

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROJETO GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

"Açoio Pitanguieira"

ALVARÁS

1867/79

3011/79

1962/79

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE - RS

1982

PROJETO GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

ÍNDICE DE VOLUMES

VOLUME I Texto
 Figuras
 Tabelas
 Quadros
 Anexos

VOLUME II Anexos

SUMÁRIO

	Pág.
APRESENTAÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 - Finalidade, Situação Legal e Execução do Projeto	2
1.2 - Localização das Áreas e Vias de Acesso	4
1.3 - Aspectos Fisiográficos	4
1.4 - Metodologia de Trabalho	7
2. GEOLOGIA REGIONAL	11
2.1 - Considerações Gerais	11
2.1.1 - Unidades Pré-Gonduânicas	11
2.1.1.1 - Grupo Porongos	11
2.1.1.2 - Formação Guaritas	13
2.1.2 - Unidades Gonduânicas	13
2.1.2.1 - Subgrupo Itararé	13
2.1.2.2 - Formação Rio Bonito	17
2.1.2.3 - Formação Palermo	19
2.1.2.4 - Formação Iratí	20
2.1.2.5 - Formação Estrada Nova	21
2.1.2.6 - Formação Rio do Rasto	22
2.1.3 - Unidades Pós-Gonduânicas	23
2.1.3.1 - Terciário/Quaternário Indiferenciado	23
2.1.3.2 - Quaternário Holocênico Aluvionar/Coluvionar	25
2.2 - Tectônica	25
3. SONDAGEM	28
4. PERFILAGEM	30

5.	CAMADAS DE CARVÃO NA FORMAÇÃO RIO BONITO E SUAS CORRELAÇÕES	33
6.	CARACTERÍSTICAS DO CARVÃO PESQUISADO	45
6.1	- Generalidades	45
6.2	- Camadas de Carvão	47
6.2.1	- Camada Candiota (CBS + CBI)	47
6.2.2	- Camada CI ₂	48
6.2.3	- Camada (CI ₃ + CI ₄)	48
6.2.4	- Camada CS ₂	49
7.	QUALIDADE DO CARVÃO - ANÁLISES	53
8.	CÁLCULO DE RESERVAS	65
8.1	- Método Utilizado	65
8.1.1	- Critérios Anteriores	65
8.1.2	- Critérios Atuais	66
8.1.3	- Critérios Específicos	67
8.2	- Espessuras Mínimas e Características do Carvão Cubado	68
8.3	- Principais Trechos Mineráveis	69
8.3.1	- Reservas a Céu Aberto	69
8.3.2	- Reservas Subterrâneas	69
9.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MERCADO DE CARVÃO	79
10.	CONSIDERAÇÕES SOBRE A LAVRA NAS ÁREAS PESQUISADAS	83
10.1	- Subterrânea	83
10.2	- A Céu Aberto	84
11.	PERSPECTIVAS DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO	86
11.1	- Estudos Complementares	86
11.2	- Acesso e Transporte	86
11.3	- Vilas Operárias	87
11.4	- Energia Elétrica	88

11.5 - Água	88
11.6 - Investimentos	89
11.7 - Preços de Venda	89
12. CONCLUSÕES	91
13. BIBLIOGRAFIA	93
14. SÍNTESE DO RELATÓRIO	

VOLUME I

FIGURAS

- 1 - Localização Geográfica da Área
- 2 - Planta de Situação da Área
- 3 - Litofaciologia do Gondwana em Sul de Candiota
- 4 - Seção Estratigráfica W-E
- 5 - Seção Geológica W-E
- 6 - Correlação entre Teores em Cinzas e Pesos Específicos
- 7 - Gráfico de Mayer das Camadas CBS + CBI e $CI_3 + CI_4$
- 8 - Gráfico de Mayer das Camadas CS_4 , CS_2 , CI_2 e CI_5

TABELAS

- I - Dados Litoestratigráficos
- II - Correlação das Camadas de Carvão
- III - Dados das Camadas de Carvão
- IV - Dados Físicos das Camadas de Carvão
- V - Dados de Análises
- VI - Reservas Geológicas *in situ* por Camada
- VII - Reservas Geológicas *in situ* por Área

QUADROS

- 1 - Situação Legal
- 2 - Furos Executados por Área
- 3 - Coluna Estratigráfica Resumida
- 4 - Dados dos Furos Executados

VOLUME II

ANEXOS

BOLETINS DE ANÁLISES

PERFIS DESCRITIVOS DE FUROS DE SONDA

ESCALAS 1:500 e 1:100

SC-11-RS
SC-12-RS
SC-21-RS
SC-23-RS
SC-24-RS
SC-25-RS
SC-26-RS
SC-27-RS
SC-28-RS
SC-37-RS
SC-38-RS
SC-39-RS
SC-41-RS
SC-42-RS
SC-43-RS
SC-44-RS
SC-45-RS
SC-46-RS
SC-47-RS
SC-48-RS

APRESENTAÇÃO

Em cumprimento ao estabelecido nos artigos 25, 26 e 27 do Regulamento do Código de Mineração, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - vem submeter à apreciação do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM - o Relatório Final de Pesquisa referente às áreas a ela outorgadas, para a pesquisa de carvão mineral, nos municípios de Bagé, Pinheiro Machado e Herval, Estado do Rio Grande do Sul, pelos Alvarás números 1867/79, 3011/79 e 1962/79.

Neste relatório, apresenta-se a avaliação das camadas de carvão julgadas economicamente aproveitáveis, considerando-se a qualidade do carvão, espessura das camadas e o condicionamento geológico, para cada área, emitindo-se ainda sugestões quanto ao tipo de mineração a ser empregado.

1. INTRODUÇÃO

As áreas do presente relatório fazem parte do Projeto Grande Candiota. Constituem um grupo de três (3) das dezoito (18), que compõem o denominado internamente de Bloco Sul de Candiota. Representa uma contribuição da CPRM no sentido de cumprir meta governamental de viabilização de mineração de carvão em regiões de ocorrência desse bem mineral. Tem como objetivo cumprir as exigências técnicas e legais impostas pelo Regulamento do Código de Mineração àquelas empresas ou entidades que detêm alvarás de pesquisa de substâncias minerais.

A região de Candiota apresenta recursos de carvão estimados em 8×10^9 t, o que representa cerca de 50% dos recursos brasileiros. No setor de Seival, há blocos que vêm sendo minerados há mais de vinte anos, pertencendo hoje à Cia. Riograndense de Mineração - CRM. Em vista disso, a CPRM, desde 1978, não tem poupado esforços para elevar à categoria de reservas medidas estes recursos e, por conseguinte, obter um melhor conhecimento geológico sobre a região, através do desenvolvimento de projetos específicos.

A pesquisa, nestas áreas, foi iniciada em 1978, sendo intensificada no decorrer de 1981.

1.1 - Finalidade, Situação Legal e Execução do Projeto

Este relatório objetiva avaliar e dimensionar as reservas de carvão de três áreas que totalizam 4.046,75 ha, requeridas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM na região de sul de Candiota, municípios de Bagé, Pinheiro Machado e Herval, Estado do Rio Grande do Sul

Tais áreas estão especificadas no quadro abaixo:

ÁREA	PROCESSO DNPM	ALVARÁ			SUPERFÍCIE (ha)
		NÚMERO	DATA	D.O.U.	
A-17	814.965/74	1867/79	14.05.79	25.05.79	1.348,50
A-18	814.966/74	3011/79	12.07.79	06.08.79	1.075,00
A-19	814.967/74	1962/79	28.05.79	01.06.79	1.623,25
SUPERFÍCIE TOTAL					4.046,75

QUADRO 1

O projeto foi de iniciativa do Departamento de Pesquisas Próprias da CPRM, tendo, posteriormente, passado à responsabilidade do PROESP-CARVÃO. Esteve a cargo da Superintendência Regional de Porto Alegre, através do Geólogo Aramis José Pereira Gomes, que contou com a colaboração direta do Geólogo Carlos Alberto Coelho Favilla. O controle e supervisão de campo, descrição litológica dos testemunhos e do detalhe do carvão, integração dos dados obtidos e elaboração do relatório contou com a participação dos Geólogos Carlos Anunciação da Silva, Eduardo Camozzato, Jorge Eduardo P. Maron, José Alcir P. Ribeiro, Olinto Gabriel Lovato, Paulo César R. Brito, Renato Gomes Santos, Ricardo da C. Lopes, Rui S.F.X. Martins Margalho e Wilson Wildner. O mapeamento geológico foi realizado pelo Geólogo Nelson Ramos de Menezes Filho.

A coordenação através do PROESP-CARVÃO foi dos Geólogos João A.C. Fabrício e Telmo L.N. Rodrigues, do Eng^o Telmo Stüffert e pela COREMI, do Geólogo Vitório Orlandi Filho.

A sondagem dos furos foi executada por equipes da CPRM, que estiveram a cargo dos Geólogos Antonio Gugliotta e Elias Vogt, sob a coordenação do Geólogo Cladis A. Presotto, da DIVPES-PA, bem como por equipes da Geologia e Sondagens-Ltda - GEOSOL, contratada como empreiteira.

Foi responsável técnico da CPRM, o Engenheiro Civil e de Minas José Aloisio Paione, Chefe do DEPEP.

1.2 - Localização das Áreas e Vias de Acesso.

As áreas situam-se nos municípios de Bagé, Herval e Pinheiro Machado, Estado do Rio Grande do Sul, a aproximadamente 15 km ao sul da Mina de Candiota e a 53 km a sudeste da cidade de Bagé (figuras 1 e 2).

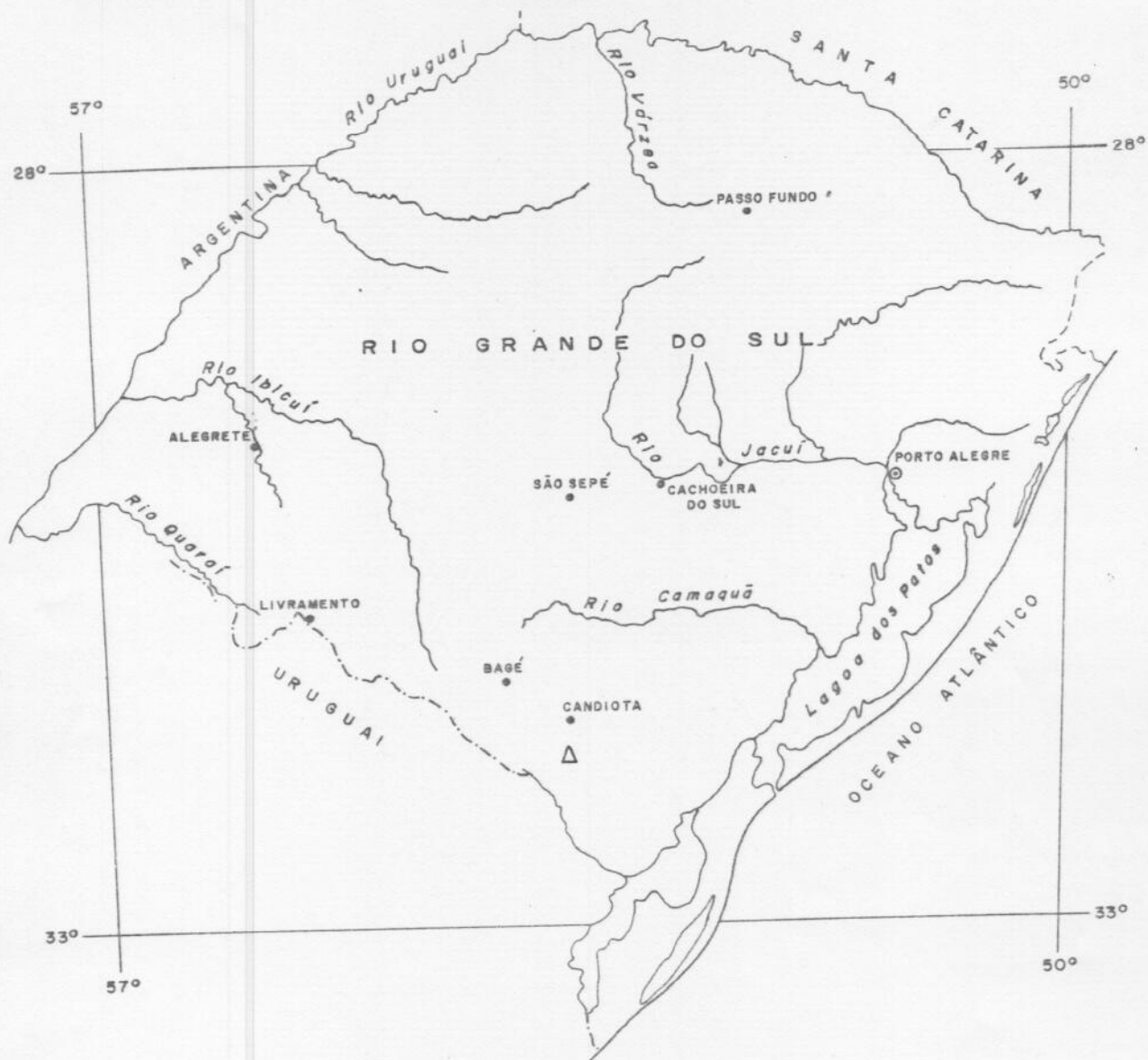
A localidade mais próxima é Pedras Altas, situada aproximadamente 7 km a leste das áreas de pesquisa. O acesso pode ser feito pela rodovia asfaltada BR-293 que liga Bagé a Pelotas até à Vila Operária da CEEE. Neste local toma-se a variante, também asfaltada, que vai à U.T.E. Presidente Médici, seguindo-se logo após a ponte sobre a RFFSA em direção a Pedras Altas por estradas intermunicipais de revestimento solto, de difícil tráfego em época chuvosa.

A ligação Bagé-Porto Alegre, por terra, faz-se a través da BR-153 e BR-290, totalizando 380 km. Por via aérea, com vôos regulares diários da Rio Sul, exceto aos sábados e domingos.

1.3 - Aspectos Fisiográficos

A região em estudo enquadra-se na unidade fisiográfica denominada Depressão Periférica do Rio Grande do Sul, sendo caracterizada por elevações suaves, arredondadas, com encostas de declividade moderada, formando *coxilhas* recobertas por gramíneas, constituindo-se nos melhores pastos do país para a pecuária.

Vegetação de maior porte, atualmente, só se faz presente ao longo dos riachos e arroios, formando matas ci-

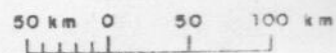


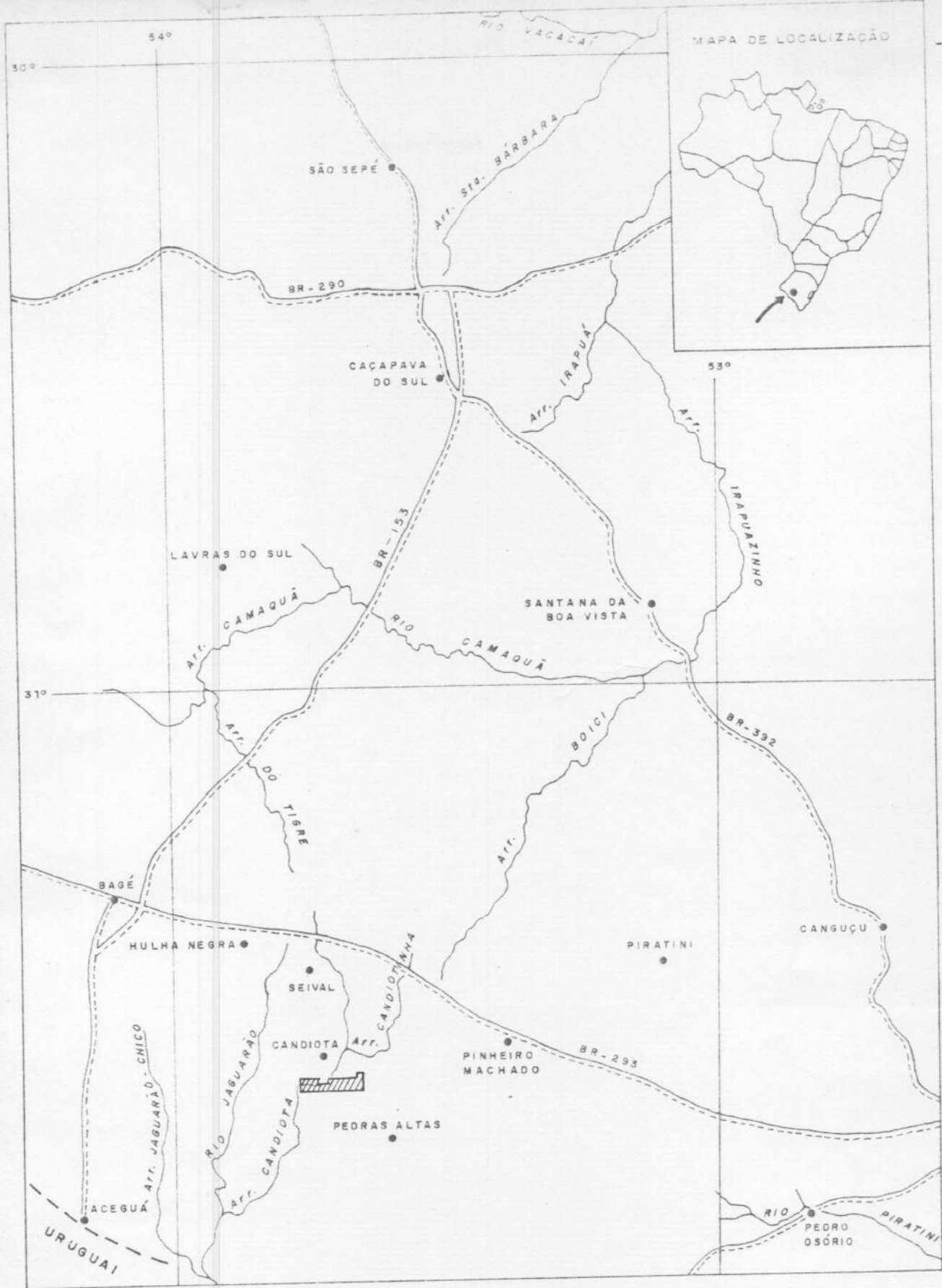
CONVENÇÕES

- ⊙ CAPITAL
- CIDADE
- △ ÁREA DE PESQUISA
- ~ DRENAGEM
- - - LIMITE ESTADUAL
- · - · - LIMITE INTERNACIONAL

Fig. 1

PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA
 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA





CONVENÇÕES

- CIDADE, VILA
- ~ DRENAGEM
- ==== RODOVIA FEDERAL
- - - LIMITE INTERNACIONAL
- ▨ ÁREA DE PESQUISA



ESCALA

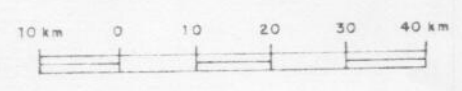


Fig. 2

PROJETO GRANDE CANDIOTA

ÁREA SUL DE CANDIOTA
PLANTA DE SITUAÇÃO DA ÁREA

ESCALA 1:1.000.000



CPRM

liares, ou sob a forma de pequenos e raros agrupamentos de eucaliptos.

As áreas são drenadas pelos principais cursos d' água da região, o rio Jaguarão e o arroio Candiota, e suas redes de afluentes. Estas incluem-se num padrão dendrítico grosseiro a médio, raramente encaixadas em fraturas pronunciadas, quando então apresentam um padrão retangular. Ao longo dos cursos de maior porte ocorrem extensos depósitos aluviais.

O solo tem espessura média de 3,50 m, sendo constituído pelo horizonte A, com aproximadamente 0,20 m de espessura, exibindo coloração castanho-escura a preta, gradando ao horizonte B, comumente de cor avermelhada e deste ao C, que gradualmente se estende até à rocha sã.

O clima é mesotérmico, seco, com temperaturas elevadas durante o verão e úmido com temperaturas baixas, próximas a 0°C, durante o inverno, não sendo rara a formação de geadas durante este período. A temperatura média anual é de 17°C, com vento predominante, durante os meses de maio a agosto, do quadrante Nordeste e, de setembro a abril, do Sudeste, com velocidades médias de 20 km/h.

1.4 - Metodologia de Trabalho

A pesquisa nas áreas de Sul de Candiota teve início com furos pioneiros de sigla CD, executados a partir de 1978, que confirmaram a presença de camadas de carvão na região.

