvolvimento de um determinado facies de carvão são os seguintes:

- Deposição *in situ* ou com transporte dos constituintes vegetais (autóctones ou alóctones). Rearranjos dentro do domínio das turfeiras não são aloctonia, sendo às vezes chamados de hipautoctonia. Os carvões húmicos são essencialmente formados *in situ* (leitos com lâminas de vitrênio) com algumas intercalações hipautóctones (leitos de carvão detrítico fosco, sem vitrênio). Os carvões sapropélicos são hipautóctones no seu conjunto. Carvões comprovadamente alóctones são raros e com muito pequena expressão econômica.
- As comunidades vegetais formadoras da turfa.
- O meio deposicional (terrestre, límnic, marinho).
- Suprimento de nutrientes (eutróficos, oligotróficos).
- Valores de pH, atividade de bactérias, suprimento de S.
- O potencial Redox (aeróbico, anaeróbico).

Todos estes parâmetros são dependentes e interrelacionados a três grandes fatores: a) O desenvolvimento evolutivo da flora. b) O clima. c) A posição geográfica e estrutural (geotectônica) onde se forma a turfa. (TEICH

MULLER & TEICHMULLER, 1975). O grau de subsidência e as alturas relativas do nível de água que existiram durante a formação de uma camada de carvão podem ser aproximadamente deduzidas de sua descrição mesoscópica. Os litotipos ocorrem segundo uma certa ordem do ambiente mais seco para o mais úmido: Fusênio - Vitrênio - Carvão detrítico brilhante - Carvão detrítico fosco - Folhelhos e siltitos carbonosos. A chamada velocidade crítica de subsidência propicia o desenvolvimento máximo de vitrênio. Abaixo desta a matéria orgânica é fortemente oxidada e destruída. Acima passa-se aos tipos carbonosos mais pobres até totalmente estéreis em matéria orgânica.

2. *Grade* do carvão - é dado pelo teor de cinzas, ou de matéria mineral, havendo pequena diferença entre estes dois conceitos. 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, também chamada inerente ou de retenção; poder calorífico; podem ser em determinados casos valores críticos para a caracterização do *grade* de um carvão. De pouco adianta expressar o *grade* de um carvão através do teor de cinzas global de uma determinada camada, a não ser para algumas excepcionalmente ricas, em que aquele valor não ultrapassa algumas poucas unidades percentuais. Usualmente são feitos os chamados ensaios afunda-flutua, em que são determinados os teores de cinza das frações de amostra da camada total que flutuam em líquidos de densidade conhecida. Assim o *grade* é expresso pelos rendimentos percentuais em peso com seu correspondente teor em cinzas e em enxofre. Com estes valores constroem-se em gráficos adequados as chamadas curvas de lavabilidade, que são a melhor maneira de expressar o *grade* de um carvão. As curvas de lavabilidade são função também da faixa granulométrica em que se realizam os ensaios afunda-flutua. O *grade* de um carvão é dependente em grande parte do facies, mas possuem conceitua

ções e métodos de abordagem próprios. Na realidade as curvas de lavabilidade dos carvões, pelo fato de darem-lhes uma caracterização como matéria-prima industrial, são muitíssimo 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-econômicas nos países que são grandes produtores.

3. *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*. Este fato, plenamente aceito por todos os especialistas modernos, leva a frequentes confusões, porque o poder de coqueificação, que é primariamente uma função do *rank*, é uma condição necessária mas não suficiente para que um carvão possa ser considerado metalúrgico, para o que são impostas também especificações de *grade*, ou seja teores de cinza e enxofre. Além disso os rendimentos da fração com um determinado teor de cinzas aceitável para o uso do carvão como coque precisam ser suficientes para tornar a lavra e o beneficiamento economicamente viáveis. O *rank* é essencialmente função da temperatura e 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* 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 vitrinetas (micropetrográfico). Este último tem sido considerado o mais preciso e de maior independência em relação a fatores influenciadores como oxidação, teor de matéria mineral, varia

ção de composição maceral e outros que produzem variações nos resultados de análises químicas sem serem devidos a posição de *rank* do carvão. Certos ensaios que medem capacidade de coqueificante como F.S.I. e Dilatometria são medidas indiretas de *rank*, já que a coqueificação é uma propriedade exclusiva dos carvões betuminosos, embora nem todos os betuminosos sejam coqueificáveis. Pelo fato de indicarem o valor utilitário do carvão como coque são as medidas mais rotineiramente usadas, embora não se prestem para precisar a classificação pelo *rank*. As bacias carboníferas gonduânicas (Brasil, África do Sul, Índia) são as que apresentam maiores problemas quanto a interpretação geológica da posição do *rank* alcançada, fugindo aos esquemas bem estabelecidos para jazidas associadas a geossinclinais do hemisfério norte. Algum trabalho já tem sido feito no sentido de avançar na solução do problema pelas equipes de geólogos da CPRM, inclusive o que levou a descoberta de carvão coqueificável na jazida de Morungava, RGS. No Brasil temos linhitos na bacia do Alto Solimões, carvões sub-betuminosos, betuminosos de alto volátil e até jazidas restritas de antracito, na Bacia do Paraná. Os termos de *rank* aqui utilizados são os da classificação ASTM (USA), a mais empregada comercialmente no mundo inteiro, embora exista uma para cada país produtor importante, e estejam sendo empreendidos esforços no sentido de estabelecer uma classificação de aceitação mundial.

