

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

**PROJETO CARVÃO
NOROESTE DE FIGUEIRA**

**RELATÓRIO FINAL
TEXTO E ANEXOS
VOLUME I**

I96

Cód.	SUREMI S-OUTE
Arq.	ARQUIVO TÉCNICO
Ex. n.º	899
N.º de Volumes:	2 v. 1-5

*QHL
012972
2004*



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Outubro 1979

**PROJETO CARVÃO
NOROESTE DE FIGUEIRA**

Chefe do projeto: Honofre Jorge ✓

**Equipe executora: A. Michel Aboarrage ✓
Honofre Jorge ✓**

**Colaboração especial: Amadeu Paiva Santos ✓
Valter A. Barradas ✓**

S U M Á R I O

pg.

I - INTRODUÇÃO

1. - Considerações Gerais	1
2. - Objetivos	2
3. - Sondagens Anteriores	3

II - SONDAGEM

Sequência demonstrativa dos trabalhos por furo	4
Quadro demonstrativo de produção por sondagem	16
Quadro demonstrativo das locações.....	17
Comentários gerais	18
III - METODOLOGIA	19
IV - GEOLOGIA	
1. - Geologia Regional	20
2. - Geologia Local	21
3. - Estratigrafia	23
V - QUALIDADE DO CARVÃO	29
VI - CONCLUSÕES	32
VII - RECOMENDAÇÕES	35
VIII - BIBLIOGRAFIA	37

RESUMO

O Relatório Final do Projeto Carvão Noroeste de Figueira enfoca as informações de subsuperfície obtidas a partir da execução de nove furos de sondagem, cujas interpretações baseiam-se, principalmente, nas análises dos perfis geofísicos corridos.

A correlação entre os perfis compostos desses furos, subsidiados por alguns outros executados pela Nuclebrás nas cercanias, conduziu a uma subdivisão informal da Formação Rio Bonito em dois intervalos cronoestratigráficos, em função do seu caráter faciológico-ambiental.

O intervalo superior identifica-se por litologia monótona de baixa energia, estéril para carvão, com leitos de calcários delgados e lateralmente persistentes, constituindo-se em excelentes camadas-chave.

O intervalo inferior é caracterizado por um comportamento faciológico variável e engloba a primeira fase progradacional oriunda de vários ciclos fluvio-deltaicos. Cada ciclo está interposto por fases transgressivas com ambientes paludais, todos com possibilidades de acumulação e preservação de matéria vegetal. Destes, o mais importante, sob o ponto de vista econômico é o primeiro ciclo, próximo ao topo do Grupo Itararé (1º diamictito), sobre o qual jaz a principal camada de carvão, economicamente lavrada pela mina de Cambuí e onde ocorrem as descobertas mais promissoras (NF-04-PR, SJ-01-PR).

A influência marinha é bastante evidenciada nas interdigitações argilo-carbonáticas sobre os corpos arenosos fluvio-deltaicos, principalmente pelo alto teor de enxofre (pirita) incorporado à matéria orgânica e pelo aumento de radioatividade, por vezes com concentrações econômicas de minerais uraníferos.

As ocorrências de carvão no Paraná guardam espessura média de 0,30m e a camada raramente atinge 1,00m. A espessura anômala de 1,40m atravessada no furo NF-04-PR, torna a área altamente prospectável.

Apesar do alto teor de enxofre, verificado na totalidade das análises feitas desde as pesquisas iniciais, a relação carvão pré-lavado/refugo é bastante superior ao dos carvões catarinenses. Além disso o resultado positivo, obtido da análise do furo NF-04-PR, para o índice de inchamento livre ($FSI = 2$) releva a importância de novas campanhas de sondagem visando estimar as reservas e provável efetivação de unidades mineiras.

Recomenda-se pesquisa de semi-detalhe na área do pioneiro descobridor, cujo afastamento das locações futuras seja da ordem de 500m, com relação ao mesmo.

Sugere-se paralelamente, a execução de um furo profundo, geminado ao SJ-01-PR, objetivando testemunhagem da camada de carvão com espessura estimada em 3,00m.

I - INTRODUÇÃO

1. - Considerações Gerais

O ante-projeto apresentado ao DNPM, em setembro de 1978, visava a execução de 6 furos em uma faixa localizada entre áreas comprovadamente portadoras de carvão, isto é, área de Figueira-Sapopema e a indicação do poço SJ-01-PR, da Petrobrás.

As locações propostas apresentavam uma profundidade média de 500m para o topo do primeiro diamictito do grupo Itararé e as perfurações seriam iniciadas nas formações Teresina e Serra Alta. O total a ser perfurado estava previsto em 3.000 metros.

Através da Solicitação de Serviço DNPM/DGM/CPRM nº 001/79, foi autorizado o início da execução do Projeto Carvão Noroeste de Figueira e a programação anexa diferia quanto às coordenadas das locações propostas. Nestas condições, a metragem foi reduzida para 2.500 metros uma vez que os furos constantes na solicitação de serviço estavam deslocados para uma faixa com profundidades mais rasas.