Em 1980, os trabalhos foram retomados, sendo planejada a pesquisa para uma malha inicial de 4 km x 4 km. A falta de um mapa geológico em escala compatível com a pesquisa fez com que a CPRM desenvolvesse um mapeamento na es-

cala 1:50.000 , com o auxílio de fotografias aéreas nas escalas 1:20.000 (1980), 1:60.000 (1965) e 1:110.000 (1975) , utilizando-se como base cartográfica mapas topográficos do S.G.E.; folhas de Tupi Silveira (SH.22-Y-C-IV-2) e Pedras Altas (SH.22-Y-C-V-1).

A partir daí, locaram-se topograficamente os sítios para execução dos furos de sonda, com amarração através das coordenadas UTM.

A sondagem foi rotativa a diamante, vertical, inicialmente com testemunhagem completa. Os furos foram executados pelas equipes de sondagem da CPRM e, secundariamente por firma empreiteira (GEOSOL).

Todos os furos realizados foram perfilados por métodos geofísicos, com equipamentos WIDCO 3.200 , ou MOUNT SOPRIS 3.000 ou 5.000 . Tais equipamentos forneceram perfis GAMA; SP (potencial espontâneo); RTC (resistência) e RTV 16" (resistividade), permitindo identificar com precisão as profundidades e espessuras das várias camadas de carvão, auxiliando principalmente nos horizontes onde ocorreram perdas na recuperação.

Os testemunhos foram descritos pela equipe de geólogos do projeto, com especial atenção à descrição mesoscópica dos horizontes de carvão, na qual se utilizou a metodologia de Schopf (1960), que permite, de imediato, informações quanto à qualidade do carvão a nível de amostra demão.

Os perfis descritivos de furo de sonda foram baseados nestas descrições, sendo confeccionados nas escalas de 1:500 e 1:100 , constando as litologias das diversas unidades litoestratigráficas e os perfis geofísicos. As camadas de carvão foram detalhadas na escala 1:20 .

Todos os furos tiveram amostradas as camadas de carvão mais significativas, as quais foram remetidas para análise, totalizando 16 amostras. Os laboratórios utilizados foram: da Aços Finos Piratini, Laboratório Central de Análises Minerais (LAMIN/CPRM) e Laboratório de Análises e Ensaios de Carvão (LAEC). O critério utilizado para a escolha de uma camada para análise foi, normalmente, a sua espessura (CT 0,60 m) e, em casos especiais, o valor do CC (carvão na camada).

A técnica analítica utilizada foi a seguinte: preliminarmente as amostras foram pesadas e britadas a 1/8" (3,175 mm). A seguir, processaram-se os ensaios de *afundamento* em líquidos de densidades controladas e realizaram-se análises imediatas e para enxofre nas seguintes frações densimétricas:

< 1,50	< 1,50
1,50 a 1,65	1,50 a 1,85
1,65 a 1,85	1,85 a 2,00
1,85 a 2,10	> 2,00
> 2,10	200 mesh x 0
200 mesh x 0	Total
Total	

A critério da CPRM, em função da amostra, o corte inicial foi feito para a fração < 1,65 ou para < 1,50 a 1,65.

Visto que o carvão de Candiota é do tipo energético, não apresentando FSI (*free swelling index*), índice de inchamento livre, tal análise foi dispensada pela CPRM.

Os principais dados físicos da produção podem ser visualizados a seguir:



CPRM

Mapeamento Geológico	40,4675 km ²
Início da Sondagem (furos SC)	09.10.80
Término da Sondagem (furos SC)	17.03.82
Número de Furos Concluídos (ØN)	20
Metragem Total Realizada (ØN)	1.756,46 m
Sondas Utilizadas:	
CPRM - BBS-2 , BBS-10 e BBS-56	
GEOSOL - BBS-1 , CHRISTENSEN-30 ,	
LONG YEAR-38 e SONDEQ-55	
Metragem Perfilada (Escala 1:500 + 1:100)	
GAMA	3.044,40 m
RTC	2.576,40 m
SP	1.656,30 m
Número de Furos Analisados (constantes neste relatório)	04
Número de Amostras Analisadas (constantes neste relatório)	16

O quadro 2 enumera a distribuição dos furos de sonda por área, bem como a metragem realizada.

A-17		A-18		A-19	
Nº DE FUROS	METR.EXEC.	Nº DE FUROS	METR.EXEC.	Nº DE FUROS	METR.EXEC.
08	554,84 m	04	478,44 m	08	723,18 m
SIGLA			SIGLA	SIGLA	
SC-23-RS		SC-11-RS		SC-12-RS	
SC-41-RS		SC-24-RS		SC-21-RS	
SC-42-RS		SC-25-RS		SC-26-RS	
SC-43-RS		SC-48-RS		SC-27-RS	
SC-44-RS				SC-28-RS	
SC-45-RS				SC-37-RS	
SC-46-RS				SC-38-RS	
SC-47-RS				SC-39-RS	

QUADRO 2

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1 - Considerações Gerais

A área em estudo é constituída, predominantemente, por unidades litológicas gonduânicas, integrantes do sistema deposicional da região de Candiota, pertencentes aos grupos Passa Dois e Tubarão (Permiano e Permo-carbonífero). Faz parte da Depressão Periférica Sul-Riograndense, extensão da Bacia Intracratônica do Paraná. (Anexo I)

Unidades litológicas de idade Eo-Paleozóica foram detectadas apenas em subsuperfície.

Neste trabalho é utilizada a estratigrafia adotada no Projeto Carvão no Rio Grande do Sul (CPRM-SUREG PA, 1968), que é uma adaptação daquela proposta por SCHNEIDER et alii (1974) para o Rio Grande do Sul (Quadro 3).

Os dados litológicos ora expostos foram obtidos em perfis e seções, durante o mapeamento geológico regional de superfície e complementados com as descrições de testemunhos de sondagens, não implicando a ocorrência de todas essas unidades litoestratigráficas na área em estudo.

2.1.1 - Unidades Pré-Gonduânicas

2.1.1.1 - Grupo Porongos - Formação Vacaí

Formada por litótipos reconhecidos em subsuperfície, através dos furos SC-11-RS, SC-12-RS, SC-21-RS, SC-24-RS, SC-26-RS, SC-28-RS, SC-38-RS, SC-42-RS, SC-43-RS, SC-44-RS, SC-47-RS e SC-48-RS, enquanto que em superfície

não foi constatada a ocorrência de afloramentos desta formação.

Está representada principalmente por meta-sedimentos milonitizados e metabasitos. Secundariamente, aparecem brechas com seixos angulosos e fraturados de composição variada, dispostos em matriz siltico arenosa. É comum a presença de veios aplíticos paralelos à foliação.

2.1.1.2 - Formação Guaritas

Esta formação não ocorre em superfície, sendo sua presença detectada, em subsuperfície, através dos furos SC-23-RS, SC-27-RS e SC-41-RS. É constituída de conglomerados polimíticos, com grãos, grânulos e seixos arredondados a subarredondados de litologia e composição variada; a matriz é siltico-arenosa, com cimento predominantemente calcífero.

2.1.2 - Unidades Gonduânicas

2.1.2.1 - Subgrupo Itararé (indiviso)

Na área em apreço não foram constatados afloramentos em superfície do Subgrupo Itararé. As informações obtidas são provenientes do exame de testemunhos de sondagens e são conclusivas que o Itararé tem ocorrências localizadas, descontínuas, preenchendo paleo-depressões com variações sensíveis na espessura; mesmo em áreas com pequeno espaçamento físico, há mudanças bruscas na associação litológica.

Nas áreas, esta unidade ocorre em subsuperfície, através dos furos SC-23-RS, SC-39-RS, SC-41-RS, SC-44-RS, SC-45-RS e SC-46-RS.

Devido às reduzidas dimensões da área estudada é impraticável o estabelecimento de uma estratigrafia válida (ou empilhamento seqüencial) para toda a bacia Candiota. No entanto, o exame do material disponível, já é encorajador para agrupar estas litologias em associações litofaciológicas na tentativa preliminar de estabelecer o modelo, o inter-relacionamento e o significado paleogeográfico.

2.1.2.1.1 - Associação Litofaciológica I

Nas seções mais espessas, a base é um paraconglomerado, localmente com estruturação do arcabouço intacta. A matriz é sempre um arenito feldspáticoimaturado, médio a grosso, mal selecionado e, por vezes, com cimento carbonático; a fração grosseira, tem dimensões de grânulos amatações de rochas de composição granitóide, quartzo, rochas sedimentares eo-paleozóicas e rochas vulcânicas de carácter ácido/intermediário. A distribuição é sempre caótica e, em muitos locais, persiste apenas a matriz arenosa.

Imediatamente acima, transiciona para arenito lítico e/ou arcossiano, grosseiro com raros seixos a grânulos dispersos de rochas graníticas; o topo é encimado por arenito cinza-claro a esbranquiçado, muito fino, aspecto porcelânico; são freqüentes as intercalações de leitões e estratos finos de arenito grosseiro na base e fino no topo, cada unidade compondo mini-acamadamento gradacional.

Nesta associação litofaciológica, é comum a associação de ritmitos - intercalações sazonais de lâminas e leitões finos de siltito preto carbonoso, no topo, que para a base com a diminuição do teor de matéria orgânica, adquire progressivamente, coloração cinza-clara; estes sedimentos rítmicos podem apresentar raros seixos pingados de rochas graníticas e/ou eo-paleozóicas.

2.1.2.1.2 - Associação Litofaciológica II

É, em essência, uma unidade pelítica/psamítica, constituída por intercalações de:

- Ritmitos: folhelhos cinza-escuros com leitos cinza-claros de arenito muito fino, de aspecto porcelânico; siltito cinza-escuro com passagem gradual para tonalidade cinza-clara, no topo.

- Arenito branco muito fino, consistente, quartzoso, bem selecionado, matriz silto-argilosa escassa, e cimento silicoso. O quartzo tem bom arredondamento e brilho fosco.

Os siltitos têm estruturação maciça ou então apresentam fina laminação, por vezes cíclica, de leitos finos e lâminas de arenito fino.

Os arenitos, quando associados com rochas sílticas, apresentam estruturas de sobrecargas e afundamento, bolas e almofadas de arenitos. Mesmo em amostra de sondagens, é sugestiva a existência de estruturas de correntes.

2.1.2.1.3 - Associação Litofaciológica III

É tipificada pela interação de psefitos (diamictitos) com arenitos e ritmitos associados. Os diamictitos têm matriz arenosa ou areno-argilosa podendo ainda ser lamito. A fração grosseira é dada por megaclastos com dimensões de seixos a matações, erráticos, com baixos valores de arredondamento e esfericidade; predominam os de rochas graníticas, rochas vulcânicas e sedimentares eo-paleozóicas. Localmente a matriz é escassa e o arcabouço é intacto.

Os arenitos têm cores claras, composição arcossia

na, lítica, raramente são grauvacas ou quartzo arenitos. A matriz pode ser siltica ou então lamito cinza-claro; localmente há diminuição da fração tamanho areia e predomina apenas a matriz (siltito e/ou lamito).

Os ritmitos são constituídos por intercalações cíclicas de leitos finos de siltito cinza-claro, com lâminas de argilito siltico cinza-escuro. Nos arenitos lamíticos e nos varvitos, há ocorrência de estratos finos irregulares de aqualititos.

A disposição sazonal destes estratos confere a estes ritmitos estruturação vârvica. Localmente, há seixos pingados de rochas graníticas.

São frequentes dobras convolutas, laminação contorcida e microfalamentos.

A complexidade do paleoambiente deposicional do Subgrupo Itararé, está bem evidenciada na pluralidade das litologias que compõem estas unidades litofaciológicas.

A unidade I representa depósitos em planície fluvial, em que a área fonte próxima, supria periodicamente, com enxurradas, de clásticos grosseiros as baixadas adjacentes. Os arenitos representam depósitos de canal, diques marginais, barras em pontal, etc. desenvolvidos em regimes de cursos d'água meandrantés. Os ritmitos, lamitos, siltitos, arenitos e diamictitos são sedimentos depositados nas áreas marginais, em planícies de transbordamento e meandros abandonados.

A unidade faciológica II sugere deposição em plataformas, praias e planícies de marés, em que os processos atuaram por longo tempo, proporcionando melhor selecionamento nas litologias. A unidade faciológica III indica sedimen

tação glacial e periglacial a partir de planícies de *outwash* (planícies de lavagem).

O contato basal dá-se com rochas eo-paleozóicas e com metamorfitos da Formação Cambaí, através de discordância erosiva e/ou angular do tipo disconformidade.

2.1.2.2 - Formação Rio Bonito

A única área aflorante situa-se no extremo NE, nas proximidades da Falha da Açotéia, no trecho entre a Estância da Glória e a Estância São Leopoldo. No topo aflora arenito esbranquiçado fino, mal selecionado, matriz silto argilosa abundante, cimento carbonático. A mineralogia é dada por quartzo, feldspatos caulinizados e fragmentos de rochas graníticas. Em direção à base, há intercalações rítmicas de siltito argiloso, cinza-claro, laminado, por vezes com fissilidade incipiente. Além de laminação plano-paralela, o arenito tem estratificação cruzada de corrente (acanalada) com baixo ângulo. Na sede da Estância da Glória, nas margens do açude principal, há vários bolsões de argilito siltico, parcialmente lateritizado, com populações de ostracodes fossilizados. Em direção ao centro da bacia, há gradual transição para siltitos arenosos com laminação subparalela com intercalações localizadas de leitos de arenitos. Esta facies tem carácter transgressivo e reflete uma subsidência relativa, configurando a transição para a Formação Palermo.

A facies intermediária é iniciada pelo aparecimento de uma camada de 3 a 5 m de espessura, com aparente persistência lateral, constituída por siltitos cinza-chumbo e cinza-escuro, com intercalações de leitos finos e lâminas lenticulares de arenito fino e/ou siltito cinza-claro (acamadamento lenticular), por vezes com laminações cruzadas de corrente truncadas parcialmente por marcas onduladas; são per-



CPRM

sistentes estruturas de corte e preenchimento, acamadamento lenticular, diques de areia e estruturas de desfluidização. Freqüentes bolas, almofadas de arenitos, marcas de cargas e afundamento. Localmente, as lâminas de arenito fino são contínuas, compondo estrutura rítmica sazonal; bioturbação pouco freqüente; na base pode ocorrer arenito médio com abundante cimento carbonático. Este estrato, se comporta como de marcador estratigráfico denominado impropriamente de *siltito flaser*, muitas vezes, quando aflorante é confundido com a seqüência pelítica da Formação Palermo. Representa típica sedimentação de planícies de marés e, em condições normais, a camada mais superior de carvão está situada imediatamente abaixo deste siltito. O contato com o carvão pode ser brusco, por uma superfície de erosão, ou pode ser gradual, através de uma camada pouco espessa de siltito e/ou lamitos cinza a cinza-escuro.

Esta facies intermediária, materializa sedimentação de planície deltaica (planície costeira), representativa da deposição de vários sistemas interligados. Isto implica uma gama de litologias que reflete constante interdigitação das várias facies que coexistem neste ambiente: fluvial deltaico, transbordamento, paludal com o desenvolvimento de turfeiras nas margens e regiões pantanosas. A facies flúvio-deltaica constitui-se de estratos médios e grosseiros de arenito fino a conglomerático, feldspático, por vezes imaturo.

A facies de transbordamento é evidenciada por lamitos, ritmitos, siltitos cinza e arenitos finos, feldspáticos. Os depósitos paludais são representados por siltitos cinza-escuro a preto, carbonosos ou não associados a camadas, leitos e lâminas de carvão.

Na base há leitos médios, descontínuos, de rochas carbonáticas, representadas por margas e calcário cin-

za-claro, microcristalino, de aspecto maciço.

A unidade basal, estéril para carvão, é constituída por arenitos quartzosos interestratificados com níveis conglomeráticos (para e ortoconglomerados), podendo alcançar espessuras consideráveis, nos paleovales não preenchidos por litologias do Subgrupo Itararé. O conglomerado tem matriz arenito-lítica ou arcossiana, constituída por fragmentos e grânulos de quartzo, feldspatos e minerais micáceos de rochas graníticas, por vezes muito litificada, assemelhando-se a uma brecha. A fração grosseira é dada por seixos, calhaus e raros matações de rochas similares que compõem o Grupo Cambaí e rochas eo-paleozóicas ocorrentes nas vizinhanças. Normalmente, a rocha tem arcabouço intacto, havendo faixas em que prevalece apenas a matriz. As associações faciológicas desta unidade indicam sedimentação fluvial deltaica, com sistemas deposicionais de planície costeira transitacional e fluvial associados.

A passagem para o Subgrupo Itararé é transicional; no entanto, em alguns locais, é sugestivo um contato erosivo litológico (disconformidade).

2.1.2.3 - Formação Palermo

Apresenta características litológicas monótonas e persistentes em escala regional. Os litótipos predominantes são siltitos de cor cinza a cinza-chumbo com intercalações de leitos finos e lâminas descontínuas ou não de quartzo-arenito muito fino, cinza-claro, localmente com cimento carbonático. Em certos intervalos, o siltito é maciço e homogêneo. Em geral, os leitos descontínuos de arenito indicam migração de estruturas primárias, com microestratificação cruzada de corrente, truncada parcialmente por marcas ondulares (acamadamento lenticular) e fragmentos angulares de

siltitos e arenitos cinza-claros, dispostos aleatoriamente. Outras estruturas primárias persistentes são acamadamento ondeante, *flaser* (raro), bolas e almofadas de arenito, estruturas flamiformes (raras), pequenas dobras convolutas, lâminação rítmica, estruturas de desfluidização, diques de areia e bioturbação (pouco freqüente). Há raros leitos de a nidrita fibrosa transversais ao acamadamento do siltito. Nas proximidades da base são freqüentes estratos médios de calcarenito cinza-claro, com matriz argilosa.

As estruturas primárias são indicativas de deposição em ambiente marinho de águas rasas, abaixo da zona de influência das ondas.

A passagem para a Formação Rio Bonito é transicional, existindo uma *zona indefinida* com características litológicas que podem posicioná-la tanto na Formação Palermo como na Formação Rio Bonito.

2.1.2.4 - Formação Iratí

Predominam folhelhos cinza-escuros a pretos, associados a estratos médios e espessos de siltito cinza-claro a preto, micáceo e argilito preto, carbonoso. É freqüente a presença de rochas carbonáticas constituídas por estratos médios e espessos de calcilutitos cinza-claros, calcário cinza-escuro a creme; localmente há brecha carbonática associada em que a matriz é margas cinza-escuro com grânulos e seixos angulares, raramente arredondados, com baixa esfericidade, de calcilutitos, siltitos e margas. São freqüentes concreções carbonáticas intraformacionais; localmente o folhelho cinza-escuro é pirobetuminoso.

A disposição cíclica de leitos finos irregulares de margas de cor cinza-escuro evidencia estruturação rítmica

ca e esta mesma disposição é verificada quando há intercalações de lâminas de margas cinzas associadas aos folhelhos preto e carbonoso. Em determinados intervalos dessa litologia, há o adensamento de leitos finos, lenticulares, de calcário cinza-claro, argiloso, compondo acamamento lenticular. Estas lentes carbonáticas testemunham a existência pretêrita da laminação cruzada de corrente de pequeno porte.

A deposição desta formação deu-se em ambiente marinho, restrito, com pouca circulação e salinidade baixa, sendo transicional com a Formação Palermo.

O folhelho pirobetuminoso e os calcários impuros, característicos da Formação Irati, formam um conjunto faiológico muito conspícuo, constituindo o que se poderia denominar de porção média da Formação Irati, representativa de ambiente marinho relativamente raso e restrito.

A identificação macroscópica dessas litofacies é feita facilmente a partir de amostras de mão não intemperizadas. O folhelho é de cor marrom-escuro, de baixa densidade, textura fina, opaco, maciço a finamente laminado, exalando odor de petróleo (querosene) em fratura nova. Submetido à chama de um isqueiro e depois de convenientemente aquecido, queima com característico crepitar, desprende fumaça preta muito fuliginosa de odor algo sulfuroso. Os calcários são de cor cinza-claro a escuro, impuros, de aspecto brechado, em parte com rara laminação sub-horizantal.

2.1.2.5 - Formação Estrada Nova

Unidade essencialmente pelítica em que predominam folhelhos e siltitos intercalados, associados a estr

tos finos e leitos de arenito fino, micáceo. A cor original do siltito é cinza-chumbo a esverdeado; micáceo, com fissilidade incipiente. Transiciona para siltito argiloso e argilito cinza-escuro a preto, micáceo, com partição horizontal e fratura conchoidal típica; por intemperismo a cor primária evolui para tonalidade amarelada e avermelhada. O arenito é cinza-claro ou esverdeado, micáceo, argiloso, com cimento carbonático, fino a médio, moderadamente selecionado, homogêneo, submaturo; localmente há ocorrência de margas e calcário cinza-claro, notadamente na porção basal da unidade. São típicas e freqüentes concreções nodulares de conformações discóides e ovaladas, de rochas carbonáticas que podem constituir pavimentos contínuos com grande extensão lateral. Pela desagregação dos folhelhos, estas estruturas epigenéticas ficam ressaltadas na topografia, e espalhadas pelo solo.