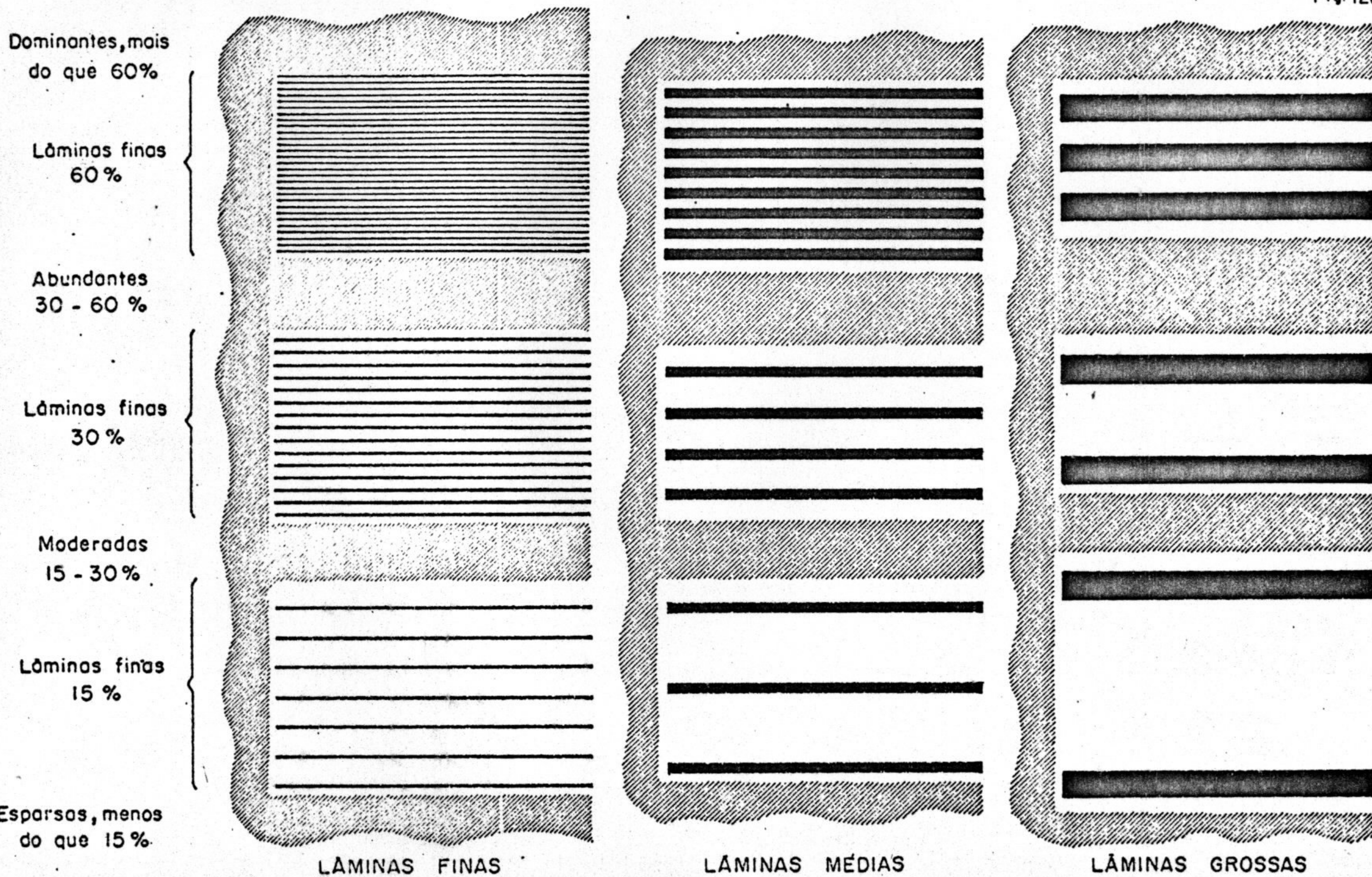
12.3. Características dos Constituintes Mesoscópicos (litolitos) - Metodologia de Descrição das Camadas

Os constituintes que devem ser identificados e descritos mesoscopicamente nas camadas de carvão são os seguintes: 1. Vitrênio - caracterizado pela ocorrência em lâminas bem individualizadas, aspecto vítreo e brilhante, fratura conchoidal. Tende a quebrar-se em pequenas partículas e é um dos principais componentes da poeira de mina. O vitrênio é o que mais se aproxima do conceito de car

vão 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* adequada. A principal vantagem do método aqui proposto é a possibilidade de avaliar quantitativamente e de modo rápido o volume relativo de vitrênio presente numa camada. Inicialmente é estabelecida uma divisão arbitrária das lâminas de vitrênio segundo a sua espessura: Finas, de 0,5 a 2,0mm; Médias, de 2,0 a 5,0mm; Grossas, de 5,0 a 10mm. Abaixo do limite inferior (<0,5mm) o vitrênio é considerado fazendo parte do carvão detrítico. Acima do superior (>1cm), é descrito individualmente. Na proposição de SCHOPF J.M. (1960) as lâminas grossas iam de 5,0 a 50mm, e acima deste limite eram chamadas muito grossas. Como já era norma nos projetos de carvão do DNPM-CPRM considerar espessuras até 1cm como lâminas e acima como leitões, modificamos o critério. A concentração das lâminas de vitrênio em percentagem é estabelecida da seguinte maneira: Raras, até 5%; Esparsas, de 5 a 15%; Moderadas, de 15 a 30%; Abundantes, 30 a 60%; Dominantes, mais de 60%. Aí introduzimos um termo novo, raras, que a maior pobreza de nossos carvões aconselhava. Através dos cartões mostrados na figura 12c, 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. No caso de geólogos principiantes com o método é aconselhável medir cada lâmina e dividir a soma das espessuras pela espessura do intervalo inteiro, transformando o resultado em percentagem e confrontando-o com o obtido pelos cartões. Após algumas poucas camadas descritas isto não será mais necessário, a não ser em casos duvidosos muito próximos dos valores-limite.

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

Fig. 12c



As chamadas fissuras (*cleats*) são nor mais à laminação e restritas em grande parte às lâminas de vitrênio. Sua origem está relacionada à contração por perda de umidade e matéria volátil à medida que o carvão aumenta de *rank*. Por isso a sua densidade nas lâminas de vitrênio é um indicativo geral da evolução de um carvão. Possuem um pa drão bem definido com dois sistemas a $\sim 90^\circ$ nos carvões betu minosos coqueificáveis. Quando estão preenchidas, por piri ta ocasionalmente, e por carbonatos frequentemente, tornam-se facilmente observáveis pelo contraste de coloração. Não devem ser confundidas com fraturas, que não ficam restritas às lâminas de vitrênio, muitas vezes formam ângulos \neq de 90° com a laminação e possuem espessuras e comprimentos mai ores que as fissuras. As fraturas são de origem tectônica e também podem ou não estar preenchidas. A intensidade do bril lho do vitrênio também permite uma avaliação geral de *rank*: Podemos designar três tipos de brilho segundo uma ordem cres cente de *rank*: brilho resinoso, brilho vítreo (carvões co queificáveis) e brilho forte de aspecto metálico (antraci tos). O emprego destes termos depende evidentemente de bas tante experiência e critérios pessoais de comparação. 2. Fu sênio - é aquele constituinte que lembra o carvão vegetal. Ocorre em lentes ou lâminas geralmente finas com poucos cm de comprimento. É friável, desagregando-se com facilidade em particulas finas à passagem do estilete ou canivete, a não ser que esteja misturado e cimentado por argila, carbonatos, etc.. Tem aspecto poroso e estrutura fibrosa quando examina do paralelamente as lentes, o que é fácil de conseguir pois o carvão tende a partir-se segundo estes planos onde ocorre o fusênio. Não apresenta fissuras e é o constituinte que su ja os dedos. As lentes ou lâminas que podem ser individuali sadas como de fusênio são pouco frequentes, mesmo em carvões gonduânicos, e de difícil quantificação. Podem ocorrer teo res significativos de fusênio disseminado no constituinte que veremos a seguir, e que somente poderá ser identificado pela sujeira que ficar nos dedos ao passá-lo pelo carvão. 3.