Esta seqüência foi originada provavelmente em águas marinhas claras, bem próximo ao continente, em ambiente pouco redutor. Já o final da deposição deu-se em ambiente continental oxidante, lagunar.

A passagem para a formação Irati dá-se de forma gradual, sem evidências de interrupção na sedimentação.

2.1.2.6 - Formação Rio do Rasto

Esta seqüência de *red beds* é predominantemente constituída por estratos médios e espessos de arenitos vermelhos, associados a leitos e camadas de siltitos, lamitos nas cores bordô e cinza avermelhado, dadas por pigmentos de óxido de ferro hidratado (limonita), que, por intemperismo químico, adquire manchas irregulares de descoloração, esbranquiçadas.

O litótipo é um arenito avermelhado micáceo com matriz abundante silto-argilosa, localmente com cimento carbonático; granulometria média a fina. Estratos lenticulares, com grãos médios a grosseiros estão associados. A maturidade mineralógica é baixa em termos do porcentual de feldspato.

As mais frequentes estruturas primárias são as estratificações cruzadas de corrente aquática (*current cross lamination*), do tipo acanalada, com baixo ângulo; localmente, em associação, ocorrem estratificações cruzadas com dimensões centimétricas, típicas de canais anastomosados, e estruturas e cortes e preenchimentos. Ocorre intercamadamento do arenito com siltitos e argilitos, de cores variegadas, de vermelho, cinza-claro e esverdeado (raro) com estratificações paralela e subparalela e laminação lenticular irregular.

Essa associação reflete deposição em ambiente continental, oxidante, em regime fluvial raso, com esporádicas exposições subaéreas.

O contato basal com a Formação Estrada Nova é gradual.

Uma visão completa da litofaciologia da área, pode ser visualizada na figura 3.

As profundidades e espessuras das unidades lito-estratigráficas que ocorrem nos furos de sonda, encontram-se plotadas na tabela I .

2.1.3 - Unidades Pós-Gonduânicas

2.1.3.1 - Terciário Quaternário Indiferenciados

PROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA
LITOFACIOLOGIA DO GONDUANA EM SUL DE CANDIOTA

CRONOESTRATIGRAFIA		LITOESTRATIGRAFIA				SÍNTESE LITOLÓGICA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	AMBIENTE PROVÁVEL
ERA	SISTEMA	GRUPO	SUB GRUPO	FORMAÇÃO	SIMBOLOGIA			
PALEOZÓICO	PERMIANO	PASSA DOIS		RIO DO RASTO		ARENITOS FELDSPÁTICOS, SILTITOS, LAMITOS COMPODO SEQUÊNCIA DE "RED BEDS"	ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE CORRENTE ACANALADA; CORTE E PREENCHIMENTO.	CONTINENTAL; REGIME FLUVIAL RASO E OXIDANTE.
				ESTRADA NOVA		SILTITOS, FOLHINHOS, ARENITO FINO, MARGA, ARGILITO SILTICO, LOCALMENTE CARBONÁTICOS.	LAMINAÇÃO PARALELA, CONGREGÕES MODULARES CARBONÁTICAS.	MARINHO RASO, POUCO REDUTOR CONTINENTAL LAGUNAR.
				IRATI		FOLHELHO PRETO; SILTITO E FOLHELHO PIROBETUMINOSO, CALCARENITO, BRECHAS CARBONÁTICAS.	LAMINAÇÃO PARALELA.	MARINHO RESTRIITO COM BAIXA SALINIDADE.
				PALERMO		SILTITO CINZA CHUMBO, COM LAMINAS E LEITOS DE ARENITO FINO CARBONÁTICO.	ACANAMENTOS ONDEANTE, LENTICULAR, "FLASER", MIGRAÇÃO DE ESTRUTURAS. BIOTURBAÇÃO.	MARINHO TRANSGRESSIVO; PLANÍCIES DE MARES.
				RIO BONITO		ARENITO GROSSEIRO À FINO, SILTITOS LAMINADOS, SILTITOS, LAMITOS, RITMITOS, CARVÃO, ARENITOS, CONGLOMERADOS.	ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA, MARCAS ONDULARES.	PLANÍCIES COSTEIRAS, TRANSICIONAL À MARINHO-CONTINENTAL
	PERMOICARBONÍFERO	TUBARÃO	GUATÁ	BONITO		ARENITOS FINO À GROSSEIRO; CONGLOMERADOS.	ACANAMENTO GRADUAL, ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA.	PLANÍCIE COSTEIRA
				INDIVISO		VARVITOS, RITMITOS, MISTITOS, DIAMICTITOS, TURBIDITOS E ARENITOS INTERDIGITADOS.	LAMINAÇÃO RITMICA, SAZONAL. ACANAMENTO GRADUAL	GLACIAL MARINHO, MARINHO TRANSGRESSIVO, PERIGLACIAL, PLANÍCIES DE OUTFLOW.

Fig. 3

O material retrabalhado das coberturas antigas foi redistribuído pelos terraços e planícies de expansão da drenagem mais recente ocupando as encostas mais suaves, sob a forma de colúvios.

A constante migração dos cursos d'água propiciou a sedimentação de areias, cascalhos e material siltico-argiloso, inconsistentes ou parcialmente lateritizados, que podem alcançar dezenas de metros de espessura ou ser relativamente rasos. Sob estas coberturas desenvolvem-se saprólitos profundos ou não das rochas subjacentes.

2.1.3.2 - Quaternário Holocênico Aluvionar/Coluvionar

Estão representados por depósitos em calhas e em planícies marginais da drenagem ora implantada, sendo mais desenvolvidas nas regiões cobertas por sedimentos da Formação Irati. São sedimentos mistos, inconsolidados, compostos por areias, cascalhos, silte e argila em proporções variáveis. O material orgânico desenvolve-se nas áreas de inundação perene e/ou temporária, constituindo depósitos de várzeas, córregos e leitos de enxurradas. Estes litótipos estão melhor representados no paleocanal do Arroio Candiota, onde alcança a espessura média de cerca de uma dezena de metros.

2.2 - Tectônica

A área apresenta escasso e monótono efeito tectônico. Assim é, que em termos de movimentos relativos de blocos falhados em *tesoura*, se tem: um conjunto a nordeste, constituindo *degraus*, que convergem descendentemente para a faixa central (Área A-18), conforme pode-se observar na Fig. 5.

Um bloco abrangendo a Área A-18 e parte da área a leste, sem maiores descontinuidades estruturais, apenas a lineação NNE configura uma fratura que, em parte, serve de leito ao arroio Candiota.

Finalmente a oeste, um conjunto de falhas moldam um *horst* restrito e pouco caracterizado entre os furos SC-42-RS e SC-43-RS.

Através dos furos de sonda adjacentes à Falha de Açotéia, juntamente com a análise empírica do carvão, foi observado um aumento na percentagem de vitrênio, sugerindo um franco relacionamento à proximidade do referido evento tectônico (furo de sonda SC-39-RS), que seria fator determinante dessa subsidência - favorecendo uma velocidade crítica de subsidência, propícia do desenvolvimento máximo de vitrênio podendo propor-se como um forte dado na prospecção de carvão, com maiores valores para o *grade*. Essas oscilações, penecontemporâneas à sedimentação, estariam associadas aos lineamentos, correlacionáveis à direção desse sistema estrutural.

SIGLA DO PUNHO	FORMAÇÃO IRATI		FORMAÇÃO PALERMO		FORMAÇÃO RIO BONITO		SUBGRUPO ITAPARÉ		EO-PALEOZOICO		PC SUPERIOR		PROFUNDIDADE FINAL (m)
	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	ESPESURA (m)	
SC-11-RS	0,00	0,00	0,90	29,10	29,20	83,10	-	-	-	-	112,30	-	113,74
SC-12-RS	0,00	0,00	0,90	48,00	49,00	39,65	-	-	-	-	88,65	-	95,00
SC-21-RS	0,00	0,00	0,00	10,45	10,45	42,55	-	-	-	-	53,00	-	53,00
SC-23-RS	0,00	0,00	4,49	29,56	34,05	49,68	83,73	1,16	84,89	2,49	-	-	87,38
SC-24-RS	0,00	9,98	9,98	40,72	50,70	66,20	-	-	-	-	116,90	-	121,90
SC-25-RS	0,00	23,70	23,70	42,30	66,00	79,30	-	-	-	-	-	-	145,30
SC-26-RS	0,00	0,00	0,00	14,48	14,48	38,12	-	-	-	-	53,60	-	53,23
SC-27-RS	0,00	0,00	0,00	39,29	39,29	69,94	-	-	100,23	3,52	-	-	111,75
SC-28-RS	0,00	42,15	42,15	45,35	87,50	39,12	-	-	-	-	126,62	-	131,30
SC-37-RS	0,00	0,00	0,00	14,30	14,30	31,70	-	-	-	-	-	-	45,00
SC-33-RS	0,00	0,00	0,00	51,90	51,90	33,40	-	-	-	-	85,30	-	85,00
SC-30-RS	0,00	0,00	0,00	65,00	65,00	65,45	-	-	-	-	-	-	85,00
SC-41-RS	0,00	0,54	0,54	9,66	10,70	59,65	130,45	13,55	73,07	1,90	-	-	144,00
SC-42-RS	0,00	6,97	6,97	7,28	14,05	55,51	70,35	2,72	-	-	-	-	74,97
SC-43-RS	0,00	0,00	0,00	0,00	3,35	42,95	-	-	-	-	69,56	-	73,42
SC-44-RS	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	39,00	42,50	1,60	-	-	46,30	-	46,83
SC-45-RS	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	61,30	64,10	4,99	-	-	44,10	-	44,85
SC-46-RS	-	-	12,00	14,30	26,30	44,75	71,05	5,75	-	-	-	-	69,09
SC-47-RS	0,00	0,00	6,50	28,65	35,15	45,10	-	-	-	-	80,25	-	81,50
SC-48-RS	-	-	34,45	6,25	40,70	55,30	-	-	-	-	96,00	-	97,50

PROJETO GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA

TABELA I - DADOS LITOSTRATIGRÁFICOS

3. SONDAGEM

O trabalho de sondagem dos furos de sigla SC, desenvolveu-se no período de 09.10.80 a 17.03.82.

No quadro abaixo, pode-se visualizar alguns dados físicos relativos aos furos executados.

SIGLA DO FURO	Ø	PROF. FINAL (m)	INÍCIO	TÉRMINO	ÁREA
SC-11-RS	N	113,74	14.11.80	26.11.80	A-18
SC-12-RS	N	95,00	31.10.80	11.11.80	A-19
SC-21-RS	N	53,90	19.05.81	29.05.81	A-19
SC-23-RS	N	87,38	09.10.80	16.10.80	A-17
SC-24-RS	N	121,90	28.09.81	08.10.81	A-18
SC-25-RS	N	145,30	07.09.81	24.09.81	A-18
SC-26-RS	N	53,23	03.09.81	08.09.81	A-19
SC-27-RS	N	112,75	10.08.81	18.08.81	A-19
SC-28-RS	N	132,30	19.08.81	01.09.81	A-19
SC-37-RS	N	46,00	16.02.82	18.02.82	A-19
SC-38-RS	N	86,00	17.12.81	16.02.82	A-19
SC-39-RS	N	144,00	17.02.82	17.03.82	A-19
SC-41-RS	N	74,97	20.10.81	11.11.81	A-17
SC-42-RS	N	73,42	26.10.81	31.10.81	A-17
SC-43-RS	N	46,83	03.11.81	06.11.81	A-17
SC-44-RS	N	44,85	17.10.81	20.10.81	A-17
SC-45-RS	N	69,09	21.10.81	24.10.81	A-17
SC-46-RS	N	76,80	29.10.81	06.11.81	A-17
SC-47-RS	N	81,50	17.12.81	11.02.82	A-17
SC-48-RS	N	97,50	27.10.81	03.11.81	A-18

QUADRO 4 - DADOS DOS FUROS EXECUTADOS

Os furos foram locados segundo critérios definidos pelo mapeamento geológico.

A malha apresenta os furos espaçados de aproximadamente 1 km , executados em diâmetro N (diâmetro do testemunho = 5,4 cm). Este diâmetro é o mais adequado pois, além de fornecer bom volume de rocha para os ensaios tecnológicos, proporciona melhores recursos operacionais em caso de aprisionamento da coluna de perfuração.

Dos vinte furos de sonda na área - 1.756,46 m , a CPRM executou cinco furos - 411,40 m . Os outros quinze foram realizados pela GEOSOL, que perfurou 1.345,06 m .

As sondagens foram verticais, do tipo rotativa a diamante, inicialmente com recuperação de todo o intervalo perfurado, para, a medida que evoluía o conhecimento da área, liberar-se para destruição os intervalos iniciais, correspondentes à formações sobrepostas à Rio Bonito. Manteve-se, todavia, a perfilagem geofísica do fundo à boca do furo.

O fluido de perfuração mais utilizado foi à base de bentonita.

A maior dificuldade encontrada durante os trabalhos foi o deslocamento do equipamento durante o inverno , quando chuvas intensas tornavam as estradas de terra intransitáveis, com extensos atoleiros, e campo encharcado, acarretando freqüentes problemas de acesso à área.

No volume II encontram-se os perfis descritivos dos furos de sonda.

4. PERFILAGEM

Desde 1974 a CPRM realiza perfilagem dos furos de sonda rotativa a diamante para carvão. Pode-se dizer que foi ela quem introduziu esse método geofísico auxiliar, em diâmetros N e B, na pesquisa de carvão no Brasil.

Sucintamente, o equipamento consta de uma sonda cilíndrica com diâmetro aproximado 48 mm (aparelho Widco), que é introduzida no interior do poço, suspensa por um cabo condutor, sendo registrados os impulsos elétricos e de raios gama em equipamento eletrônico montado em veículo na superfície.

O equipamento de registro eletrônico traça em papel, as respostas das rochas aos impulsos elétricos, induzidos ou não, ou emissões naturais de raios gama, à medida que a sonda de perfilagem é puxada à superfície atravessando diferentes litótipos.

Os principais perfis obtidos são: perfil gama (RG), perfil resistência (RTC) e perfil potencial espontâneo (SP), registrados, simultaneamente, em uma única corrida.

Esses métodos de perfilagem geofísica constituem grandes auxiliares nos trabalhos de identificação e correlação litológica, principalmente em camadas de carvão. Definem-se nesses, topo e base das camadas, assim como avaliam-se as recuperações dos testemunhos.

O equipamento empregado na perfilagem eletroradioativa dos furos foi o Widco 3.200, tendo sido perfilados dezenove furos.

As velocidades de registro variaram de 2 m/min a

6 m/min .

Nos furos as escalas adotadas foram de 1:500 e 1:100, sendo que, quando o furo era profundo, essa última foi obtida apenas do fundo do furo até a Formação Palermo.

O perfil SP sistematicamente não apresentou bons registros para interpretações, muito embora tenha sido adicionado NaCl à lama bentonítica de perfuração (à base de água doce). Com isto, não se obtiveram, no presente caso, informações sobre a qualidade da água e porosidade dos aquíferos atravessados pela sondagem. Entretanto, tal fato não acarretou qualquer inconveniente para o registro do RTC.

Neste relatório optou-se pelo perfil resistência (RTC), por ter essa ferramenta de trabalho apresentado respostas bastante precisas, em todas as corridas realizadas, diante das camadas de carvão e estéril atravessados. A forma da curva de RTC foi sempre bem definida, com o registro apresentando-se conspícuo e com um padrão característico diante de cada camada investigada, o que facilitou nas correlações realizadas.

Embora tenha-se preferido apresentar as seções estratigráficas com as correlações baseadas no perfil RTC, os registros de radioatividade natural das formações (RG) foram sempre auxiliares valiosos.

Para o registro do SP foram utilizadas escalas de sensibilidade que variaram de 5mV/div a 50mV/div, sendo mais freqüentes as de 5mV/div e 10mVdiv.

Os perfis de RTC foram registrados em escalas de sensibilidade de 10 ohm/div a 50 ohm/div, sendo mais comum o uso das escalas de 10 ohm/div e 20 ohm/div.

A resistência da camada Candiota apresentou valores relativos que variaram de 40 até 120 ohm/div. Geralmente as camadas inferiores CI₂, CI₃ e CI₄ apresentaram variações de resistência que se situam entre o mesmo *range* da camada Candiota, significando que a qualidade do carvão da camada Candiota e das camadas inferiores é muito semelhante.

O perfil de raios gama teve uma escala de sensibilidade de 10 cps/div em todas as corridas realizadas, perfeitamente adequada para a Área Sul de Candiota, a exemplo do que já ocorrera na Área de Hulha Negra. O tempo de contagem (TC) foi de um segundo (1 s) para velocidades de registro de 3 m/min a 6 m/min e de dois segundos (2 s) para velocidades de 2 m/min. O padrão utilizado para o aparelho Widco 3.200 foi, normalmente, de 4.800 cps e, mais raramente, 4.500 cps. O tempo morto foi de 6 s.

A radioatividade gama natural para a camada Candiota é da ordem de 15 cps a 25 cps. Para as camadas inferiores são válidos os mesmos limites apenas observando-se que para a camada inferior dois (CI₂) os valores são levemente mais altos que o das demais (cerca de 3 a 5 cps).

Finalmente, são aconselhados os métodos geofísicos de perfilagem de furos de sondagem para carvão dada a facilidade de operação em si, do grande auxílio que oferecem para a interpretação geológica e econômica de camadas e pelo baixo custo de obtenção, estimado em cerca de 4% do custo total do metro perfurado.

No estágio atual de utilização do método, os resultados obtidos são apenas quantitativos esperando-se, no futuro, a obtenção de dados qualitativos com a introdução de novos equipamentos e padronização de parâmetros.

5. CAMADAS DE CARVÃO NA FORMAÇÃO RIO BONITO E SUAS CORRELAÇÕES

Na área estudada ocorrem, em média, 12 camadas de carvão, mostrando continuidade com aquelas definidas nos blocos vizinhos, e nas áreas próximas como Seival e Hulha Negra.

Geralmente, os horizontes carboníferos apresentam um comportamento uniforme, possibilitando correlações entre os furos efetuados, já que estratos de algumas dezenas de centímetros são observados ao longo de quilômetros, sem modificações discrepantes. Às vezes, o que se tem notado, são gradações de pequenas camadas e leitões, espessamento do estéril contido dentro e entre camadas, e não ocorrência de algumas camadas em determinadas partes da área.

Aquelas camadas contínuas e que são freqüentemente encontradas, são correlacionadas e designadas conforme os critérios adotados nas áreas vizinhas.

A camada Candiota, na área, apresenta características semelhantes às áreas vizinhas e à B-12, e, algo distintas dos blocos de Seival e Hulha Negra. Sua espessura atinge 5,52m de carvão na camada (CC) com uma média em torno de 5,11m.

Está constituída por dois bancos (superior-CBS e inferior-CBI). O estéril intermediário é de pequena espessura, tendo-se considerado a camada indivisa para efeito de cubagem.

Apenas na borda leste da área, nos furos de sondagem SC-21-RS, SC-27-RS, SC-28-RS e SC-39-RS, ocorre um afinamento da camada Candiota, tendo-se constatado ausência

do banco superior (CBS).

A camada inferior dois (CI_2) é a segunda em interesse na área, com uma média de 0,97m de carvão na camada (CC), chegando a atingir um máximo de 1,41m.

As camadas inferiores três e quatro (CI_3 e CI_4) apresentam-se em geral muito próximas, o que levou a que elas fossem consideradas como uma única camada ($CI_3 + CI_4$) para efeito de cubagem. Observando esse somatório, tem-se uma espessura média de 1,19m de carvão na camada (CC), com um valor máximo de 2,00m.

A camada superior dois (CS_2), mesmo tendo espessura menor que as anteriores, tem relativa continuidade lateral na área e, também, foi considerada para cubagem. Apresenta uma média de 0,52m em carvão contido (CC) com um valor máximo de 0,71m, nos 12 furos onde foi encontrada.

Levando-se em consideração a norma adotada pela CPRM, de que camadas de carvão levarão esta designação quando apresentarem espessura maior do que 0,20m de CC, e que sejam correlacionadas à distância, apresentamos a relação destas, observadas na área, em uma seqüência descendente.