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 que 0,5mm são considerados fazendo parte do 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 apresenta maior teor em matéria mineral, argilas e silte na maior parte, que se misturaram mais ou menos intimamente aos fragmentos vegetais à época da formação das turfas. Uma adaptação que fizemos da definição original é a de carvão detrítico fosco com muita cinza, que se refere a termos próximos do limite de folhelhos e siltitos carbonosos, e seria equivalente ao *impure coal*, embora este termo seja aplicado para mais do que 30% de cinzas, e o nosso para 45 a 50%. Somente a prática permite ao geólogo avaliar visualmente este limite, mesmo assim com alguma imprecisão. SCHOPF J.M. (1960) propõe caracterizar o carvão detrítico pelo seu brilho, em cinco termos padrões. Reduzimos este número para três, tentando simplificar e ao mesmo tempo evitar diferenças excessivas de um observador para outro. Assim propomos, além do já referido carvão detrítico fosco com muita cinza, os seguintes: carvão detrítico fosco - carvão detrítico medianamente brilhante - carvão detrítico brilhante. O padrão de comparação são as próprias lâminas de vitrênio com mais de 0,5mm. Carvão detrítico brilhante é aquele com brilho muito próximo do vitrênio puro. Deve-se observar cuidadosamente a presença ou não de sub-laminação antes de designar um carvão detrítico como brilhante. Neste as sub-lâminas de vitrênio ocupam pelo menos 50% do volume de carvão detrítico. O termo medianamente brilhante é aplicado 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. Para estas observações é conveniente empregar uma lupa de mão, mesmo de pequeno aumento, e muito boa iluminação. 4. Estéril

intercalado - As rochas sedimentares que ocorrem intercaladas nas camadas de carvão, e são percentualmente importantes em jazidas de baixo *grade* como no Brasil, na sua grande parte possuem conteúdo em matéria orgânica, ou seja, são siltitos e folhelhos carbonosos de coloração variando de variando de cinza-claro a pretos. Deve-se descrevê-los em função desta presença de matéria orgânica, em termos gerais, pouco carbonosos, carbonosos e muito carbonosos, com a tonalidade de cinza presente (cinza-claro, cinza, cinza-escuro, preto), assinalando, se for o caso, a presença de fragmentos de vitrênio, fusênio ou carvão detrítico. Tipos especiais, como os genericamente chamados *tonsteins*, devem ser levados em muita conta pois podem ser guias de correlação preciosos. Estes são rochas claras, com conteúdo em argila muito grande, por vezes apresentando continuidade lateral em áreas muito extensas. Exemplos no Brasil são o siltito Barro Branco, que deu nome à camada que o contém, a camada de argila que separa os bancos superior e inferior da Camada Candiota, e um pequeno leito-guia encontrado no terço inferior da Camada Superior da jazida do Irui. Devem ser anotados ocorrências de pirita, carbonatos e outros, o mais quantitativamente possível, e a forma de ocorrência, se em nódulos ou concreções, disseminado, preenchendo fraturas ou fissuras, etc. Com alguma frequência ocorrem nos sedimentos estéreis fragmentos de carvão e siltitos carbonosos em forma de galhas ou bolas. Estas informações são importantes pela sua implicação genética, bem como a de estruturas de escorregamento, erosivas e assemelhadas. As rochas encaixantes próximas, acima da capa e abaixo da capa, merecem descrição com um certo detalhe, pela sua importância para uma futura lavra da camada.

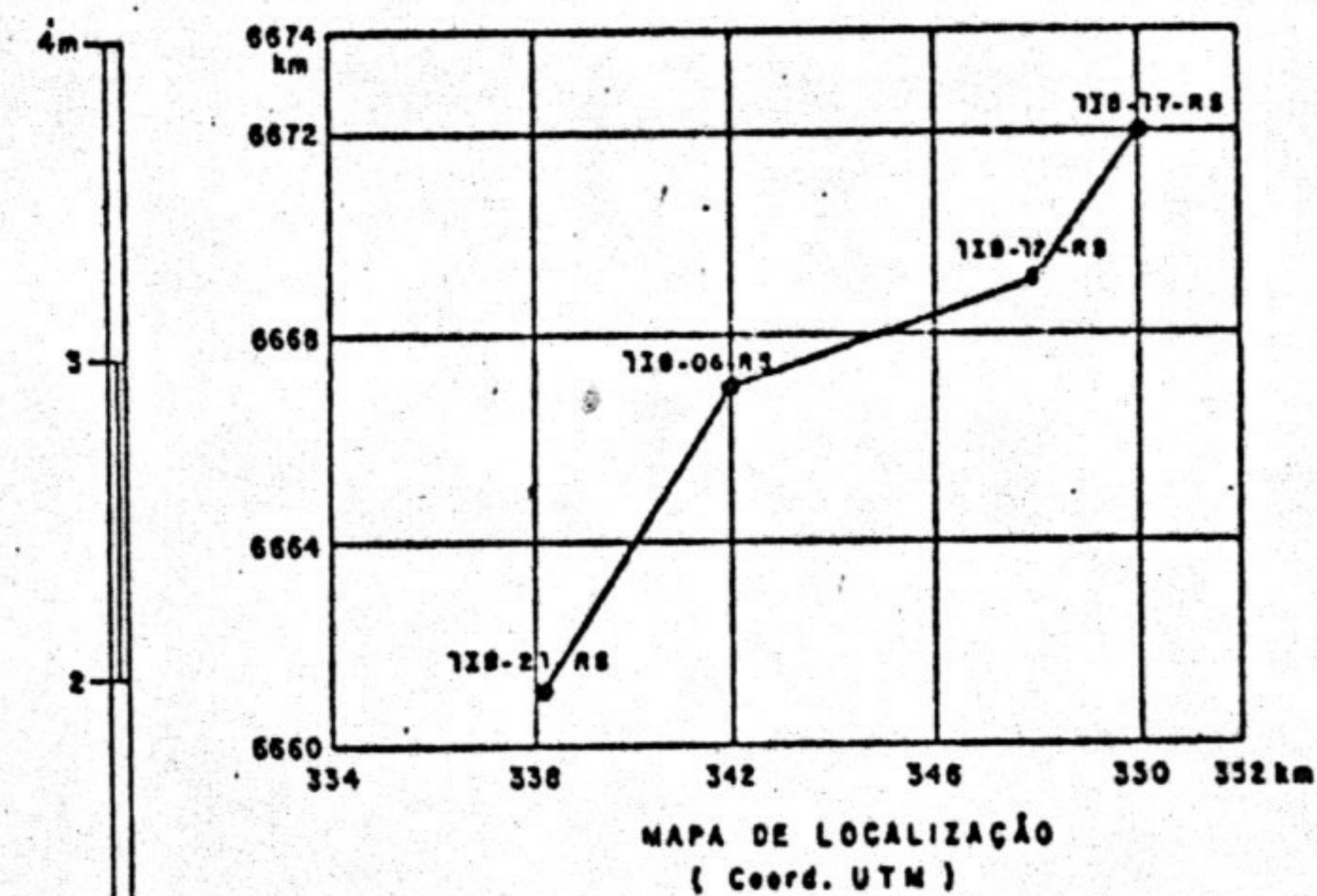
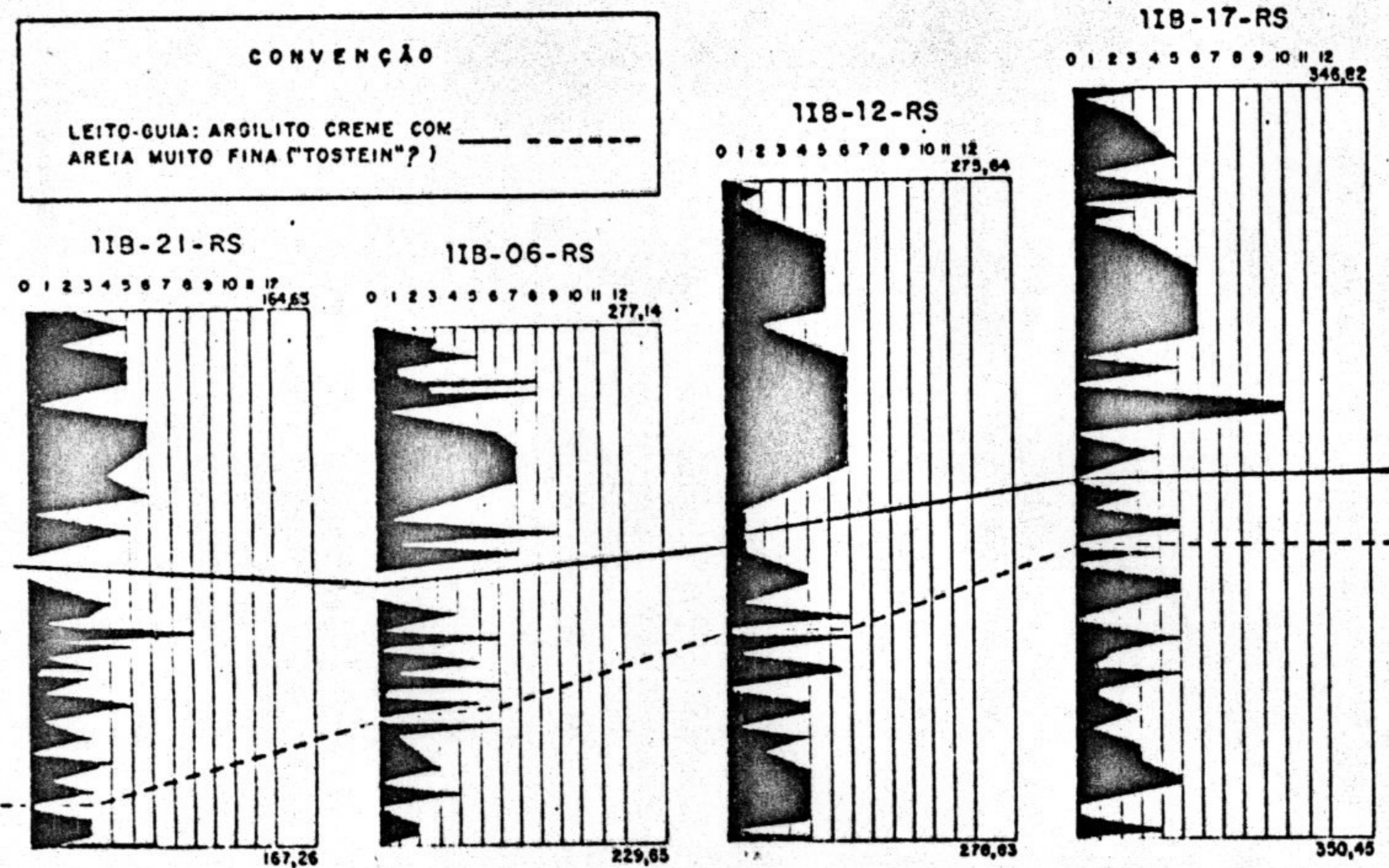
Uma vez estabelecidos estes conceitos toma-se a camada em foco e vai-se descrevendo-a de cima para baixo segundo os intervalos homogêneos pela concentração de lâminas de vitrênio (pode haver variações de espessura) e

brilho do carvão detrítico ou leitos de estéril intercalados. Uma descrição típica seria a seguinte: 0,15 a 0,25m (0,10m) - "Carvão detrítico fosco com lamina finas e médias moderadas de vitrênio. Raros pequenos nódulos de pirita. Fissuras abundantes preenchidas por carbonatos". Na nossa experiência verificou-se ser desaconselhável descrever de uma vez intervalos maiores que 0,30m, mesmo que aparentemente homogêneas, pela necessidade de muitas comparações sucessivas com os cartões no mesmo intervalo, e erros que isso introduz. Estas descrições podem ser feitas em afloramentos, faces livres de frentes de mineração ou testemunhos de sondagem. É importante anotar em cada caso dificuldades que podem ocorrer e sejam incontornáveis, para que haja uma medida da confiabilidade da descrição. Afloramentos quase sempre estão alterados, oxidados e pode não haver tempo ou condições de prepará-lo convenientemente. Em minas subterrâneas frequentemente a iluminação é precária ou nem toda a camada está a descoberto. Em testemunhos de sondagem é absolutamente indispensável abri-los ao meio, para obter-se faces frescas e não polidas pela coroa de diamantes. Testemunhos muito fragmentados e/ou com baixa recuperação oferecem péssimas condições, e isto deve ser observado. A decisão de preferência pela metodologia de SCHOPF J.M. ao invés da construção dos chamados perfis macropetrográficos com a terminologia recomendada pela Comissão Internacional de Petrografia de Carvão, foi a maior simplicidade e rapidez na obtenção de dados quantitativos dos teores de vitrênio pelos cartões, e porque nos parece que a definição de carvão detrítico (*attrital coal*) está mais de acordo com o que se vê do que as de clarênio e durênio. De qualquer modo há uma correspondência bastante estreita entre os termos carvão detrítico fosco e durênio. Carvão detrítico medianamente brilhante corresponderia aos termos intermediários, claro-durênio e duro-clarênio, que foram criados mais recentemente. Vitrênio e fusênio são exatamente correspondentes num e noutro método.