Para efeito de precisão de correlação, a camada Candiota foi separada em dois bancos, e as outras camadas foram designadas pelo posicionamento com relação à Candiota, conforme enunciado a seguir:

sexta camada superior à Candiota	CS_6
quinta camada superior à Candiota	CS_5
quarta camada superior à Candiota	CS_4
terceira camada superior à Candiota	CS_3
segunda camada superior à Candiota	CS_2
primeira camada superior à Candiota	CS_1



CPRM

camada Candiota - Banco superior	CBS
camada Candiota - Banco inferior	CBI
primeira camada inferior à Candiota	CI ₁
segunda camada inferior à Candiota	CI ₂
terceira camada inferior à Candiota	CI ₃
quarta camada inferior à Candiota	CI ₄
quinta camada inferior à Candiota	CI ₅
sexta camada inferior à Candiota	CI ₆
sétima camada inferior à Candiota	CI ₇
sem denominação	S/D

O termo *sem denominação* (S/D) engloba, preliminarmente, níveis de carvão, em geral com espessuras de leitos, sem continuidade lateral expressiva, e sem correlação com aquelas camadas normalmente encontradas, que se posicionam, na maioria, entre as camadas inferiores à Candiota e/ou abaixo dessas.

Os critérios utilizados nas correlações das camadas de carvão, foram obtidos do estudo das rochas encaixantes, da minuciosa comparação das descrições litológicas macroscópicas de detalhe, dos perfis estratigráficos e geofísicos (GAMA e RTC) e dos resultados de análises químicas e físicas de qualidade do carvão.

Tanto a denominação quanto as correlações entre os horizontes carbonosos, seguiram os mesmos critérios adotados nas áreas de Seival e Hulha Negra, tendo sido realizados perfis litológicos e geofísicos, alguns amarrados na área em que a camada Candiota é minerada (Mina Candiota - CRM).

Utilizou-se como horizonte guia (*datum*) a base da camada Candiota, dada a sua fácil distinção, freqüência e continuidade lateral.

A seção estratigráfica (Fig. 4), mostra a distribuição, correlação e continuidade observadas no pacote carbonoso obtendo-se os dados de perfis dos furos de sondagem e da perfilagem geofísica, bem como, na Fig. 5, observa-se o condicionamento da camada Candiota em relação ao controle estrutural da área.

Os dados de correlações e as demais informações obtidas dos furos de sondagem acham-se plotadas nas tabelas II a IV.

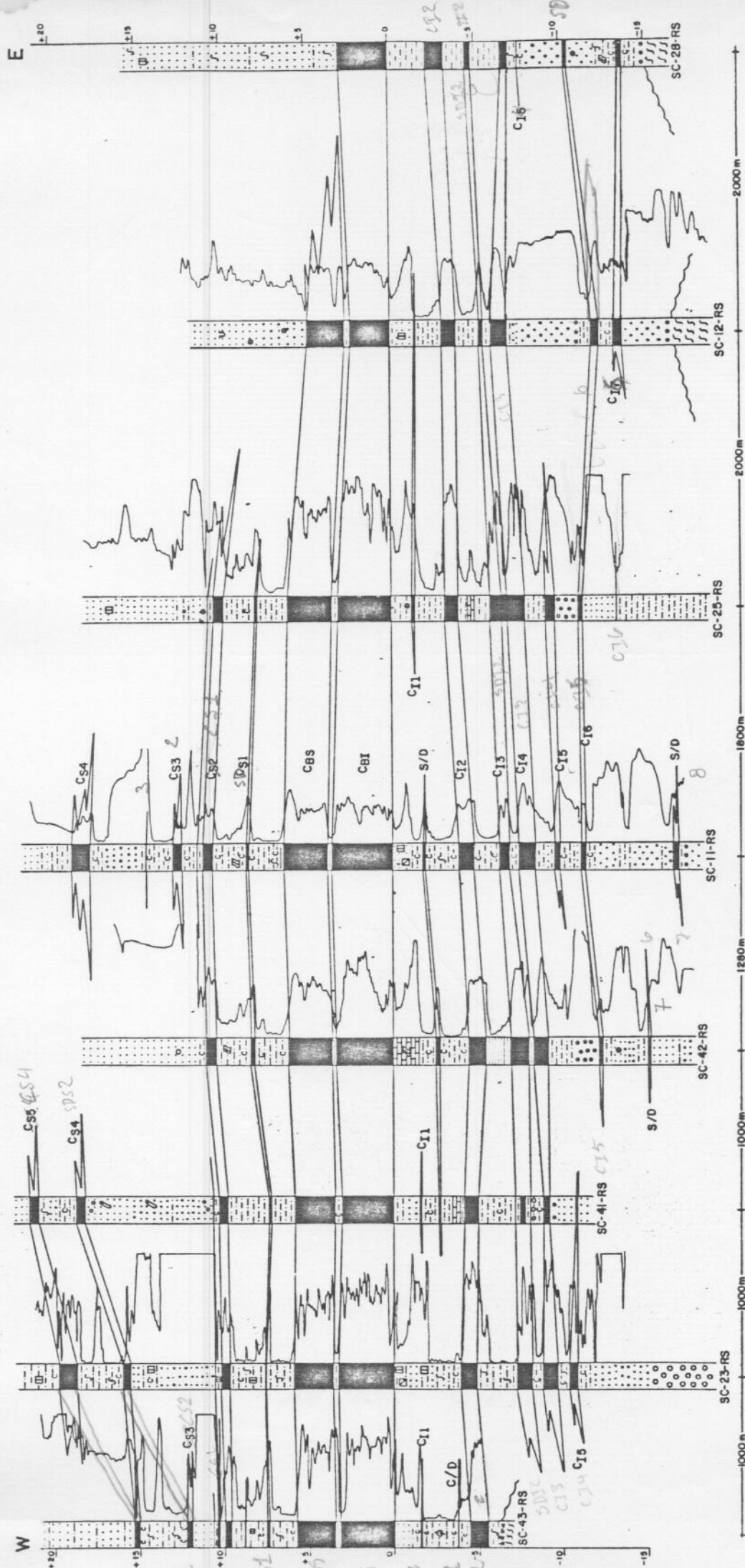
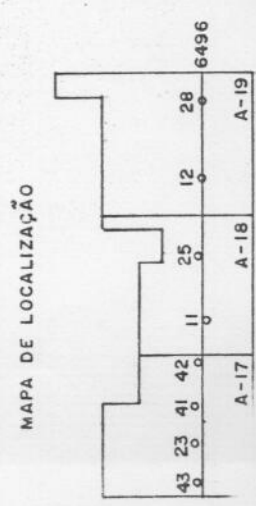
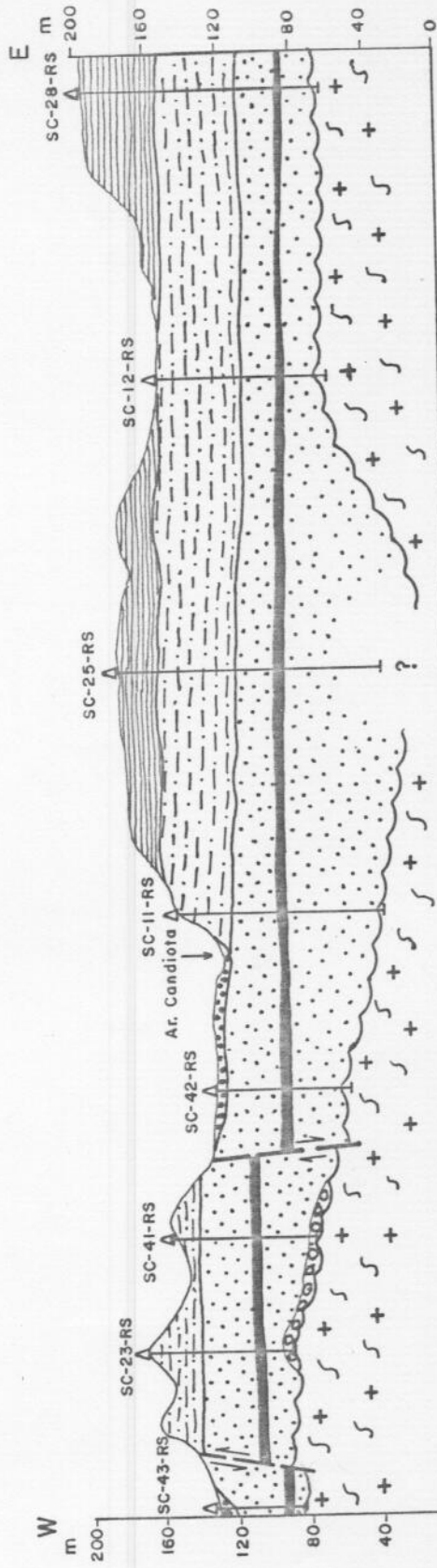


FIGURA 4
 PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA
 SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA W - E

- CONGLOMERADO
- SILTITO
- EMBASAMENTO
- DISCORDÂNCIA

- ARENITO
- ARGILITO
- CALCÁRIO
- CARVÃO





1100m — 800m — 1000m — 1200m — 1700m — 2000m — 2000m

* Exagero Vertical 12,5 vezes

- DISCORDÂNCIA
- FALHA INFERIDA
- CAMADA CANDIOTA
- FURO DE SONDA

- QUATERNÁRIO ALUVIONAR
- FORMAÇÃO IRATÍ
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO
- SUBGRUPO ITARARÉ
- ROCHAS PRÉ-GONDUÂNICAS

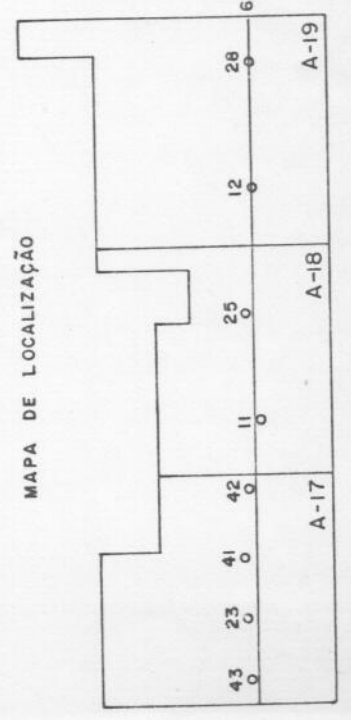


FIGURA 5

PROJETO GRANDE CANDIOTA

ÁREA SUL DE CANDIOTA

SEÇÃO GEOLÓGICA W - E

S/D = sem denominação
 NEG = negativo
 NE = nível estratigráfico

A... J = camadas de carvão
 $l_1..l_5$ = leitos de carvão

FURO CAMADA	SC-11	SC-12	SC-21	SC-23	SC-24	SC-25	SC-26	SC-27	SC-28	SC-37
CS ₅	NEG	NEG	NEG	A	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
CS ₄	A	NEG	NEG	B	A	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
CS ₃	B	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
CS ₂	l_2+C	NEG	NEG	l_1+C	l_1+B	l_1+A	A	NEG	NEG	NEG
CS ₁	D	NEG	NEG	NE l_3	NE l_2	NE l_2	B	NEG	NEG	NEG
CBS + CBI	l_3+E	$A+l_1$	A	D	C	B	C	A	A	A+B
CI ₁	NEG	NE l_2	NEG	NEG	NEG	NE l_3	NEG	NEG	NEG	NEG
CI ₂	F	B	B	E	D	C	D	B	B	C
CI ₃	G	C	} c	F	} E	} D	E	C	C	NE l_1
CI ₄	H	D		G			F	NEG	D	D
CI ₅	I	NEG	NE l_1	H	$F+l_4$	E	l_2+G	D	NE l_1	NE l_2
CI ₆	J	E	NEG	NEG	G	NE l_4	NEG	NEG	E	NEG
CI ₇	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	E	F	NEG
S/D	NE l_1	l_3+l_4+ $+l_5$	NE l_2	-	NE l_3	NE l_5	NE l_1	NE l_4	-	-
S/D	NE l_4	-	-	-	-	-	-	F+G	-	-
S/D	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA II - CORRELAÇÃO DAS CAMADAS DE CARVÃO

PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA

S/D = sem denominação
 NEG = negativo
 NE = nível estratigráfico

A... J = camadas de carvão
 $l_1 \dots l_5$ = leitos de carvão

FURO CAMADA	SC-38	SC-39	SC-41	SC-42	SC-43	SC-44	SC-45	SC-46	SC-47	SC-48
CS ₆	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	A	NEG	NEG	NEG	NEG
CS ₅	NEG	NEG	A	NEG	NEG	B	A	NEG	NEG	NEG
CS ₄	NEG	NEG	B	NEG	A	C	B	A	NEG	NEG
CS ₃	NEG	NEG	NEG	NEG	B	D	NEG	NEG	A	NEG
CS ₂	NEG	NEG	l_1+C	A	l_1+l_2+ $+C$	l_3+l_4+ $+E$	C	l_1+B	B	NEG
CS ₁	NEG	NEG	NE l_2	B	l_3+l_4	F	NE l_3	C	C	NE l_1
CBS + CBI	A+B	A	D	C	D	G	D	D+E	D	A+B
CI ₁	NEG	NEG	NE l_3	NEG	l_5	H	NEG	NE l_2	NE l_1	C
CI ₂	C	B	E	D	E	I	E	F	E	D
CI ₃	D	NEG	l_5+F+ $+l_6$	} E	NEG	J	F	G	F+G	E
CI ₄	E	NEG	G		NEG	NEG	G	H	H	F
CI ₅	NEG	NEG	NE l_7	NEG	NEG	NEG	H	I	NEG	NEG
CI ₆	F	NEG	NEG	F	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	G
CI ₇	NEG	C	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
S/D	NE l_1	D	NE l_4	NE l_1	NE l_6	NE l_5	NE l_1	NE l_3	NE l_2	-
S/D	-	EeF	-	l_2+l_3	-	-	NE l_2	-	-	-

TABELA II. - CORRELAÇÃO DAS CAMADAS DE CARVÃO

PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA

FURO:			SC-11-RS	SC-12-RS	SC-21-RS	SC-23-RS	SC-24-RS		
COORDENADAS UTM:		N E	km km	6.495,88 242,21	6.496,00 248,00	6.497,99 249,99	6.496,11 241,15	6.495,08 244,09	
COTAS	BOCA		m	152,69	155,37	185,99	170,96	164,81	
	TOPO FM RIO BONITO		m	123,49	106,37	175,54	136,91	114,11	
	BASE FM RIO BONITO		m	40,39	66,72	132,99	87,23	47,91	
	TOPO EMBASAMENTO		m	40,39	66,72	132,99	86,07	47,91	
PROFUNDIDADE			m	113,74	95,00	53,90	87,38	121,90	
C A M A D A S D E C A R V Ã O	CS ₅	COTA DA LAPA	m				120,86		
		CAMADA TOTAL	m				1,15		
		CARVÃO NA CAMADA		m	NEG	NEG	NEG	1,06	NEG
			RECUPERAÇÃO	%				97,0	
	CS ₄	COTA DA LAPA	m	107,29			117,69	96,16	
		CAMADA TOTAL	m	1,10			0,47	0,55	
		CARVÃO NA CAMADA	m	1,02	NEG	NEG	0,33	0,48	
		RECUPERAÇÃO	%	99,0			77,0	100	
	CS ₃	COTA DA LAPA	m	101,85					
		CAMADA TOTAL	m	0,49	NEG	NEG	NEG	NEG	
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,41					
		RECUPERAÇÃO	%	92,0					
	CS ₂	COTA DA LAPA	m	100,04			111,86	89,76	
		CAMADA TOTAL	m	0,62			0,57	0,55	
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,39	NEG	NEG	0,56	0,54	
		RECUPERAÇÃO	%	95,0			99,0	100	
CS ₁	COTA DA LAPA	m	97,99			109,76	88,17		
	CAMADA TOTAL	m	0,20			0,10	0,14		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,20	NEG	NEG	0,10	0,14		
	RECUPERAÇÃO	%	100			100	100		
CBS + CBI	COTA DA LAPA	m	89,59	83,27	143,68	102,16	80,44		
	CAMADA TOTAL	m	6,45	4,80	3,36	6,04	6,25		
	CARVÃO NA CAMADA	m	5,19	4,19	3,09	5,36	5,46		
	RECUPERAÇÃO	%	98,0	98,0	100	99,0	100		
CI ₁	COTA DA LAPA	m		81,74					
	CAMADA TOTAL	m		0,08					
	CARVÃO NA CAMADA	m	NEG	0,08	NEG	NEG	NEG		
	RECUPERAÇÃO	%		100					
CI ₂	COTA DA LAPA	m	84,86	79,37	140,63	244,65	75,69		
	CAMADA TOTAL	m	0,97	0,90	0,93	1,04	0,97		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,93	0,90	0,93	1,04	0,97		
	RECUPERAÇÃO	%	92,0	100	100	100	100		
CI ₃	COTA DA LAPA	m	82,86	77,89	137,43	94,21	72,14		
	CAMADA TOTAL	m	0,62	0,23	2,26	0,93	2,55		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,44	0,23	1,81	0,78	2,00		
	RECUPERAÇÃO	%	97,0	100	100	97,0	100		
CI ₄	COTA DA LAPA	m	81,37	76,48		92,76			
	CAMADA TOTAL	m	0,97	0,91		0,96			
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,95	0,86		0,96			
	RECUPERAÇÃO	%	97,0	100		97,0			
CI ₅	COTA DA LAPA	m	79,95		136,73	91,58	71,03		
	CAMADA TOTAL	m	0,34		0,11	0,58	0,23		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,34	NEG	0,11	0,58	0,23		
	RECUPERAÇÃO	%	100		100	99,0	100		
CI ₆	COTA DA LAPA	m	78,41	71,06			68,71		
	CAMADA TOTAL	m	0,28	0,51			0,40		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,27	0,51	NEG	NEG	0,33		
	RECUPERAÇÃO	%	100	100			100		
CI ₇	COTA DA LAPA	m							
	CAMADA TOTAL	m							
	CARVÃO NA CAMADA	m	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG		
	RECUPERAÇÃO	%							
S/D	COTA DA LAPA	m	103,89	69,70	135,56		78,63		
	CAMADA TOTAL	m	0,10	0,56	0,16		0,06		
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,10	0,16	0,16		0,06		
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100		100		
S/D	COTA DA LAPA	m	87,70						
	CAMADA TOTAL	m	0,19						
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,19						
	RECUPERAÇÃO	%	98,0						
S/D	COTA DA LAPA	m	72,93						
	CAMADA TOTAL	m	0,36						
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,30						
	RECUPERAÇÃO	%	100						
ESPESSURA TOTAL DE CARVÃO (CC)			m	10,73	6,93	6,10	10,77	10,21	

FURO:			SC-25-RS	SC-26-RS	SC-27-RS	SC-28-RS	SC-37-RS	
COORDENADAS UTM:		N E	km km	6.496,20 245,95	6.498,03 247,95	6.497,00 250,50	6.496,00 250,00	6.497,99 248,96
COTAS	BOCA	m	161,22	206,24	184,21	195,77	205,67	
	TOPO FM RIO BONITO	m	115,22	191,76	144,92	108,27	191,57	
	BASE FM RIO BONITO	m	35,92	153,64	74,98	69,15	159,87	
	TOPO EMBASAMENTO	m	-	153,64	74,98	69,15	-	
PROFUNDIDADE		m	145,30	53,23	112,75	132,30	46,00	
C A M A D A S D E C A R V Ã O	CS ₅	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
	CS ₄	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
	CS ₃	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
	CS ₂	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	95,92 0,57 0,54 100	153,24 0,50 0,45 95,0	NEG	NEG	NEG
	CS ₁	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	93,92 0,11 0,11 100	151,41 0,23 0,23 95,0	NEG	NEG	NEG
	CBS + CBI	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	86,12 6,25 5,49 100	143,74 6,10 5,30 100	120,86 2,59 2,47 100	84,27 2,98 2,90 100	169,62 3,90 3,37 100
	CI ₁	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	84,65 0,18 0,18 100	NEG	NEG	NEG	NEG
	CI ₂	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	82,19 0,88 0,88 100	139,50 0,94 0,94 95,0	118,22 1,03 0,98 100	81,15 1,06 1,06 100	165,97 0,75 0,75 100
	CI ₃	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	78,29 2,11 1,58 100	137,94 0,60 0,47 95,0	116,40 0,26 0,23 100	79,46 0,41 0,36 95,0	164,77 0,02 0,02 100
	CI ₄	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	136,27 1,17 1,17 95,0	NEG	NEG	77,37 0,50 0,50 95,0	163,04 1,08 1,08 100
	CI ₅	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	76,49 0,63 0,63 100	134,99 0,45 0,45 100	113,28 0,45 0,45 100	76,81 0,06 0,06 100	162,42 0,14 0,14 100
	CI ₆	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	74,97 0,25 0,15 100	NEG	NEG	73,98 0,23 0,20 100	NEG
	CI ₇	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	108,71 0,50 0,46 100	70,72 0,30 0,27 100	NEG
	S/D	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	72,85 0,07 0,07 100	142,49 0,05 0,05 100	105,87 0,10 0,10 100	-	-
	S/D	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	-	-	102,53 1,27 0,65 90,0	-	-
	S/D	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	-	-	-	-	-
	ESPESSURA TOTAL DE CARVÃO (CC)		m	9,63	9,06	5,34	5,35	5,36