12.4. Aplicações em Casos Brasileiros

As descrições dos vários intervalos são de difícil avaliação e comparação com outras camadas se não dispusermos de uma visualização global das mesmas. Em função disso fizemos a tentativa, original, de criar uma escala de valores para as descrições, crescente segundo os teores de vitrênio. Tal escala está expressa no quadro da fig. 12b. Atribui-se valores para cada descrição de estéril, carvão detrítico e concentração de lâminas de vitrênio, que somadas dão o número de pontos em cada intervalo, de 0 a 12. Com estes valores numéricos pode-se obter gráficos representativos da camada e definir-se vários índices para tentar outras interpretações. O somatório de qualidade (Sq), seria a soma dos produtos das espessuras de cada intervalo pelo número de pontos atribuído ao mesmo. A razão de qualidade (Rq) é o somatório de qualidade dividido pela espessura total da camada. A relação carvão/esteril (CE) é a soma das espessuras dos leitos de carvão dividida pela espessura total da camada. Esta última (CE) pode ser obtida diretamente do perfil básico tradicional. Outros índices que utilizamos são as relações $Rq \times CE$ ou Rq/CE . Na fig. 12d mostramos as representações gráficas construídas a partir das descrições mesoscópicas de quatro amostras de testemunhos da Camada Superior da Jazida da Irui. Os furos de sonda de onde foram obtidas se situam no eixo principal da jazida e estão equidistantes de 4 a 6 km. Pode-se observar a nítida separação em dois bancos, com o superior mostrando concentrações de vitrênio bem mais altas que o inferior. Isto significa que o banco superior é de ambiente mais seco, e que o inferior foi depositado em condições sub-aquáticas na sua maior parte. Esta diferenciação no perfil da camada é um ótimo critério de correlação, acrescido da presença de um fino mas constante leito de argilito creme mostrado na fig. Sob o ponto-de-vista de *grade* a figura nos dá uma idéia geral do predomínio forte do carvão detrítico mais intercalações de

Fig. 12 d

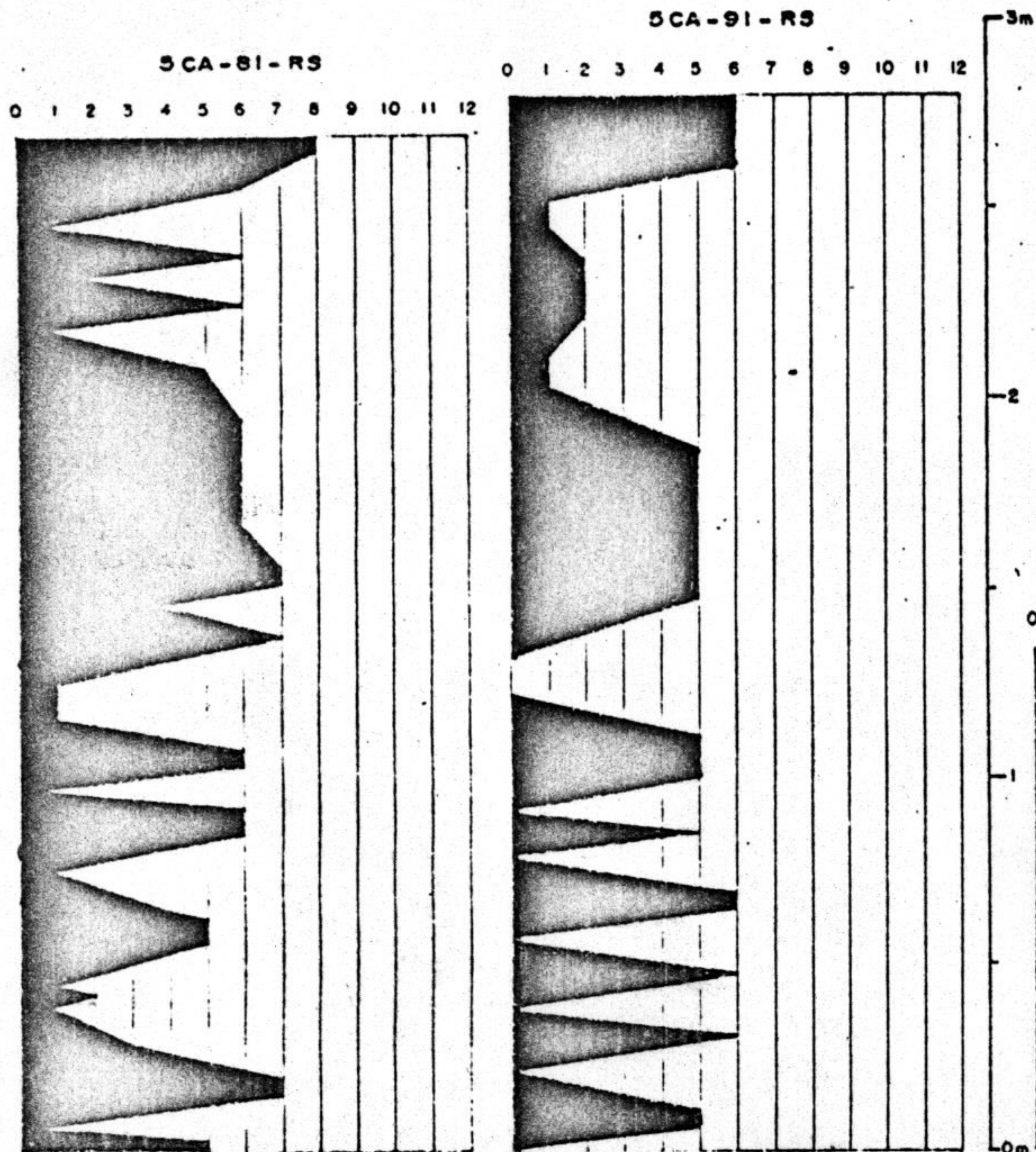


**CORRELAÇÃO DE PERFIS MESOSCÓPICOS
DA CAMADA SUPERIOR DO IRUI**

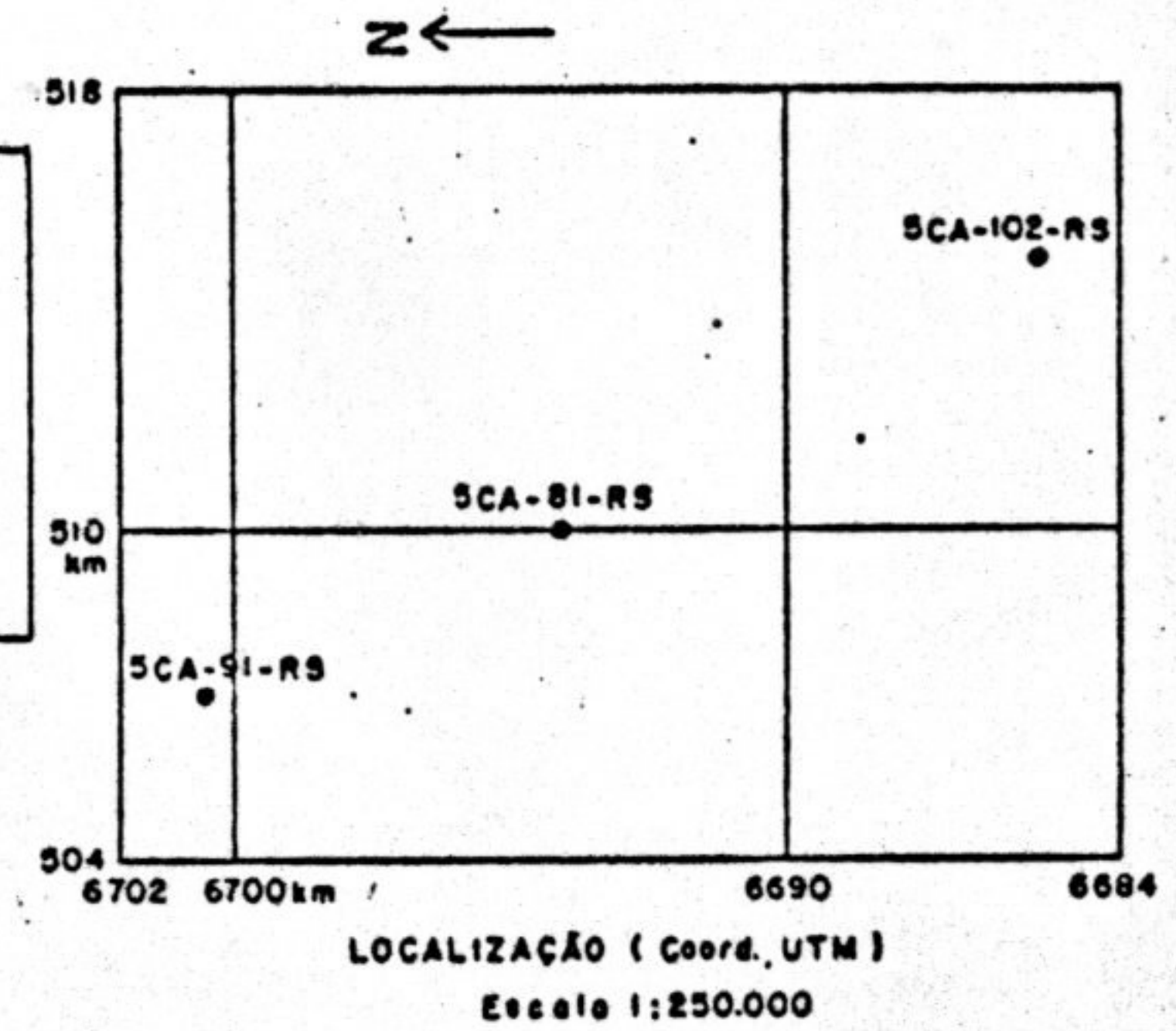
estéril sobre as lâminas de vitrênio e consequentes baixas percentagens das frações mais leves e com menores teores de cinza. O *rank* destes carvões, sub-betuminosos de alto volátil C, não-aglomerantes, tem uma indicação no desenvolvimento pouco pronunciado de fissuras no vitrênio e no brilho resinoso, pouco marcante, deste constituinte. Na fig. 12f apresentamos a reta de correlação estatística calculada pelo método de mínimos quadrados e os seus parâmetros, coeficiente de correlação, inclinação e intersecção com o eixo dos Y, para os índices Somatório de Qualidade (Sq) contra o rendimento em ton/m² esperado para a fração da camada total que flutua em líquido de densidade 2,00, obtido em ensaio afunda flutua na faixa granulométrica 1/8" X 200 mesh. Com este gráfico prova-se a viabilidade de estabelecer relações quantitativas entre as descrições mesoscópicas e as análises físico-químicas, de modo ao menos aproximado. O índice Sq é função da qualidade (*grade*) do carvão em si, da espessura da camada total e da relação carvão na camada para camada total (CE). O rendimento em ton/m² é obtido pela multiplicação da espessura da camada total, pelo peso específico da mesma e pela fração flutuada em líquido de densidade 2, de modo que os fatores são os mesmos ou interdependentes e concorrentes no mesmo sentido, mas determinados por métodos diversos, ou seja, por descrição mesoscópica segundo os litotipos (Sq) e por análise físico-química (o rendimento).

Na fig. 12e vemos representações gráficas das camadas Morungava (2) e Morungava (6). Percebe-se claramente as maiores concentrações de vitrênio na camada (2), e portanto um mais alto *grade* esperado para esta. Isto indica maior velocidade relativa de subsidência, soterramento mais rápido e sob menor lâmina d'água para a camada Morungava (2). Do ponto de vista de avaliação de *rank* ambas mostram brilho vítreo conspícuo e fissuramento bem desenvolvido nas lâminas de vitrênio, frequentemente com preenchimento por carbonatos. Pode-se ainda notar intensidade ligeiramente maior

CAMADA MORUNGAVA ⑥



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE
 DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA DE
 CAMADAS DE CARVÃO DA
 JAZIDA DE MORUNGAVA, RS