TABELA III - DADOS DAS CAMADAS DE CARVÃO

FURO:			SC-38-RS	SC-39-RS	SC-41-RS	SC-42-RS	SC-43-RS	
COORDENADAS UTM:		N E	Km m	6.497,03 249,12	6.495.134,02 250.816,68	6.496,23 241,96	6.496,14 243,06	6.496,06 240,11
COTAS	BOCA	m	219,81		150,01		132,93	129,57
	TOPO FM RIO BONITO	m	167,91	183,44	139,31		118,88	126,22
	BASE FM RIO BONITO	m	134,91	118,44	79,66		63,37	83,27
	TOPO EMBASAMENTO	m	134,51	39,44	76,94		63,37	83,27
PROFUNDIDADE			m	86,00	144,00	74,97	73,42	46,83
C A M A D A S D E C A R V Ã O	CS ₆	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
	CS ₅	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	124,94	NEG	NEG
	CS ₄	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	122,16 0,49 0,38 100	NEG	104,38 0,44 0,44 100
	CS ₃	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	NEG	NEG	101,38 0,37 0,25 100
	CS ₂	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	113,86 0,60 0,58 100	97,89 0,64 0,58 100	99,03 0,49 0,45 100
	CS ₁	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	111,39 0,13 0,13 100	95,30 0,24 0,22 100	97,93 0,25 0,25 100
	CBS + CBI	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	144,66 4,50 3,89 100	92,94 1,79 1,61 100	104,03 5,98 5,04 100	87,48 6,20 5,49 100	89,47 5,85 5,08 100
	CI ₁	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	102,60 0,10 0,10 100	NEG	88,07 0,14 0,14 100
	CI ₂	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	141,31 1,00 1,00 100	90,15 0,79 0,72 100	99,26 0,94 0,92 100	82,19 0,98 0,96 100	84,11 1,11 1,11 100
	CI ₃	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	139,66 0,60 0,46 100	NEG	96,61 0,25 0,25 100	78,53 2,23 1,65 100	NEG
	CI ₄	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	138,16 0,90 0,90 100	NEG	95,11 0,40 0,39 100	100	NEG
	CI ₅	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	NEG	93,49 0,12 0,12 100	NEG	NEG
	CI ₆	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	135,03 0,28 0,22 100	NEG	NEG	75,35 0,20 0,20 100	NEG
	CI ₇	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	NEG	79,37 0,85 0,81 100	NEG	NEG	NEG
	S/D	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	136,04 0,07 0,07 100	77,69 0,30 0,30 100	101,49 0,12 0,12 100	84,86 0,19 0,19 100	85,83 0,07 0,07 100
	S/D	COTA DA LAPA CAMADA TOTAL CARVÃO NA CAMADA RECUPERAÇÃO	m m m %	-	75,24 0,60 1,10 0,50 0,67 100 100	-	75,52 0,05 0,05 100	-
	ESPESSURA TOTAL DE CARVÃO (CC)			m	6,54	4,61	6,60	9,34

FURO:		SC-44-RS	SC-45-RS	SC-46-RS	SC-47-RS	SC-48-RS		
COORDENADAS UTM:	N	6.497,01	6.497.008,51	6.494,94	6.494,95	6.495.139,44		
	E	239,99	241.141,07	241,93	239,99	246.855,21		
COTAS	BOCA	m	124,38	157,58	131,97	123,53	184,07	
	TOPO FM RIO BONITO	m	120,88	154,78	105,67	88,38	143,37	
	BASE FM RIO BONITO	m	81,88	93,48	60,92	43,28	88,07	
	TOPO EMBASAMENTO	m	80,28	-	-	43,28	88,07	
PROFUNDIDADE		m	44,85	69,09	76,80	81,50	97,50	
C A M A D A S D E C A R V Ã O	CS ₆	COTA DA LAPA	m	109,31				
		CAMADA TOTAL	m	0,47	NEG	NEG	NEG	NEG
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,47				
		RECUPERAÇÃO	%	100				
	CS ₅	COTA DA LAPA	m	108,23	140,38			
		CAMADA TOTAL	m	0,50	1,31	NEG	NEG	NEG
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,41	1,31			
		RECUPERAÇÃO	%	100	100			
	CS ₄	COTA DA LAPA	m	106,28	137,56	93,47		
		CAMADA TOTAL	m	1,38	0,32	0,40	NEG	NEG
		CARVÃO NA CAMADA	m	1,38	0,22	0,32		
		RECUPERAÇÃO	%	100	100	95,0		
	CS ₃	COTA DA LAPA	m	103,30			73,73	
		CAMADA TOTAL	m	0,38	NEG	NEG	0,30	NEG
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,27			0,20	
		RECUPERAÇÃO	%	100			100	
	CS ₂	COTA DA LAPA	m	101,05	134,40	82,22	67,03	
		CAMADA TOTAL	m	0,63	0,78	0,30	1,30	NEG
		CARVÃO NA CAMADA	m	0,55	0,60	0,30	0,71	
		RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100	
CS ₁	COTA DA LAPA	m	99,18	132,50	79,78	65,13	124,87	
	CAMADA TOTAL	m	0,40	0,15	0,55	0,40	0,07	
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,40	0,15	0,55	0,40	0,07	
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100	100	
CBS + CBI	COTA DA LAPA	m	92,88	123,13	72,84	57,51	117,87	
	CAMADA TOTAL	m	5,61	6,30	5,63	6,02	5,70	
	CARVÃO NA CAMADA	m	5,09	5,52	4,66	5,64	4,56	
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100	100	
CI ₁	COTA DA LAPA	m	90,44		71,72	55,45	116,65	
	CAMADA TOTAL	m	0,34	NEG	0,07	0,18	0,25	
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,34		0,07	0,18	0,18	
	RECUPERAÇÃO	%	100		100	100	97,0	
CI ₂	COTA DA LAPA	m	86,14	118,38	67,87	49,63	114,07	
	CAMADA TOTAL	m	1,14	0,96	1,00	1,76	0,95	
	CARVÃO NA CAMADA	m	1,14	0,96	0,97	1,41	0,95	
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100	97,0	
CI ₃	COTA DA LAPA	m	83,88	116,22	65,17	47,98	112,12	
	CAMADA TOTAL	m	0,78	0,56	1,00	1,01	0,65	
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,78	0,47	0,90	0,46	0,54	
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100	100	
CI ₄	COTA DA LAPA	m		114,55	63,47	47,23	110,51	
	CAMADA TOTAL	m	NEG	1,18	1,20	0,21	1,11	
	CARVÃO NA CAMADA	m		1,12	0,98	0,21	1,07	
	RECUPERAÇÃO	%		100	100	100	100	
CI ₅	COTA DA LAPA	m		113,91	62,27			
	CAMADA TOTAL	m	NEG	0,32	0,40	NEG	NEG	
	CARVÃO NA CAMADA	m		0,32	0,40			
	RECUPERAÇÃO	%		100	97,0			
CI ₆	COTA DA LAPA	m					106,79	
	CAMADA TOTAL	m	NEG	NEG	NEG	NEG	0,20	
	CARVÃO NA CAMADA	m					0,13	
	RECUPERAÇÃO	%					100	
CI ₇	COTA DA LAPA	m						
	CAMADA TOTAL	m	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	
	CARVÃO NA CAMADA	m						
	RECUPERAÇÃO	%						
S/D	COTA DA LAPA	m	100,56	142,49	70,32	85,29		
	CAMADA TOTAL	m	0,17	0,09	0,15	0,15	-	
	CARVÃO NA CAMADA	m	0,17	0,09	0,15	0,15		
	RECUPERAÇÃO	%	100	100	100	100		
S/D	COTA DA LAPA	m		142,27				
	CAMADA TOTAL	m	-	0,06	-	-	-	
	CARVÃO NA CAMADA	m		0,06				
	RECUPERAÇÃO	%		100				
ESPESURA TOTAL DE CARVÃO (CC)		m	11,00	10,82	9,30	9,36	7,50	

6. CARACTERÍSTICAS DO CARVÃO PESQUISADO

6.1 - Generalidades

As camadas de carvão das áreas A-17, A-18 e A-19, do bloco Sul de Candiota, possuem espessuras variáveis desde dezenas de centímetros até 6,45 m de CT na camada Candiota, que representa o horizonte mais promissor.

No conjunto de camadas superiores à Candiota, a superior dois (CS₂) é a mais importante, com espessura máxima de 1,30 m de CT e expressiva continuidade lateral, só não ocorrendo em algumas partes do lado leste da área. As outras camadas superiores à Candiota, CS₅, CS₄ e CS₃, poderiam ser mineradas, mas não mostram grande continuidade lateral nos blocos aqui propostos. Individualmente, têm espessuras iguais ou inferiores à CS₂, com algumas exceções: os furos SC-11-RS e SC-44-RS têm a CS₄ com 1,10 m e 1,38 m de CT, respectivamente, e, o SC-23-RS tem a CS₅ com 1,15 m de CT. A camada superior um (CS₁), também tem reduzida continuidade lateral, mostrando geralmente espessura de leito, com um valor máximo de CT de 0,55 m. A camada superior seis (CS₆) foi encontrada apenas pelo furo SC-44-RS, tendo espessura de 0,47 m de CT.

A camada Candiota, semelhantemente ao que foi definido para as áreas vizinhas, e, diferentemente dos blocos de Hulha Negra e Seival, foi reunida em um único banco, dada a espessura desprezível do estéril intercalado, com uma média de 11% na razão estéril/CT. A espessura média de CT situa-se em 5,11 m e o estéril varia entre 0,38 e 1,26 m.

No conjunto de camadas inferiores à Candiota, a inferior dois (CI₂) tem grande continuidade lateral, com uma

espessura máxima de 1,76 m de CT. O conjunto inferior definido pelo agrupamento das camadas $CI_3 + CI_4$ tem, também, grande continuidade lateral, com espessura máxima de 2,55 m de CT. Ainda nesse conjunto de camadas inferiores à Candiota, dentre as CI_5 , CI_6 e CI_7 , a camada CI_5 é que mostra maior persistência lateral, tendo sido encontrada em 8 furos, com espessura máxima de 0,63 m de CT. A camada CI_6 tem menor persistência lateral, sendo encontrada em 5 furos de sondagem com valor máximo de CT igual a 0,51 m. A camada CI_7 , tem continuidade lateral ainda mais restrita, fazendo-se presente apenas em 3 furos, com maior valor de CT igual a 0,85 m. A camada CI_1 tem espessura predominante de leito sendo que apenas no furo SC-44-RS tem CT igual a 0,34 m.

Aqueles níveis de carvão cognominados *sem denominação* (S/D), geralmente apresentam espessuras de leito, raramente mostrando espessuras de camadas, como no furo SC-11-RS (CT: 0,36 m e CC: 0,30 m) e no SC-29-RS (CT: 0,60 m e CC: 0,50 m). Apesar de não serem contínuas lateralmente, quase todos os furos têm, pelo menos, um desses níveis de carvão, ainda sem denominação definida.

Pode-se afirmar, através da observação da seção estratigráfica (Fig. 4) e dos perfis litológicos dos furos de sondagem, que o aproveitamento econômico do carvão nas áreas aqui visadas, atualmente, engloba a camada superior dois (CS_2), a camada Candiota (CBS + CBI), a camada inferior dois (CI_2) e aquele conjunto definido pela soma das camadas inferiores três e quatro ($CI_3 + CI_4$). As demais camadas de carvão, atualmente, não apresentam viabilidade econômica de exploração.

A priori, todas as três áreas apresentam possibilidades de lavra a céu aberto, principalmente, nas porções extremas oeste e leste, onde a lapa da camada Candiota não

ultrapassa 60,00 m.

6.2 - Camadas de Carvão

6.2.1 - Camada Candiota (CBS + CBI)

Essa camada possui uma distribuição areal ampla, atingindo a totalidade da área em apreço.

Mesoscopicamente, o carvão é do tipo detrítico fosco, com lâminas finas e médias esparsas de vitrênio. Localmente, pode mostrar lâminas grossas, e, pode passar a medianamente brilhante ou a brilhante, com lâminas finas e médias abundantes, de vitrênio.

A espessura média da camada é de 5,11 m de CT, variando entre 1,79 e 6,45 m. O estéril total contido, apresenta-se com um valor médio de 11%, variando entre 0,38 m e 1,26 m.

Observando-se a seção estratigráfica W-E (Fig.4), denota-se uma tendência dessa camada a mostrar espessuras maiores na área A-17, e apresentar espessuras menores em direção à área A-19.

Como se pode confirmar pela seção geológica da área (Fig. 5), ou pelo mapa de contorno estrutural da lapa da camada Candiota (Anexo X), existe pouca intensidade de tectonismo, podendo se notar dois falhamentos na borda oeste que definem uma estrutura tipo muralha (*horst*), e no lado leste, um falhamento que também afeta a seqüência gonduânica. As profundidades da lapa da camada Candiota, variam entre 36,05 e 111,50 m. Essas evidências, podem colaborar ao planejamento da lavra, seja a céu-aberto ou subterrânea.

Em base úmida, a camada Candiota (CBS + CBI) apresenta uma densidade igual a $1,70 \text{ g/cm}^3$. Obtém-se uma recuperação teórica de 52% para o carvão com 35% de cinzas, equivalente a $3,39 \text{ t/m}^2$, originando um refugo de 48%.

6.2.2 - Camada CI_2

A segunda camada inferior à Candiota, é a segunda em importância econômica nas áreas aqui visadas.

A espessura média é de 1,01 m, variando entre 0,72 m e 1,76 m de CT. O estéril contido, varia entre 0,00 m e 0,35 m, apresentando uma média de 0,04 m, pois, na grande maioria, os valores de CT e CC são coincidentes.

Esse horizonte dista, da camada Candiota, entre 1,00 m e 6,12 m, estando esse espaço geralmente representado por siltitos cinza, localmente carbonosos, que podem incluir a camada CI_1 e/ou alguns leitos de carvão sem denominação.

Mesoscopicamente, tem-se carvão detrítico fosco, com lâminas finas e médias, esparsas de vitrênio. Localmente, pode-se encontrar carvão detrítico medianamente brilhante a brilhante, com lâminas finas a médias abundantes, de vitrênio.

Em base úmida, essa camada apresenta um rendimento teórico de 10-20% para o carvão com 35% de cinzas, o que equivale a $0,14-0,28 \text{ t/m}^2$, com um refugo de 80 a 90%. A densidade dessa camada foi calculada como $1,85 \text{ g/cm}^3$.

6.2.3 - Camada ($CI_3 + CI_4$)

A camada resultante do somatório das duas camadas individuais - CI_3 e CI_4 - tem também importância econômica

nas áreas individuais estudadas.

A espessura média é de 1,15 m, variando entre 0,26 m e 2,55 m de CT. O estéril contido varia entre 0,35 m e 0,52 m com média de 0,46 m, devendo ser lembrado, que existem três furos em que as camadas CI_3 e CI_4 estão muito afastadas e não entraram no cálculo dessa referida média de estéril.

Esse horizonte fica afastado entre 1,87 m e 3,35 m da camada inferior dois (CI_2), onde são encontrados sil-titos cinza, localmente carbonosos, podendo englobar menores leitos de carvão.

Mesoscopicamente, tem-se carvão detrítico fosco com lâminas finas a médias esparsas de vitrênio, podendo, localmente se ter carvão detrítico medianamente brilhante, com lâminas finas a médias abundantes de vitrênio.

Em base úmida, essa camada ($CI_3 + CI_4$) apresenta um rendimento teórico de 59% para o carvão com 35% de cinzas, o que equivale a $0,97 \text{ t/m}^2$, com um refugo de 41%. Sua densidade foi determinada como $1,65 \text{ g/cm}^3$.

6.2.4 - Camada CS_2

Dentre as camadas que foram cubadas, a superior dois (CS_2) é a que apresenta menor importância, devido à sua ausência em oito furos efetuados. Deve-se levar em conta, entretanto, sua posição anterior à camada Candiota, o que lhe facilitaria a lavra em determinadas partes da área.

A espessura média é de 0,63 m, variando entre 0,30 m e 1,30 m de CT. O estéril contido varia de 0,00 m a 0,59 m, com média de 0,10 m, já que a maioria dos furos onde a

CS₂ é encontrada, apresenta valores de CT e CC muito próximos.

Esse estrato fica posicionado acima da camada Can_{diota}, entre 3,62 m e 4,8 m, onde estão presentes siltitos cinza a pretos, geralmente carbonosos, que podem englobar a camada CS₁ e/ou leitos menores de carvão.

Mesoscopicamente se observa carvão detrítico fosco, com lâminas finas a médias, esparsas a moderadas, de vitrênio. Localmente, pode-se ter carvão detrítico medianamente brilhante, com lâminas finas, moderadas a abundantes, de vitrênio.

Em base úmida, essa camada CS₂ apresenta um rendimento teórico de 85% para o carvão com 50% de cinzas, equivalente a 0,80 t/m² e um refugo de 15%. Sua densidade foi calculada em 1,85 g/cm³.

(valores em metros)

F U R O		SC-11	SC-12	SC-21	SC-23	SC-24
PROFUNDIDADE	CBS + CBI	56,65	67,30	38,95	62,76	78,12
DISTÂNCIA	CBI - CI ₂	3,76	3,00	2,12	3,85	3,78
	CI ₂ - (CI ₃ +CI ₄)	1,38	1,25	0,94	2,13	1,00
CBS + CBI	CT	6,45	4,80	3,36	6,04	6,25
	CC	5,19	4,19	3,09	5,36	5,46
CI ₂	CT	0,97	0,90	0,93	1,04	0,97
	CC	0,93	0,90	0,93	1,04	0,97
CI ₃ + CI ₄	CT	2,11	1,64	2,26	2,38	2,55
	CC	1,39	1,09	1,81	1,82	2,00
M	CT	9,53	7,34	6,55	9,46	9,77
	CC	7,51	6,18	5,83	8,22	8,43

F U R O		SC-25	SC-26	SC-27	SC-28	SC-37
PROFUNDIDADE	CBS + CBI	89,05	35,60	60,76	108,52	32,35
DISTÂNCIA	CBI - CI ₂	2,85	3,30	1,55	2,05	2,90
	CI ₂ - (CI ₃ +CI ₄)	1,79	0,96	1,56	1,29	1,85
CBS + CBI	CT	6,25	6,10	2,59	2,98	3,90
	CC	5,49	5,30	2,47	2,90	3,37
CI ₂	CT	0,88	0,94	1,03	1,06	0,75
	CC	0,88	0,94	0,98	1,06	0,75
CI ₃ + CI ₄	CT	2,11	2,27	0,26	2,50	1,08
	CC	1,58	1,64	0,23	0,86	1,08
M	CT	9,24	9,31	3,88	6,54	5,73
	CC	7,95	7,88	3,68	4,82	5,20

TABELA IV - DADOS FÍSICOS DAS
CAMADAS DE CARVÃOPROJETO GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA FL.1/2

(valores em metros)

F U R O		SC-38	SC-39	SC-41	SC-42	SC-43
PROFUNDIDADE CBS + CBI		70,65	88,71	40,00	39,25	34,25
DISTÂNCIA	CBI — CI ₂	2,35	1,00	3,82	4,31	4,25
	CI ₂ — (CI ₃ +CI ₄)	1,05	-	2,41	1,43	-
CBS + CBI	CT	4,50	1,79	5,98	6,20	5,85
	CC	3,89	1,61	5,04	5,49	5,08
CI ₂	CT	1,00	0,97	0,94	0,98	1,11
	CC	1,00	0,72	0,92	0,96	1,11
CI ₃ + CI ₄	CT	2,10	-	1,75	2,23	-
	CC	1,36	-	0,64	1,65	-
Σ	CT	7,60	2,76	8,67	9,41	6,96
	CC	6,25	2,33	6,60	8,10	6,19

F U R O		SC-44	SC-45	SC-46	SC-47	SC-48
PROFUNDIDADE CBS + CBI		26,89	28,15	53,50	60,00	60,50
DISTÂNCIA	CBI — CI ₂	4,60	3,81	3,97	6,12	2,85
	CI ₂ — (CI ₃ +CI ₄)	1,48	1,60	1,70	0,64	1,30
CBS + CBI	CT	5,61	6,30	5,63	6,02	5,70
	CC	5,09	5,52	4,66	5,64	4,56
CI ₂	CT	1,14	0,96	1,00	1,76	0,95
	CC	1,14	0,96	0,97	1,41	0,95
CI ₃ + CI ₄	CT	0,78	2,23	2,70	1,76	2,26
	CC	0,78	1,59	1,88	0,67	1,61
Σ	CT	7,53	9,49	9,33	9,54	8,91
	CC	7,01	8,07	7,51	7,72	7,12

TABELA IV - DADOS FÍSICOS DAS
CAMADAS DE CARVÃOPROJETO GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA FL.2/2

7. QUALIDADE DO CARVÃO - ANÁLISES

Os dados de análise mais conhecidos atualmente são os da camada Candiota, minerada na atual mina de Candiota.