CAMADA MORUNGAVA ②

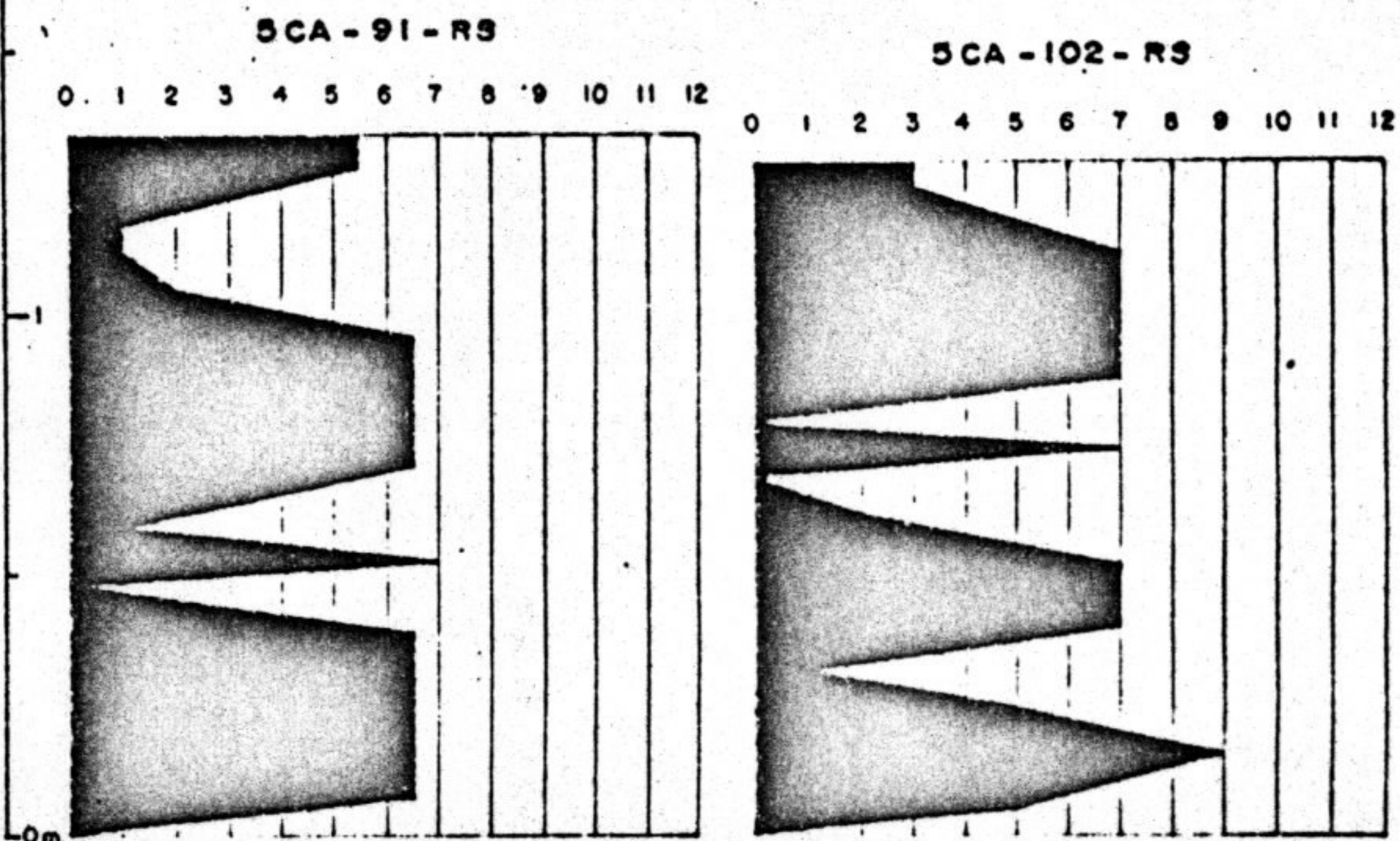
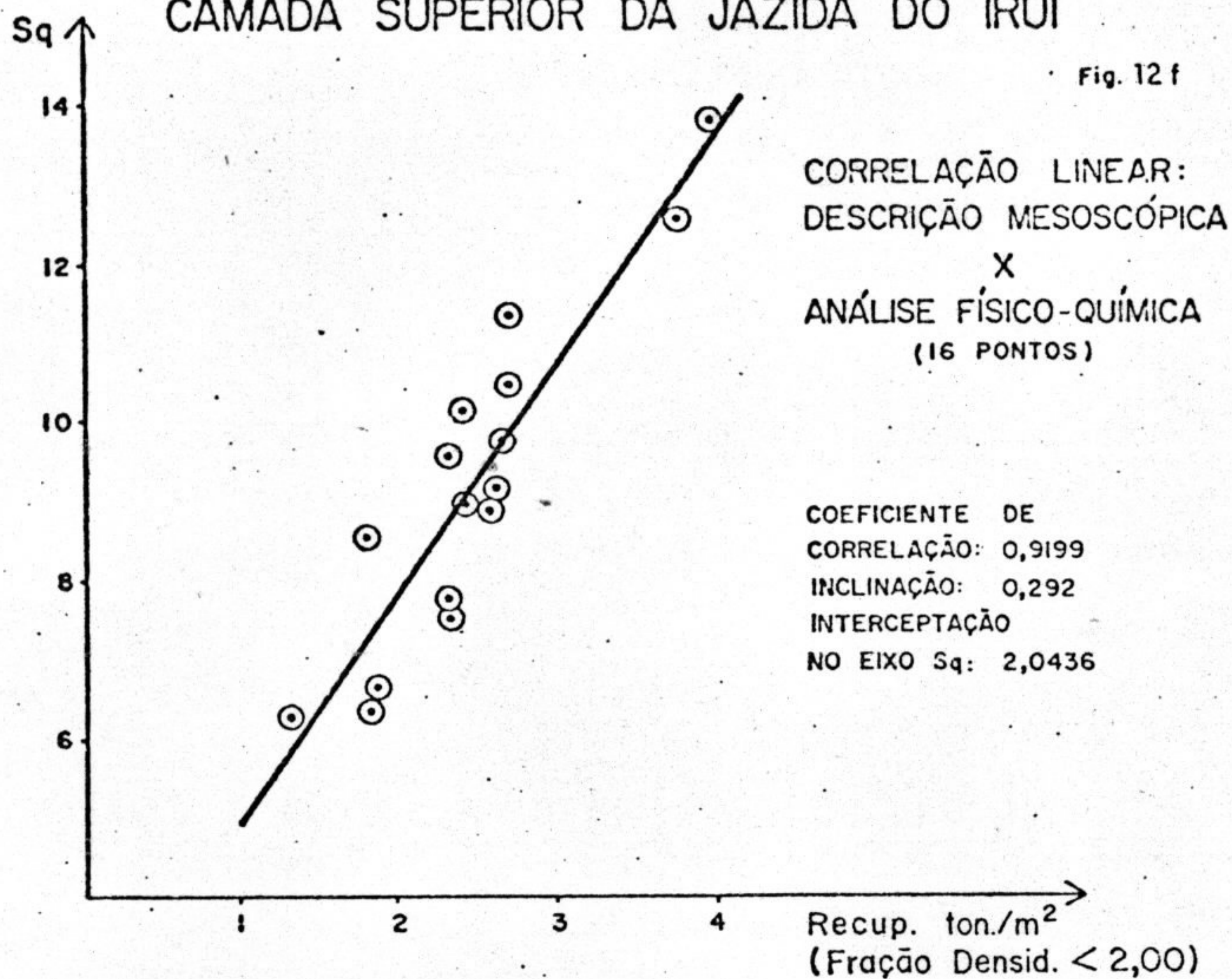