Deve-se salientar que os carvões da Bacia de Candiota são exclusivamente energéticos, não apresentando F.S.I. (*Free-Swelling Index*), portanto não coqueificam. O grande volume de carvão sugere possibilidades de aproveitamento mais nobre do que aquele da pura queima *in natura* na geração de termoeletricidade. Processos de beneficiamento poderão fornecer produto CV₃₅ (carvão com 35% de cinzas) para ser usado como substituto de óleo combustível nas indústrias de cimento, na gaseificação, na obtenção de hidrocarbonetos líquidos, etc.

As características físico-químicas do carvão de Candiota, são determinadas por sua natureza e grau de evolução geológica, classificadas pelo *rank* na faixa de carvão Betuminoso de Alto Volátil C, não coqueificável e de boa reatividade, não se prestando à siderurgia. O seu alto teor de cinzas é da ordem de 52% no R.O.M. e os teores de enxofre menores que 2%. No bloco de Sul de Candiota, os teores de cinzas estão na faixa de 50% para a camada Candiota.

Nesse relatório, estão incluídos os resultados e suas interpretações de 16 análises, assim distribuídas:

- 1 análise para a camada CS₄
- 1 análise para a camada CS₂
- 5 análises para a camada Candiota (CBS + CBI)
- 3 análises para a camada CI₂
- 5 análises para a camada (CI₃ + CI₄)
- 1 análise para a camada CI₅

Os estudos realizados pela CPRM, nos testemunhos de sondagem dos furos executados em suas áreas de pesquisa, sempre são feitos visando caracterizar a qualidade (*grade*) do carvão. A metodologia consiste na descrição detalhada do carvão (comparação e quantificação entre bandas de vitrênio e carvão detrítico). Após a descrição, as camadas são estrategicamente amostradas e enviadas a laboratórios especializados, para os testes de afunda-flutua em líquidos de densidade controlada.

Os laboratórios utilizados para as análises mencionadas nesse relatório foram: Aços Finos Piratini-RS, Laec-SC e Lamin-RJ.

Os testes de afunda-flutua são ensaios baseados na separação de frações (porcentagem em relação ao peso inicial da amostra) densimétricas, previamente escolhidas pelo geólogo, de acordo com a qualidade macroscópica do carvão. Antes dos ensaios, o carvão é britado em 1/8" (3,175mm), pesado e tem separada sua fração granulométrica inferior a 200 mesh, que também é analisada, semelhantemente às frações densimétricas.

Os dados obtidos dessas várias frações (1,50; 1,65; 1,85 e 2,10) de uma camada, servem para estimar os rendimentos ponderais de carvão, com determinado teor de cinzas, por simples cálculos matemáticos ou através das curvas construídas em gráficos apropriados (gráficos de Mayer). Para as áreas desse relatório, foram efetuados cálculos ponderais matemáticos (Tab. V), como também foi elaborado o gráfico de correlação entre teores de cinzas e pesos específicos (Fig. 6), além dos gráficos de Mayer (Figs. 7 e 8).

No estudo da qualidade é necessário distinguir o *Carvão na Camada* que é a soma das espessuras de carvão des-

crito pelo geólogo de campo, e a *Camada Total*, que inclui intercalações estéreis e corresponde, aproximadamente, ao R.O.M. O primeiro desses conceitos corresponde ao carvão cubado; o segundo corresponde aos testemunhos analisados.

As relações estimadas entre essas duas quantidades podem ser vistas no quadro abaixo, para as três camadas principais:

C A M A D A		CBS + CBI sem estéril intermediário	CI ₂	CI ₃ + CI ₄ com estéril intermediário
$\frac{CC}{CT}$ em volume		84	98,5	72
$\frac{CC}{CT}$ em peso estimado		78	98	64
Peso Específico do CC	Estimado	1,68	1,84	1,66
	Arredondado para fins de cubagem	1,70	1,85	1,65
Teor em cinzas do CC		44	53	42

As informações quantitativas para as camadas CS₄, CS₂ e CI₅ são menos precisas, pois, devido à pequena espessura e pequeno volume dos testemunhos, apenas uma amostra de cada uma dessas camadas foi enviada para análise, sendo feito apenas um corte densimétrico. Na figura 8 vê-se que esses testes indicam que as camadas CS₄ e CI₅ são as de melhor qualidade da jazida, enquanto a CS₂ compõe-se de carvão de alta cinza.

A partir do quadro acima e das Figs. 7 e 8, podem ser feitas estimativas preliminares de recuperação de componentes úteis das diversas camadas. Considerando as carac-



terísticas do carvão da jazida e as necessidades do mercado, esses produtos deverão ser:

- CE₃₅ (carvão energético com 35% de cinzas), cuja denominação foi recentemente alterada pelo CNP para CEC-35 (carvão energético para cimento com 35% de cinzas).
- CE₅₀ (carvão energético com 50% de cinzas), cuja denominação foi recentemente alterada pelo CNP para CET-3300 (carvão energético para termoeletricidade com 3300 cal/g).

Os rendimentos estimados nos quadros que seguem representam uma primeira estimativa de pouca precisão, por três fatores:

- A quantidade de amostras de cada camada.
- As diferenças entre testes de laboratório na bitola de 1/8" e operações industriais.
- A consideração do teor de umidade.

Para cada um dos quadros abaixo foi considerada a obtenção de um só produto. Na operação industrial é provável que sejam obtidos simultaneamente parcelas de ambos, conforme a qualidade das camadas e a demanda do mercado. Os rendimentos foram estimados em relação ao "CC", ou seja, ao carvão cubado, que representa parcelas variáveis da camada total, conforme já explicitado anteriormente.

No caso de beneficiado com 35% de cinzas os rendimentos estimados são:

CAMADA	RENDIMENTOS A PARTIR DO CARVÃO CUBADO	RECUPERAÇÃO (t/m ²)
CS ₄	83 %	não cubada
CS ₂	sem dados	sem dados
CBS + CBI	52 %	3,39
CI ₂	de 10% a 20%	0,14 a 0,28
CI ₃ + CI ₄	59 %	0,97
CI ₅	63 %	não cubada

No caso de beneficiado com 50% de cinzas os rendimentos esperados estão no quadro abaixo. Nota-se que os testemunhos totais de três das camadas indicam teores de cinzas globais abaixo desse limite.

CAMADA	RENDIMENTOS A PARTIR DO CARVÃO CUBADO	RECUPERAÇÃO (t/m ²)
CS ₄	100% com 41,5% cinzas	não cubada
CS ₂	79% com 50% cinzas	0,80
CBS + CBI	100% com 44% cinzas	6,50
CI ₂	85% com 50% cinzas	1,23
CI ₃ + CI ₄	72% com 50% cinzas	1,20
CI ₅	100% com 45% cinzas	não cubada

Admite-se que parte do refugo resultante da separação de CV₃₅ possa ser adicionada ao carvão termoelétrico, pois seu custo é praticamente nulo, desde que o preço de CV₃₅ seja garantido.

É importante salientar que estes são resultados

teóricos, obtidos em laboratórios, e sobre uma faixa granulométrica sensivelmente menor que as usuais em plantas industriais de beneficiamento de carvão.

No processo em larga escala ocorrem perdas, e as granulometrias maiores de britagem de minério introduzem diferenças para menos, nos valores de rendimentos ponderais e de recuperação por m².

Os teores de enxofre variam entre 0,5 e 2,0% de modo geral, não causando obstáculos para exploração ou comercialização.

Com relação aos dados de carvão da mina de Candiota, em exploração, pode-se dizer que nas áreas estudadas por esse relatório (A-17, A-18 e A-19), o carvão da camada Candiota tem qualidade equivalente ou pouco superior ao daquela referida mina.

FURO	CAMADA	ESPESS (m)	PESO (g)	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)		DENSIDADE	FRACÇÕES (%)				FRACÇÕES ACUMULADAS (%)		RECUPERAÇÃO		TEÓRICA		CAMADA TOTAL R.O.M. (t/m ²)	PODER CALORÍFICO (Cal/g)			
				1,85	CAMADA TOTAL		PESO	CINZA	ENXOFRE	MATÉRIA VOLÁTIL	PESO	CINZA	PESO DA CAMADA (%)	RENDIM (t/m ²)	35% CINZA	RENDIM (t/m ²)		30% CINZA	PESO DA CAMADA (%)	RENDIM (t/m ²)	BASE ÚMIDA
CS4 (A)		1,10	2.247	(1,53)	(1,64)	- 200 Mesh x 0 Total	72,9	34,7	1,3		72,9	34,70									
							23,5	61,6	2,3		96,4	41,26									
CBS + CBI (E)		6,45	13.917	(1,61)	(1,82)	> 2,10 200 Mesh x 0 Total	20,2	25,2	0,8	33,8	20,20	25,20									
							28,4	45,9	0,5	25,5	48,60	37,30									
CI2 (F)		0,97	2.020	(1,74)	(1,85)	200 Mesh x 0 Total	1,22	57,97	0,74		100,00	57,97									
							43,11	62,37	0,78		98,78	53,93									
CI3 (G)		0,62	1.360	(1,53)	(1,79)	200 Mesh x 0 Total	54,04	34,91	0,78		54,04	34,91									
							44,39	67,99	0,69		98,43	49,83									
CI4 (H)		0,97	1.980	(1,65)	(1,71)	200 Mesh x 0 Total	1,46	50,85	1,23		100,00	49,91									
							26,45	56,02	1,67		72,09	41,60									
CBS + CBI (A)		4,80	9.670	(1,69)	(1,77)	200 Mesh x 0 Total	14,24	31,26	0,71	26,77	14,24	31,26									
							53,66	47,71	0,56	24,29	67,90	44,26									

SC-11-RS

NOTA: Os dados de pesos específicos entre parênteses correspondem a interpolações na reta de correlação (Fig. 6).
? : Dado impreciso.

FURO	CAMADA	ESPES (m)	PESO (g)	PESO ESPECIFICO (g/cm ³)		DENSIDADE	FRAÇÕES (%)				FRAÇÕES ACUMULADAS (%)		RECUPERAÇÃO TEÓRICA			CAMADA TOTAL		PODER CALORIFICO (Cal/g)			
				1,85	CAMADA TOTAL		PESO	CINZA	ENXOFRE	MATÉRIA VOLÁTIL	PESO	CINZA	PESO DA CAMADA (%)	RENDIM (1/m ²)	50% CINZA	RENDIM (1/m ²)	R.O.M (1/m ²)	TOTAL	BASE ÚMIDA	BASE SECA	
SC-12-RS	CI ₂ (B)	0,90	1,920	-	-	> 1,85 200 Mesh x 0 Total	63,67	50,62	0,43	-	63,67	50,62	?	?	64	1,07	1,67	2,800	3,163	3,351	
																					1,80
SC-12-RS	CI ₄ (D)	0,91	1,700	-	-	< 1,85 > 1,85 200 Mesh x 0 Total	84,91	41,10	1,19	-	84,91	41,10	?	?	100	1,53	1,53	3,750	3,893	4,244	
																					(1,64)
CBI (A)	3,36	11,250	1,28	(1,60)	(1,72)	< 1,50 1,50 x 1,65 1,65 x 1,85 1,85 x 2,10 > 2,10 200 Mesh x 0 Total	1,66	10,5	0,94	26,7	1,66	10,50	58	3,35	100	5,78	5,78	3,220	3,757	4,102	
																					(1,60)
SC-21-RS	CI ₃ +CI ₄ (C)	2,26	8,100	1,31	(1,65)	< 1,50 1,50 x 1,65 1,65 x 1,85 1,85 x 2,10 > 2,10 200 Mesh x 0 Total	1,8	15,2	0,89	29,6	1,8	15,20	40	1,68	83	3,49	4,20	2,644	3,732	2,810	3,979
SC-25-RS	CS ₂ (A)	0,63	1,980	-	-	< 1,85 > 1,85 200 Mesh x 0 Total	42,1	42,8	0,60	-	42,10	42,80	?	?	73	0,85	1,17	2,692	3,703	3,035	3,686

NOTA: Os dados de pesos específicos entre parênteses correspondem a interpolações na reta de correlação (Fig. 6)

?: Dado impreciso

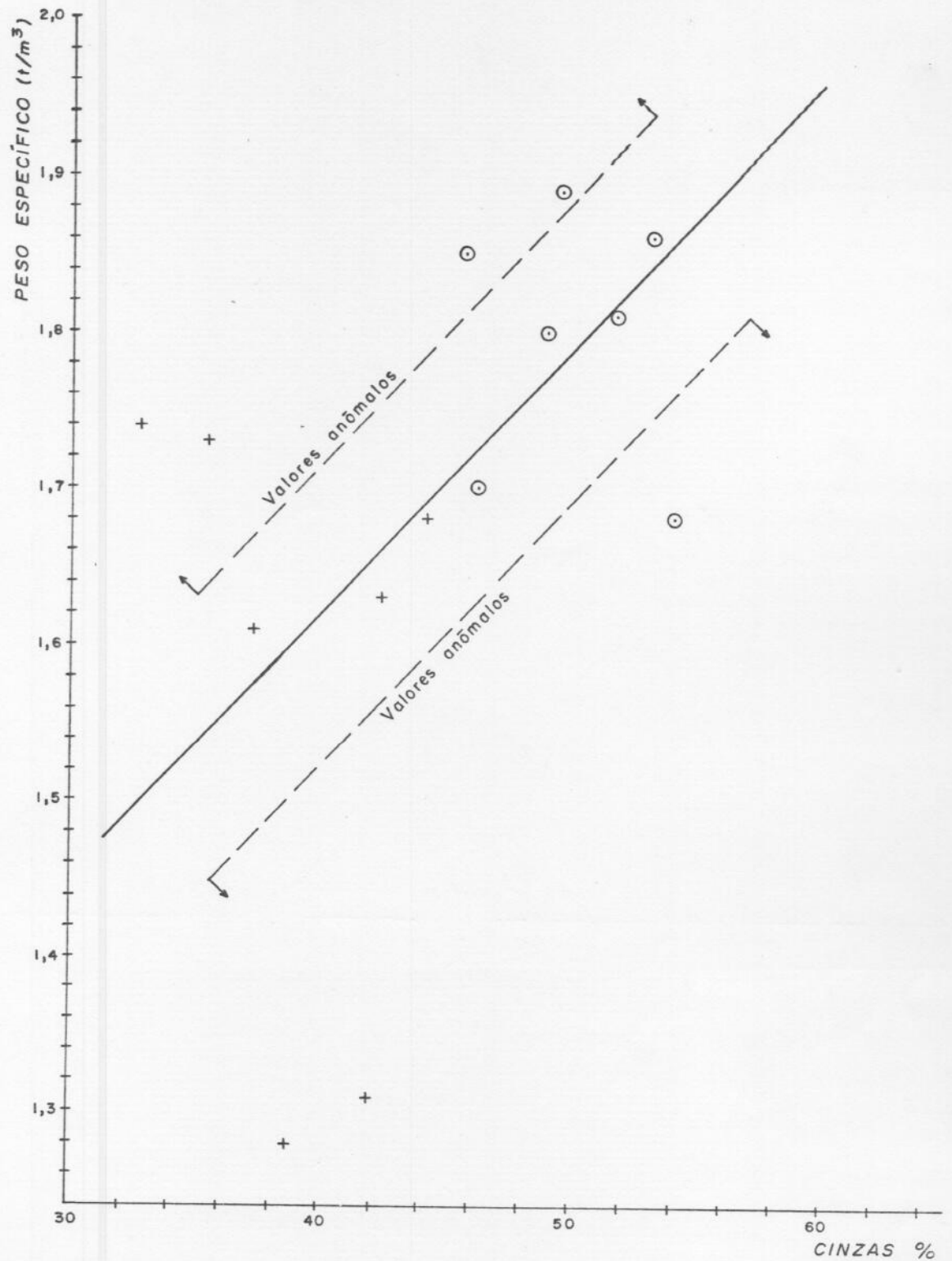
TABELA V - DADOS DE ANÁLISES

FURO	CAMADA	ESPESS (m)	PESO (g)	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)		DENSIDADE	FRACÇÕES (%)				FRACÇÕES ACUMULADAS (%)		RECUPERAÇÃO		TEÓRICA		CAMADA TOTAL R.O.M. (t/m ²)	PODER CALORÍFICO (Cal/g)							
				ESPESS (m)	PESO (g)		1,85	CAMADA TOTAL	PESO	CINZA	ENFOFRE	MATÉRIA VOLÁTIL	PESO	CINZA	PESO DA CAMADA (t/m ²)	35% CINZA		PESO DA CAMADA (t/m ²)	50% CINZA	PESO DA CAMADA (t/m ²)	BASE ÚMIDA	BASE SECA			
5C-25-RS	CIB (B)	2,55	9,100	1,73 (1,54)	1,89 (1,78)	1,65 1,85 x 2,10 > 2,10 200 Mesh x 0 Total	12,0	15,7	0,78	26,6	12,00	15,70													
							34,6	42,3	0,62	19,3	46,60	35,45													
							34,8	58,2	0,57		81,40	45,18													
5C-25-RS	CIB (B)	3,30	10,300	1,74 (1,50)	1,85 (1,72)	1,65 1,85 x 2,10 > 2,10 200 Mesh x 0 Total	11,5	14,5	0,65	28,8	11,50	14,50													
							33,0	39,1	0,54	20,3	44,50	32,74													
							41,2	54,6	0,78		85,70	43,25													
5C-25-RS	CI ₂ (C)	0,88	3,110	-	(1,67)	1,85 200 Mesh x 0 Total	40,4	42,9	0,51		40,40	42,90													
							52,9	60,3	0,55		93,30	52,77													
							6,7	53,4	0,51		100,00	52,81	20	0,32	65	1,05									
5C-25-RS	CI ₃ + CI ₄ (D)	2,11	6,600	1,63 (1,49)	1,86 (1,84)	1,65 1,85 x 2,10 200 Mesh x 0 Total	16,4	19,6	0,84	29,4	16,40	19,60													
							26,0	39,8	0,83	22,5	42,40	31,99													
							27,9	59,2	0,68		70,30	42,79	50	1,94	87	3,38									
5C-25-RS	CI ₅ (E)	0,63	1,980	(1,56)	(1,70)	1,85 200 Mesh x 0 Total	63,0	36,3	1,11		63,00	36,30													
							30,3	62,6	2,90		93,30	44,84													
							6,7	47,5	1,41		100,00	45,02	52	0,56	100	1,07									
Total							100,0	53,2	1,30		100,00	53,17													

NOTA: Os dados de pesos específicos entre parênteses correspondem a interpolações na reta de correlação (Fig. 6)