Fig. 12 e

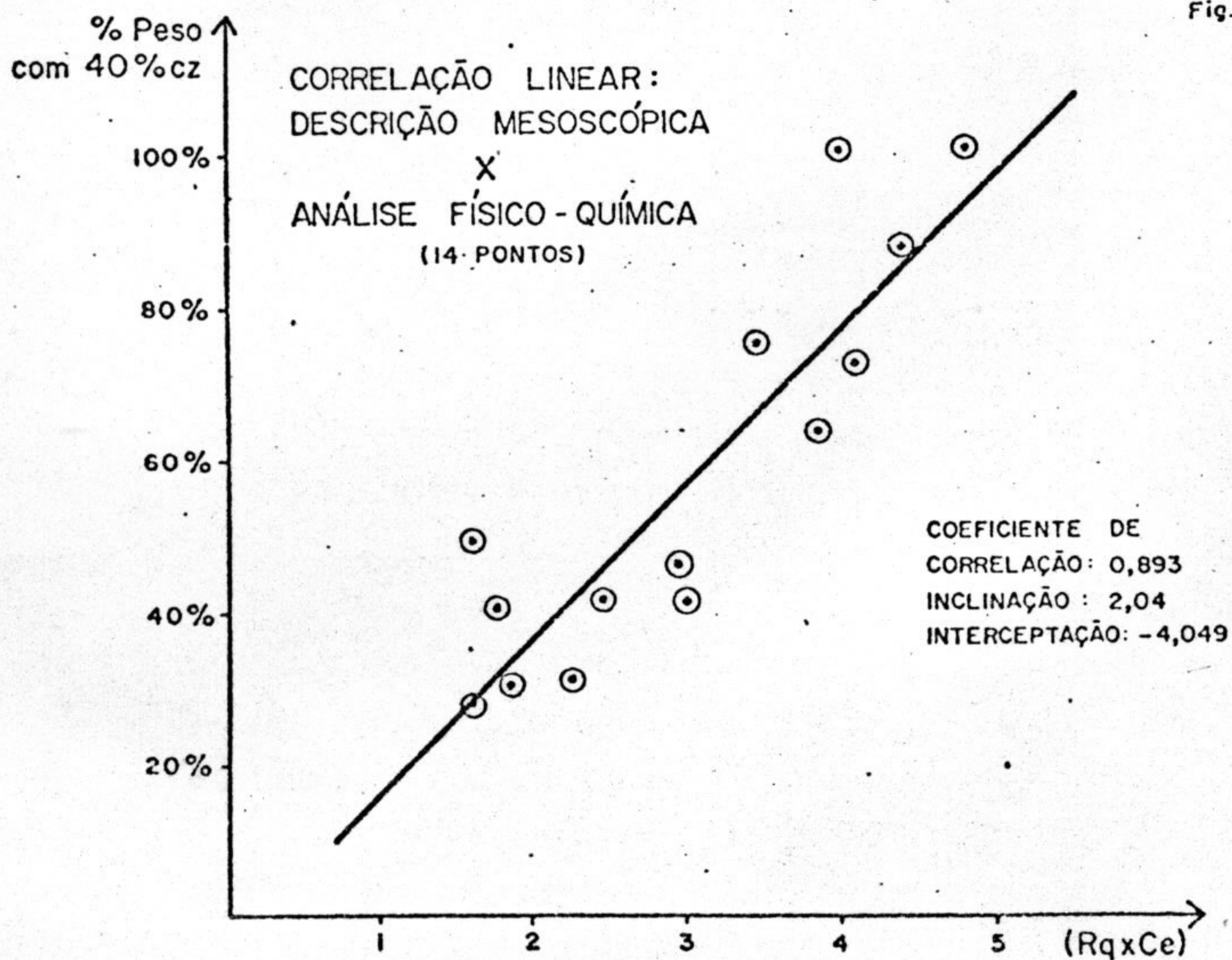
CAMADA SUPERIOR DA JAZIDA DO IRUI

Fig. 12 f



CAMADAS MORUNGAVA (2) e (6)

Fig. 12 g



destes fenômenos na camada Morungava (6), e isto é confirmado pelas determinações de F.S.I. sistematicamente mais altas para a mesma. De passagem confirma-se mais uma vez a independência do *rank* em relação ao *grade*, já que os dois parâmetros são inversos nas duas camadas. Na fig. 12g mostra-se a correlação entre o índice (Rq X CE) e as recuperações percentuais com 40% de cinzas calculadas dos resultados de ensaios físico-químicos pelo gráfico de Mayer, para uma série de amostras das duas camadas em diversos furos de sonda. Novamente comprova-se a possibilidade de avaliação aproximada do *grade* pela quantificação da descrição dos constituintes mesoscópicos. As características obtidas pelos índices e gráficos nos permitem avaliar as condições de deposição (facies) da jazida de Morungava em relação as demais da Bacia do Paraná, mostrando que nesta, semelhantemente a do Leão, atuaram velocidades de subsidência um pouco maiores que as normais para o conjunto da bacia, submetida a lentos e de pequena amplitude basculamentos epirogenéticos. Isto se deve provavelmente a falhamentos regionais de movimentos verticais reativados a época da deposição das camadas, especialmente as de maior *grade* como a (2), e a um maior fechamento, isolamento e proteção quanto ao aporte de clásticos, das áreas baixas onde se desenvolviam as turfeiras, pela paleotopografia do embasamento. No caso da jazida de Morungava em que a camada (2) se situa na porção superior do pacote, a compactação diferencial entre as áreas baixas já parcialmente preenchidas e as áreas altas com embasamento ainda exposto deve ter tido algum efeito, mas no nosso entender insuficiente para explicar toda a diferença.

12.5. Conclusões

A nossa experiência na aplicação do método em muitas dezenas de amostras de camadas nos mostra que após um certo treino do geólogo que o emprega, o tempo necessário é apenas um pouco maior do que o usado para a des

crição do perfil básico. A escala vertical 1/20 é suficiente para estudos rotineiros em áreas amplas, podendo-se utilizar 1/10 em trabalhos de maior detalhe. O equipamento necessário é praticamente o mesmo, um partidor de testemunhos tipo guilhotina, lupa de mão, os cartões de comparação, trena de 2 ou 3 metros, canivete ou estilete, ácido clorídrico, caneta, papel, etc. Todos de fácil obtenção e baixo custo.

Fatores de várias ordens e causas afetam a qualidade das descrições, correlações estatísticas e geológicas e demais interpretações, alguns já mencionados em itens anteriores. Para que haja uma compreensão das dificuldades e limitações vamos citá-los e explicá-los brevemente:

a) Variações de critério de descrição entre vários observadores; pela nossa experiência em que seis geólogos descreveram em áreas e momentos diferentes camadas de carvão, estas diferenças podem ser reduzidas a um mínimo desprezível se forem observadas criteriosamente as regras apontadas neste trabalho. Sempre que possível um técnico principiante deverá ser acompanhado e instruído nas primeiras descrições por outro com maior experiência.

b) Má testemunhagem em furos de sonda; além do emprego das técnicas de sondagem indicadas para obtenção de boas recuperações é conveniente que o geólogo acompanhe a testemunhagem das camadas de carvão *in loco*, e principalmente a retirada dos testemunhos do barilete e colocação nas caixas. Além das recuperações lineares deve-se medir a recuperação volumétrica pela expressão: $(\text{Peso da amostra} / \text{Peso esperado para o cilindro de testemunho}) \times 100$. Este cálculo só poderá ser feito após as determinações de peso específico e peso da amostra da camada total, no laboratório. Seria altamente conveniente desenvolver a técnica de desvio de furos e testemunhar mais de uma vez as camadas importantes, para eliminar qualquer dúvida de recuperação e obter-se maior volume de amostra para os ensaios de laboratório, especialmente em furos profundos

(> 200m). c) Influência da pirita; pelo seu peso específico, 2 a 5 vezes maior que os outros constituintes usuais introduz distorções nas relações percentuais das diversas frações de flutuação. Pode-se empregar fórmulas de correção, desde que a maior parte do enxofre determinado seja piritico, o que é fácil de verificar na maioria dos casos. d) Emprego de uma escala de quantificação das descrições mais ajustada com as relações matéria orgânica/matéria inorgânica (cinzas) que se obtêm nos ensaios afunda-flutua; no momento estamos recalculando os índices de todas as camadas para outra escala, adotando fórmulas de correção para enxofre pirítico, recuperações volumétricas e outras, com o que espera-se aumentar a precisão nas correlações estatísticas com as análises físico-químicas.

Para concluir queremos dizer que esperamos ter comprovado a eficiência, simplicidade e utilidade prática e científica do método apresentado.