? : Dado impreciso

TABELA V - DADOS DE ANÁLISES



PONTOS CONSIDERADOS: 7

+ Fração flutuada em 1,85

ORIGEM

— 0% Cinzas
 — 0,9519 t/m³

⊙ Camada total

INCLINAÇÃO

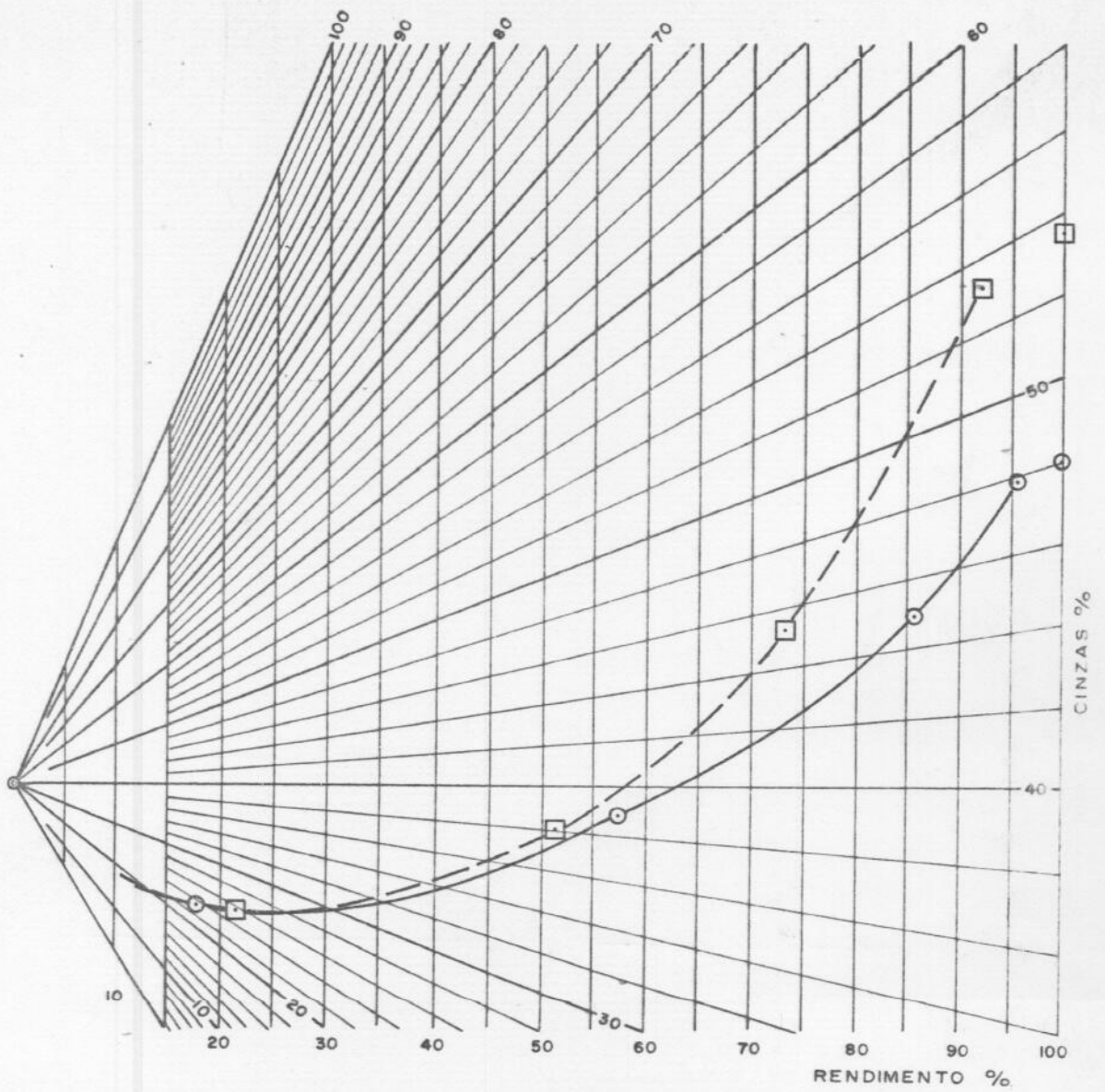
+ 0,0167 t/m³
 + 1% Cinzas

Coeficiente de correlação: 0,963

FIGURA 6

PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA

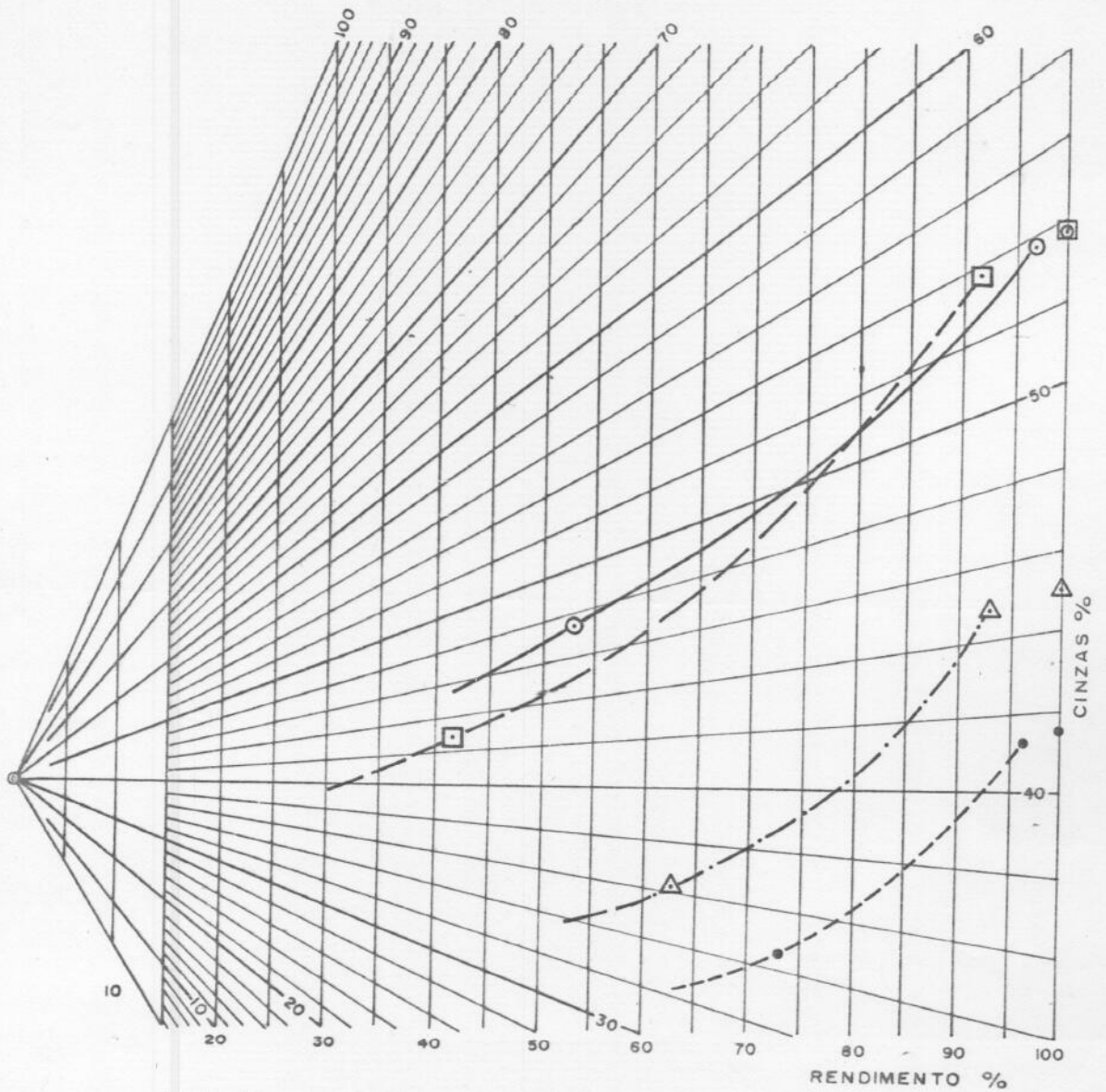
CORRELAÇÃO ENTRE TEORES EM CINZAS
 E PESOS ESPECÍFICOS



O Rendimento 100% inclui a fração 200 mesh X 0

- Camadas CBS + CBI. (sem estéril intermediário), Furos SC-II-RS, SC-12-RS, SC-21-RS e SC-25-RS
- -□- - Camadas C₁₃ + C₁₄ (com estéril intermediário), Furos SC-21-RS e SC-25-RS

FIGURA 7
 PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA
 CURVAS DO GRÁFICO DE MAYER



O Rendimento 100% inclui a fração 200 mesh X 0

- Camada C_{S4} , Furo SC-11-RS
- Camada C_{S2} , Furo SC-25-RS
- Camada C_{I2} , Furos SC-11-RS, SC-12-RS e SC-25-RS
- .-△.-.- Camada C_{I5} , Furo SC-25-RS

FIGURA 8
 PROJETO GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA
 CURVAS DO GRÁFICO DE MAYER

8. CÁLCULO DE RESERVAS

8.1 - Método Utilizado

8.1.1 - Critérios Anteriores

A C.P.R.M., em trabalhos anteriores, já definiu os critérios a adotar na elaboração das áreas de influência para determinações das reservas medidas, indicadas e inferidas. Assemelham-se estes aos utilizados pelo U.S.G.S. (*United States Geological Survey*).

Considerava-se como reserva medida, aquela contida em círculos com centro nos furos de sonda e raio de 0,40 Km equivalente a uma área de 0,50 Km². Aplicado este critério, restavam, freqüentemente entre os círculos, estreitas faixas, que por estarem rodeadas de furos positivos, permitiam segurança quanto à espessura e continuidade das camadas de carvão, por isso, incluíam-se estas faixas nas áreas de reserva medida, desde que seu centro não distasse mais de 0,60 Km de pelo menos um furo.

Considerava-se como reserva indicada, aquela externa à reserva medida, num raio de 1,20 Km, correspondendo a uma coroa circular com área de 4,02 Km². De modo semelhante ao da reserva medida incluíam-se nestas, estreitas faixas entre furos, desde que o centro da área indicada não distasse mais de 1,50 Km de pelo menos um furo.

Considerava-se como reserva inferida aquela situada além da reserva indicada estendendo-se até a isópaca de espessura mínima econômica, ou até uma distância máxima de 4,80 Km dos furos positivos periféricos.

Dentro dos trechos correspondentes a cada uma destas reservas, planimetravam-se as superfícies entre pares de isópacas sucessivas, a partir da espessura mínima, julgada economicamente minerável. Estas superfícies planimetradas eram multiplicadas pelas espessuras médias entre as duas isópacas limitantes e pelo peso específico estimado da camada, obtendo-se a reserva calculada de carvão *in situ*.

8.1.2 - Critérios Atuais

Notou-se que a aplicação rígida dos critérios acima expostos era muito mais rigorosa que a exigida pelo Código de Mineração. As estimativas de reservas executadas pela C.P.R.M., a partir de sondagens pioneiras ou em malha ampla, tem sido, em valores globais, confirmadas ou ampliadas sempre que houve adensamento de malha, o que evidencia sua execução com critérios restritivos.

Entre outros exemplos, pode-se citar o verificado no Projeto Carvão Bonito Gaseificável; uma pesquisa anterior em malha de 4 Km, determinou reservas de $847,9 \times 10^6$ t, das quais 72,0% inferidas e 24,4% indicadas; 127 furos de adensamento em malha de 1 Km, no interior da jazida, resultaram em aumento de apenas 1,9% da reserva total. Note-se que o artigo 26 do RCM autoriza, para reserva medida, precisão de $\pm 20\%$.

Considerou-se portanto, que a parte das reservas nas coroas circulares "indicada" e "inferida" podem ser elevadas para categorias superiores do seguinte modo:

- Incluindo na reserva "medida", além daquela dentro do círculo de raio 0,4 Km, 20% da reserva cubada na coroa circular de raio externo 1,2 Km, e 5% da reserva além desse limite até 4,8 Km.

- Incluindo na reserva "indicada", o saldo da re-

serva contida na coroa circular de raio externo de 1,2 Km mais 20% da reserva além desse limite até 4,8 Km.

Por conseguinte as reservas devem ser consideradas geológicas *in situ*, e não devem ser confundidas com reservas recuperáveis da jazida, que são apenas uma parcela daquelas em função das perdas várias, devidas aos processos de mineração e beneficiamento, problemas geológicos (falhas, intrusões) etc.

8.1.3 - Critérios Específicos

Face as duas distintas situações a que está afetado o carvão das áreas em preço, com partes a céu aberto e partes subterrâneas, com o limite estimado em torno de 60 metros, foram separadas na cubagem, as reservas em cada caso.

A planimetria foi executada com o auxílio do planímetro de compensação *CORADI-SENIOR* sobre bases de 1:50.000, nas quais previamente foram traçadas as curvas de isôpacas de cada camada, com equidistância de 0,20 m de CC, e os anéis de influência para reservas medida e indicada, sendo a área entre estes considerada como inferida, não ultrapassando o limite 4.800 m.

Na camada Candiota (CBS + CBI) foi estimada uma espessura mínima de 2,00 m; nas camadas CS₂ e CI₂, 0,40 m e na camada CI₃ + CI₄, 0,60 m.

Nos cálculos finais de reservas, foi levada em consideração apenas a área total planimetrada, deixando-se os acréscimos de 20% da reserva indicada e 5% da reserva inferida, como margem de segurança dos valores obtidos para a reserva medida. Utilizou-se o mesmo critério para os cálculos

los de reservas indicada e inferida.

8.2 - Espessuras Mínimas e Características do Carvão Cubado

Considerando-se as atuais dificuldades que envolvem a economia mundial e do nosso País, cuja dependência de energia importada deve ser atenuada, sobressaem como metas prioritárias do Governo, o estudo e a abertura de novas minas de carvão.

Dentro deste contexto, o carvão de Candiota surge como alternativa energética da maior importância.

Contingências econômicas dessa natureza, via de regra, servem para viabilizar jazidas, consideradas anteriormente como impraticáveis.

Assim sendo, jazidas de carvão exclusivamente energéticas, não coqueificáveis, mineráveis a média profundidade, passam a ter interesse fundamental.

Em contraposição às necessidades de obtenção de carvão, apresentamos aqui os dados de uma jazida onde temos bloqueada uma reserva de $465,672.10^6$ t, sendo $284,910.10^6$ t, a céu aberto e $180,762.10^6$ t, subterrânea. Somente a camada Candiota participa com $302,665.10^6$ t, com $115,554.10^6$ t, subterrânea e $187,111.10^6$ t, a céu aberto.

No item 7 - Qualidade de Carvão - Análises - poderão ser encontrados os dados de qualidade e lavabilidade do carvão cubado.

8.3 - Principais Trechos Mineráveis

Nos anexos, está o mapa de cubagem utilizado para o cálculo de reservas das camadas CS_2 , Candiota, CI_2 e $CI_3 + CI_4$.

As reservas estão expostas nas tabelas VI e VII, respectivamente separadas por camada e por área.

8.3.1 - Reservas a Céu Aberto

Do total cubado a céu aberto, ou seja, $284,910.10^6$ t de carvão *in situ*, destaca-se a área A-17 com $159,213.10^6$ t contra $54,631.10^6$ t da área A-18 e $71,066.10^6$ t da A-19. Em termos de camadas, salienta-se a Candiota (CBS + CBI), na área A-17 com $105,645.10^6$ t, representando 37% de toda a reserva a céu aberto. Secundariamente aparece a camada CI_2 , também na área A-17, com $22,189.10^6$ t, equivalendo a 7,7% da região a céu aberto.

8.3.2 - Reservas Subterrâneas

As reservas subterrâneas de carvão *in situ* totalizam $180,762.10^6$ t, com maiores potencialidades na área A-18, com $92,229.10^6$ t. A área A-17 acusou $22,520.10^6$ t, enquanto a A-19, $66.013.10^6$ t. A camada mais representativa é a Candiota (CBS + CBI) na A-18, com $57,736.10^6$ t, correspondendo a 32% do total subterrâneo.

Na área A-19 a camada CS_2 está ausente, por não ter acusado valores mínimos representativos.

É importante ressaltar a ausência de descontinuidades estruturais na porção subterrânea, indicando uma homogeneidade de camadas, facilitando uma futura lavra.

A reserva total das três áreas, somando-se os va-

lores obtidos nas regiões nas regiões a céu aberto e subterrânea - $284,910 \cdot 10^6$ t e $180,762 \cdot 10^6$ t, respectivamente - $465,672 \cdot 10^6$ t de carvão cubado.

Seguem tabelas com as camadas avaliadas e as áreas em referência:

CAMADA	SOMA DAS ÁREAS		TOTAL (10^6 t)	PARTICIPAÇÃO DA CAMADA/TOTAL CUBADO (%)
	SUBTERRÂNEA (10^6 t)	CÉU ABERTO (10^6 t)		
CS ₂	4,643	13,899	18,542	3,98
CBS + CBI	115,554	187,111	302,665	64,99
CI ₂	27,424	39,790	67,214	14,43
CI ₃ + CI ₄	33,141	44,110	77,251	16,58
TOTAL	180,762	284,910	465,672	99,98

SECTOR \ ÁREA	A-17 (10^6 t)	A-18 (10^6 t)	A-19 (10^6 t)	TOTAL
Céu Aberto	159,213	54,631	71,066	284,910
Subterrânea	22,520	92,229	66,013	180,762
Total	181,733	146,860	137,079	465,672



CPRM

CAMADA CS₂

Peso Específico: 1,85

ÁREA	Nº ALVARA' DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	10,80	3,403	7,148	-	10,551
A-18	3011/79	3,12	0,370	2,442	0,074	2,886
A-19	1962/79	0,50	0,166	0,296	-	0,462

CAMADA (CBS + CBI)

Peso Específico: 1,70

ÁREA	Nº ALVARA' DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	12,00	34,184	71,461	-	105,645
A-18	3011/79	3,94	6,273	28,047	1,642	35,962
A-19	1962/79	7,86	13,974	29,980	1,550	45,504

FL 1/4

TABELA VI. - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
POR CAMADA - CÉU ABERTO

PROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA



CPRM

CAMADA CI_2

Peso Específico: 1,85

ÁREA	Nº ALVARÁ DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	11,90	7,289	14,900	-	22,189
A-18	3011/79	3,78	1,066	4,962	0,266	6,294
A-19	1962/79	7,68	3,344	7,297	0,666	11,307

CAMADA ($CI_3 + CI_4$)

Peso Específico: 1,65

ÁREA	Nº ALVARÁ DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	9,48	6,673	14,155	-	20,828
A-18	3011/79	3,80	1,709	7,394	0,386	9,489
A-19	1962/79	7,00	3,996	8,757	1,040	13,793

FL 2/4

TABELA VI - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
POR CAMADA - CÉU ABERTO

PROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA



CPRM

CAMADA CS₂

Peso Específico: 1,85

ÁREA	Nº ALVARA' DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	1,02	-	1,091	0,037	1,128
A-18	3011/79	3,80	0,814	2,405	0,296	3,515
A-19	1962/79	-	-	-	-	-

CAMADA (CBS + CBI)

Peso Específico: 1,70

ÁREA	Nº ALVARA' DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	1,58	-	12,093	0,993	13,086
A-18	3011/79	6,78	12,311	43,211	2,214	57,736
A-19	1962/79	8,54	8,129	29,834	6,769	44,732

FL 3/4

TABELA VI - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
POR CAMADA - SUBTERRÂNEA

PROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA



CPRM

CAMADA CI_2

Peso Específico: 1,85

ÁREA	Nº ALVARÁ DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	1,68	-	2,823	0,189	3,012
A-18	3011/79	6,88	2,398	8,092	0,966	11,456
A-19	1962/79	8,24	2,334	8,817	1,805	12,956

CAMADA ($CI_3 + CI_4$)

Peso Específico: 1,65

ÁREA	Nº ALVARÁ DNPM	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
A-17	1857/79	1,64	-	4,835	0,459	5,294
A-18	3011/79	6,92	4,089	13,648	1,785	19,522
A-19	1962/79	5,06	1,594	5,751	0,980	8,325

FL 4/4

TABELA VI - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
POR CAMADA - SUBTERRÂNEAPROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA

ÁREA A-17
 ALVARÁ DNPM Nº 1867/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISOPACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	0,40	10,80	3,403	7,148	-	10,551
CBS+CBI	4,60	12,00	34,184	71,461	-	105,645
CI ₂	0,80	11,90	7,289	14,900	-	22,189
CI ₃ +CI ₄	0,60	9,48	6,673	14,155	-	20,828

51,549 107,664 — 159,213

 ÁREA A-18
 ALVARÁ DNPM Nº 3011/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISOPACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	0,40	3,12	0,370	2,442	0,074	2,886
CBS+CBI	5,00	3,94	6,273	28,047	1,642	35,962
CI ₂	0,80	3,78	1,066	4,962	0,266	6,294
CI ₃ +CI ₄	1,20	3,62	1,709	7,394	0,386	9,489

9,418 42,845 2,368 FL 1/4

 TABELA VII - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
 POR ÁREA - CÉU ABERTO

 PROJ. GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA

ÁREA A-19
ALVARÁ DNPM Nº 1962/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISOPACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	0,40	0,50	0,166	0,296	-	0,462
CBS+CBI	2,00	7,86	13,974	29,980	1,550	45,504
CI ₂	0,40	7,68	3,344	7,297	0,666	11,307
CI ₃ +CI ₄	0,60	7,00	3,996	8,757	1,040	13,793
			21,480	46,330	3,256	71,066



CPRM

ÁREA A-17
ALVARÁ DNPM Nº 1867/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISOPACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	0,40	1,02	-	1,091	0,037	1,128
CBS+CBI	4,60	1,58	-	12,093	0,993	13,086
CI ₂	0,80	1,68	-	2,823	0,189	3,012
CI ₃ +CI ₄	1,60	1,64	-	4,835	0,459	5,294
				20,842	1,678	22,520

ÁREA A-18
ALVARÁ DNPM Nº 3011/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISOPACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	0,40	3,80	0,814	2,405	0,296	3,515
CBS+CBI	4,00	6,78	12,311	43,211	2,214	57,736
CI ₂	0,80	6,88	2,398	8,092	0,966	11,456
CI ₃ +CI ₄	1,20	6,92	4,089	13,648	1,785	19,522
			19,612	67,356	5,261	92,229

TABELA VII - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
POR ÁREA - SUBTERRÂNEAPROJ. GRANDE CANDIOTA
ÁREA SUL DE CANDIOTA

FL 3/4

ÁREA A-19
 ALVARÁ DNPM Nº 1962/79

CAMADA	LIMITE INFERIOR DE ISO'PACAS	ÁREA TOTAL (km ²)	RESERVAS (10 ⁶ t)			
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
CS ₂	-	-	-	-	-	-
CBS+CBI	1,60	8,54	8,129	29,834	6,769	44,732
CI ₂	0,60	8,24	2,334	8,817	1,805	12,956
CI ₃ +CI ₄	0,60	5,06	1,594	5,751	0,980	8,325
			12,057	44,402	9,554	66,013

TABELA VII - RESERVAS GEOLÓGICAS "in situ"
 POR ÁREA - SUBTERRÂNEA

FL 4/4
 PROJ. GRANDE CANDIOTA
 ÁREA SUL DE CANDIOTA

9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MERCADO DE CARVÃO

A carência energética com que se defronta a humanidade, principalmente os países em desenvolvimento depois da denominada crise do petróleo, é marcante. O Brasil como país inserido no contexto global de nações importadoras de petróleo, não poderia deixar de sentir conseqüências advindas desta problemática. Contudo, há, no país, recursos suficientes para que se consiga, a médio prazo, suplantar as dificuldades impostas pela opção de um combustível de fácil manuseio, barato, mas cujas maiores fontes de suprimento situam-se muito além de nossas fronteiras.

Sob este aspecto, assumem um papel importante na substituição da energia importada as perspectivas alvissareiras de utilização, em larga escala, do carvão nacional, até então relegado a um plano secundário.

Consciente do novo papel que poderá representar, dentro dos planos de desenvolvimento nacional, o vasto e diversificado potencial representado pelas jazidas de carvão descobertas ou ampliadas especialmente na última década, o governo brasileiro resolveu investir no carvão conforme o previsto no III PND (Plano Nacional de Desenvolvimento), cuja meta maior é a redução da dependência do petróleo externo a níveis suportáveis pela economia nacional.

Diante destes fatos são da maior importância os recursos de carvão da Região de Grande Candiota, estimados em oito bilhões de toneladas de carvão *in situ*, o que representa mais de 50% das reservas atualmente conhecidas em todo o país, concentradas em uma única e vasta área, cuja mineração é tradicional.

A área Sul de Candiota, de que trata este Relatório possui uma reserva total *in situ* de $302,665.10^6$ t de carvão para a tradicional camada Candiota. As demais camadas (CS_2 , CI_2 e $CI_3 + CI_4$) apresentam reservas totais *in situ* de $163,718.10^6$ t de carvão. Destes totais 61,24% são passíveis de mineração a céu aberto e os restantes 38,75% de mineração subterrânea.

Os objetivos governamentais são de levar a produção anual de carvão do Brasil para um patamar, estabelecido pelo Exmo Sr. Ministro das Minas e Energia, de 17 milhões de toneladas já em 1985. Isto significa triplicar a atual produção de carvão que em, 1981, atingiu 5,8 milhões de toneladas.

Para que se consiga atingir este objetivo, será necessário um esforço governamental e empresarial, nos setores de pesquisa, lavra, transporte e consumo de carvão. Além disso é necessário que os órgãos governamentais estabeleçam e mantenham uma política adequada e estável de financiamentos, preços e incentivos, o que tem ocorrido em parte, mas ainda não de maneira muito bem definida.

As projeções da produção do carvão ROM produzido na Mina Candiota de propriedade da Companhia Riograndense de Mineração - CRM nos próximos anos são:

1982	700.000	t/a
1983	700.000	t/a
1984	1.600.000	t/a
1985	2.800.000	t/a

Estas estimativas visam garantir as necessidades de suprimento de carvão energético para a Grande Usina de Candiota (Candiotão) que deverá gerar 2.100.000 KWA até o final da década.

Além deste considerável incremento de produção, vislumbra-se a possibilidade de instalação na Região de Grande Candiota de planta de obtenção de hidrocarbonetos líquidos e gasosos a partir da síntese do carvão, de acordo com entendimentos que vêm sendo mantidos pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, através da Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, com grupo inglês detentor das patentes do processo Sasol, implantado na África do Sul.

De acordo com os entendimentos já havidos, prevê-se produção diária de 50.000 barris de petróleo, obtido de síntese, para um consumo anual de 17 milhões de toneladas de carvão, portanto, o dobro da meta estimada pelo III PND. Isto representaria aumentar a capacidade de produção do carvão minerado de Candiota atualmente em trinta vezes.

O retorno previsto para o estado é da ordem de 500 milhões de dólares/ano, aproximadamente 1,5 milhão de dólares/dia, para um investimento total de 5 bilhões de dólares.

Dentro das possibilidades de aproveitamento do carvão de Grande Candiota pode-se mencionar, também, o setor de fertilizantes, cujas iniciativas atualmente existentes são extremamente modestas. A grande importância atribuída ao setor agrícola, nos objetivos da política governamental, exige uma alta produtividade e a conseqüente melhoria no preparo das terras aráveis. Os adubos orgânicos, oriundos do tratamento e beneficiamento dos carvões de baixo *rank* da Região de Grande Candiota, convenientemente enriquecidos com a adição de nutrientes, têm respondido satisfatoriamente as expectativas, abrindo caminho, inclusive, para a exportação futura deste insumo básico indispensável à maior produtividade agrícola.

Do exposto, pode-se concluir que não faltará mer-

cado para todo o carvão que vier a ser produzido na Região de Grande Candiota, dadas as grandes possibilidades de utilização que se oferece na atualidade para carvões de baixo *rank* como o existente em abundância nesta região. A utilização em grande escala de tal carvão se tornará tanto mais viável quanto maiores forem as reservas medidas apresentadas, fruto da pesquisa mineral que se constitui em suporte seguro e indispensável para o aproveitamento econômico de qualquer bem mineral.

10. CONSIDERAÇÕES SOBRE A LAVRA NAS ÁREAS PESQUISADAS

A lavra do carvão, na área Sul de Candiota, deverá ser feita por minas subterrâneas e de céu aberto nos Blocos A-17, A-18 e A-19 de que trata este Relatório (Anexo X).

10.1 - Subterrânea

A jazida dessa área representa reservas da ordem de $180,762.10^6$ t de carvão *in situ*. Essas reservas estendem-se diferentemente em cada um dos três blocos pesquisados, retirando-se aqui a porção a céu aberto. Estão assim distribuídas:

- camada Candiota: representa aproximadamente 63,92% do carvão total passível de extração subterrânea, estimando-se em $115,554.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- camada CS₂: representa aproximadamente 2,56% do carvão total passível de mineração subterrânea, estimando-se em $4,643.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- camada CI₂: representa aproximadamente 15,17% do carvão total passível de extração subterrânea, estimando-se em $27,424.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- conjunto de camadas CI₃ + CI₄: representa aproximadamente 18,33% do carvão total passível de mineração subterrânea, estimando-se em $33,141.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

Para a mineração subterrânea, até a profundidade

de 100 m, o método indicado é o de câmaras e pilares, quando seriam mineradas as camadas Candiota, CI_2 e $CI_3 + CI_4$. Para profundidades superiores a 150 m recomenda-se o método de *long wall* superpostos. Um tipo misto é o indicado para as profundidades intermediárias (entre 100 m e 150 m). O acesso poderá ser feito por plano inclinado e o transporte do carvão por correia, enquanto que o transporte de pessoal é viável por ferrovia e guincho. Para ventilação serão necessários chaminés e poços.

Para separação do carvão em CV_{35} (carvão com 35% de cinzas) será necessária a construção de uma planta de beneficiamento com um lavador para concentração do carvão, provavelmente através de ciclones de meio denso.

Deverão ser executados testes físicos de forro e banco em cada uma das camadas para observação de resistência e suporte destes, quando da abertura de galerias e *shafts*.

10.2 - Céu Aberto

A extração de carvão a céu aberto deverá se processar pelo método das tiras ou *strip mining*, utilizando-se para isto, escavadeiras frontais hidráulicas elétricas, caminhões diesel elétricos para mover o estéril e transportar o carvão. A mineração se desenvolverá em bancadas distintas, sendo a primeira composta pela camada CS_2 , a qual deixaria a camada Candiota a níveis acessíveis para a segunda bancada. Esta por sua vez deixaria a camada CI_2 acessível e a camada CI_2 ao conjunto formado pelas camadas inferiores três e quatro ($CI_3 + CI_4$). A distância média entre a primeira e a segunda bancada seria de 4 m, entre a segunda e a terceira de 4 m e entre a terceira e a quarta bancada de 2,5 m. Evidentemente que é a camada Candiota que comandará os limites de mineração a céu aberto, por ser a mais potente de todas as existentes nos blocos pesquisados.

A céu aberto, a jazida contém reservas de carvão *in situ* da ordem de $284,910.10^6$ t, equivalentes a aproximadamente 61,18%, contra $180,762.10^6$ t, equivalentes a 38,75% de carvão da área de mineração subterrânea.

A céu aberto, as reservas por camadas estão assim distribuídas:

- camada Candiota: representa aproximadamente 65,51% do carvão total a céu aberto, estimando-se em $187,111.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- camada CS₂: representa aproximadamente 4,86% do carvão total a céu aberto, estimando-se em $13,899.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- camada CI₂: representa aproximadamente 13,26% do carvão total a céu aberto, estimando-se em $37,790.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

- conjunto de camadas CI₃ + CI₄ : representa aproximadamente 15,44% do carvão total a céu aberto, estimando-se em $44,110.10^6$ t a reserva *in situ* para esta camada.

11. PERSPECTIVAS DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO

11.1 - Estudos Complementares

Para a mineração a céu aberto e subterrânea aconselhada neste Relatório, da camada Candiota, da inferior dois, do conjunto inferior formado pelas camadas $CI_3 + CI_4$ e da superior dois sugere-se um cuidadoso estudo dos mapas: geológico (Anexo I), de contorno estrutural do embasamento (Anexo XI), e de isópacas de carvão (Anexos II a V).

Cada caso de lavra reflete distintos custos, viabilidades e tempo necessário para implantação de mina.

É conveniente um detalhamento da malha de sondagem com o objetivo de execução de estudos de planos de lavra da jazida cubada, o que permitirá um conhecimento mais detalhado de cada unidade mineira.

Ao que tudo indica, o carvão de Candiota representará uma importante fonte energética e de divisas para o País, não só na geração de energia elétrica, mas também na possibilidade de transformação em hidrocarbonetos (líquidos e gasosos) e ainda como fertilizante.

11.2 - Acesso e Transporte

A infra-estrutura existente para a região de Candiota é um fator importante para acelerar o desenvolvimento da mineração, desde que há todo um sistema de transporte disponível para o escoamento da produção nas proximidades da área.

Junto ao canto nordeste do conjunto de áreas de

que trata este Relatório existe estrada secundária carroçável, que permite o acesso até a vila de Candiota da CEEE, distante cerca de sete (7) quilômetros. Desta vila para o norte e distante cerca de quatorze quilômetros (14 km), por estrada asfaltada, alcança-se a BR-293 (Bagé - Pelotas - Rio Grande).

A porção sul destas áreas é servida por estrada secundária carroçável através da qual, em percurso de oito (8) quilômetros atinge-se a RS-608 (Pedras Altas - Pinheiro Machado), estrada intermunicipal de revestimento solto.

Afora estas vias mais importantes para a infraestrutura local de transportes, existem outras de utilidade local que permitem o acesso a todos os pontos das áreas pesquisadas.

A rodovia asfaltada BR-293 e o ramal ferroviário da RFFSA que liga Bagé - Pelotas - Rio Grande (superporto) passam a nordeste das áreas deste Relatório, constituindo-se nas principais vias de escoamento de toda a região. Distantam aproximadamente quinze (15) quilômetros em linha reta.

11.3 - Vilas Operárias

As vilas operárias da CEEE e da CRM distantes dez (10) quilômetros ao norte das áreas de pesquisa, em linha reta, são os centros habitacionais mais próximos e dotados de pequena infra-estrutura.

A vila de Pedras Altas, situada a treze (13) quilômetros a sudeste e as vilas de Hulha Negra e Trigolândia, situadas a vinte e cinco (25) quilômetros a nordeste em linha reta, são os principais centros habitacionais localizados a curta distância das áreas pesquisadas.

Esses centros poderão desempenhar importante papel quanto ao estabelecimento de mineração nas áreas pesquisadas.

11.4 - Energia Elétrica

A energia elétrica é aparentemente abundante, sendo gerada a cerca de 10 km das áreas de pesquisa na Usina Termoelétrica Presidente Médici. A capacidade atual desta usina é de cerca de 432.000 KWA, estando prevista sua ampliação para 2.100.000 KWA até o final da década. À mineração, bastaria a instalação de transformadores para rebaixamento de tensão em subestações adequadas.

11.5 - Água

Um empreendimento mineiro do porte do que se prenuncia para a Região de Grande Candiota demandará apreciáveis volumes de água, principalmente nas instalações de beneficiamento do carvão.

O arroio Candiota é a principal drenagem de superfície local. Adentra às áreas em direção norte-sul, passando logo a seguir para um curso leste-oeste, servindo apenas à porção oeste das áreas. A porção leste é cortada por afluente do arroio Candiota, de direção aproximadamente leste-oeste.

Recursos hídricos adicionais são os representados pela água de subsuperfície, cujos reservatórios carecem de melhores estudos. A perspectiva de utilização destes mananciais de água subterrânea, a priori, se constituiria em caminho inevitável, seja determinado pela grande demanda necessária aos empreendimentos industriais propostos para o



CPRM

futuro, seja em termos de consumo humano da população já instalada e daquela que vier a se instalar, dada a poluição que a grande atividade mineira causará aos recursos hídricos de superfície.

11.6 - Investimentos

Os recursos a serem investidos dependerão do porte das futuras minas. Para a Área de Hulha Negra, situada cerca de 30 km a noroeste destas, estudos atuais de viabilidade de lavra chegaram a valores de U\$ 52.10⁶ para instalação de mina a céu aberto, U\$ 71.10⁶ para mina subterrânea e U\$ 25.10⁶ para usina de beneficiamento.

11.7 - Preços de Venda

Cabe ao Conselho Nacional do Petróleo - CNP, decidir sobre a política de preços do carvão, de acordo com uma série de variáveis arbitradas por esse órgão e específicas para cada tipo de produto e utilização a que se destina.

Como referência, pode-se citar que o carvão termoelétrico produzido pela Mina de Candiota da CRM, localizada ao norte das áreas de Sul de Candiota, tem seu preço atual cotado a Cr\$ 725,00 a tonelada do ROM ao consumidor, enquanto para o produtor o preço FOB por tonelada do ROM é de Cr\$ 906,72 (CET 3.300 com 52% de cinzas, estabelecido em 01.01.82 pelo CNP).

Embora haja certa dificuldade para o beneficiamento do carvão de Candiota, fica clara a necessidade da utilização de técnicas mais elaboradas que as atualmente em uso. Obter-se-ia assim, um aproveitamento futuro mais diver



CPRM

sificado e conveniente que a simples geração de vapor. Evidentemente que a introdução de processos de lavagem para CV₃₅, acarretará o aumento no preço de venda, como consequência da melhor qualidade do produto e do maior dispêndio em sua obtenção.

A carência do mercado, em última análise, determinará a conveniência ou não de se beneficiar o carvão de Candiota, estabelecendo a política final de preços.

12. CONCLUSÕES

O aproveitamento do carvão existente na tradicional camada Candiota, que há muitas décadas vem sendo explorada na região, fatalmente deverá sofrer uma mudança na mentalidade mineira já arraigada. É evidente que, em toda a região, há outras camadas acima e abaixo da Candiota que poderão e certamente serão lavradas em futuro muito próximo. Mas isto dependerá de que no presente, se leve em conta o potencial que representam estas camadas. Um empreendimento mineiro atual não poderá mais considerar somente a lavra da camada Candiota sob pena de comprometer definitivamente o aproveitamento econômico de outras camadas situadas acima e/ou abaixo dela, desperdiçando-se um insumo energético básico não renovável, tão importante quanto o petróleo.

A escolha do produto beneficiado será decisiva no balanço de custos e preços. Assim, os rendimentos são menores quanto mais baixo for o teor de cinzas necessário ao aproveitamento industrial, e corresponderá, conseqüentemente a custos mais elevados do produto final.

Os estudos técnicos e de geologia, com base nos dados apresentados neste Relatório Final de Pesquisa, permitem concluir:

- O carvão como o da jazida carbonífera de Candiota, está ressurgindo nessa nova era de utilização já denominado *Segundo Ciclo do Carvão*, não apenas como insumo energético destinado a simples queima, mas principalmente, como matéria prima fundamental para a novel indústria carbouímica que acompanhará o rumo da petroquímica. A gaseificação, a liquefação e a síntese do carvão mineral, bem como sua ampla utilização como fertilizante no futuro, preveem o importante papel que poderá desempenhar a grande Ja-

zida de Candiota na economia nacional.

Ao submeter pois, à consideração do DNPM o presente Relatório Final de Pesquisa, a CPRM acredita haver cumprido as exigências constantes no artigo 26 do Regulamento do Código de Mineração, pelo que solicita a aprovação do mesmo com base no artigo 32 alínea "a" do citado Regulamento.

José Aloísio Paione
Responsável Técnico
Engº Civil e de Minas
CREA 10.393 - RJ

13. BIBLIOGRAFIA

- ECKERT, R.M. (1971) - Projeto Cobre, RS. Folha Geológica de Palmas na Escala 1:50.000. Convênio DNPM-CPRM. - 87 p.
- FERREIRA, J.A.F. et alii (1978) - Projeto Carvão no Rio Grande do Sul. Relatório Final. Vol. II. Convênio DNPM-CPRM.
- GOMES, A.J.P. et alii (1980) - Projeto Candiota - Área de Hulha Negra. Relatório Preliminar. CPRM. Porto Alegre, RS. Inédito.
- MEDEIROS, R.A.; THOMAZ, F.A. (1973) - Facies e Ambientes de Sedimentação da Formação Rio Bonito. Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia. Vol. 3. Aracaju, SE.
- _____ et alii (1971) - Facies Sedimentares: Análises, Critérios para o Reconhecimento de Ambientes Depositionais. Tradução de Carlos Walter Marinho - Campos. Rio de Janeiro, Petrobras, Brasil (Petrobras, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Seção de Exploração de Petróleo). Publicação nº 15.
- PETTIJOHN, F.J. et alii (1972) - Sand and Sandstones. New York, Springer - Verlag, 618 p.
- RECOGNITION OF ANCIENT SEDIMENTARY ENVIRONMENTS. (1972) - Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication, 16.
- SANTOS, E.L. et alii (1978) - Divisão Litoestratigráfica do Eo-Cambriano - Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Riograndense. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife. Vol. 2, p. 670 a 684.

SCHNEIDER, A.W. (1978) - Contribuição ao Estudo dos Principais Recursos Minerais do Rio Grande do Sul. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria de Energia Minas e Comunicações. Avulso da Companhia Riograndense de Mineração, 47p.

TESSARI, R.I.; GIFFONI, L.E. (1970) - Geologia da Região de Piratini - Pinheiro Machado - Bagé, RS, Brasil. DNPM. Bol. 246, 122 p.

TWENHOFEL, W.H. (1950) - Principles of Sedimentation. New York, MacGraw-Hill. 673 p.