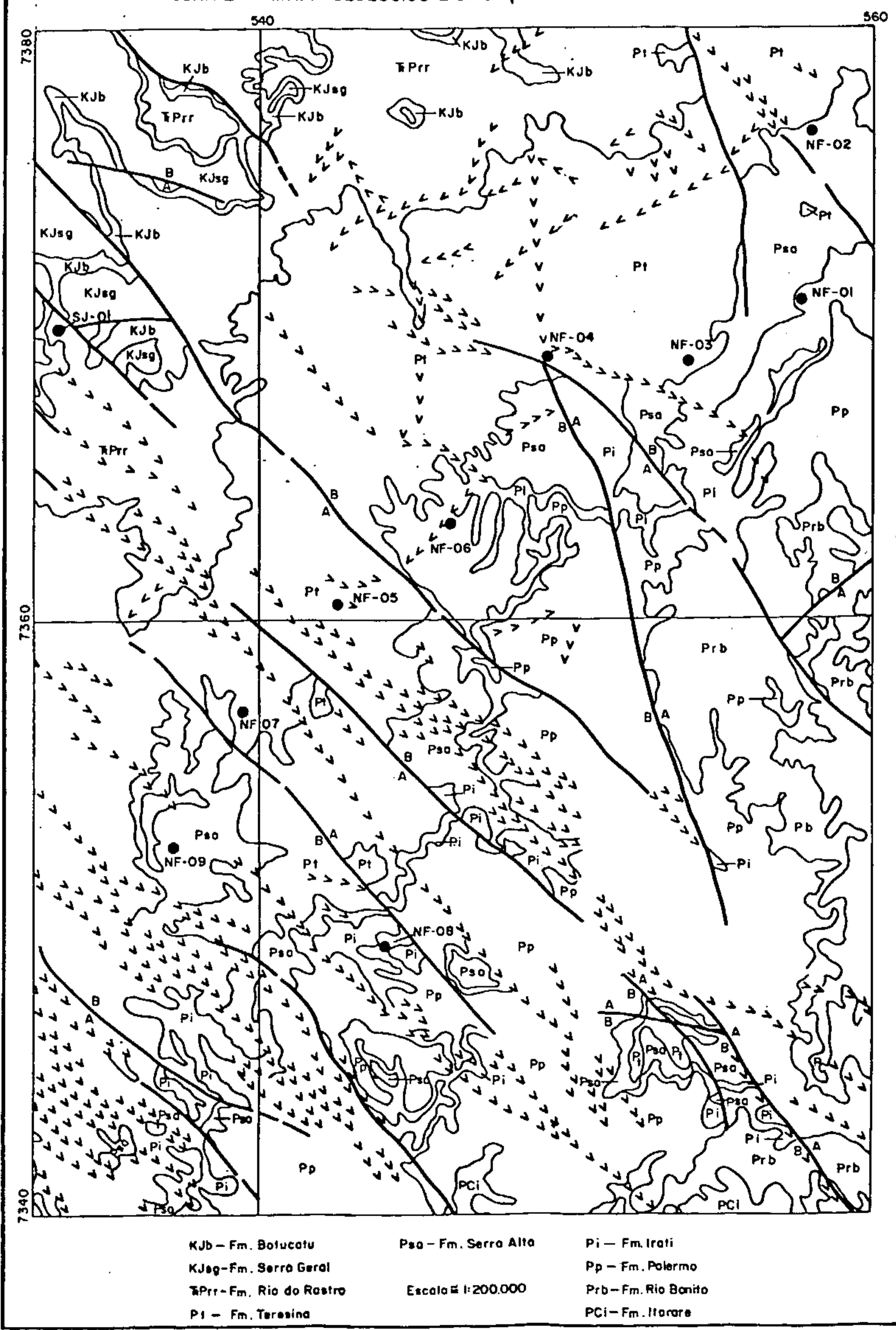
A fim de cumprir o cronograma de execução e estimativa orçamentária aprovada pelo DNPM, foi solicitada aquele orgão, através ofício nº 042/SUREMI/79 de 17/04/79 a liberação de três locações adicionais, sem qualquer alteração no cronograma físico-financeiro do mesmo.

A aprovação através o ofício DGM nº 0203/79 de 24/04/79 elevou para nove o número de furos a serem executados, permanecendo a metragem prevista em torno de 3.000 metros, como de início. Fig. 1

Dos nove furos executados, apenas o furo NF-07-PR não foi conclusivo, uma vez que não atingiu o topo do primeiro diamictito, tendo sido abandonado cerca de 60m acima daquele datum, por problemas mecânicos.

Com relação as ocorrências de carvão os furos NF-03-PR e NF-04-PR revelaram-se positivos, assumindo grande

FIGURA 1 - MAPA GEOLÓGICO E SITUAÇÃO DOS FUROS



importância a camada atravessada no furo NF-04-PR com 1,40 m de espessura.

Os resultados da análise imediata revelou alto rendimento das frações úteis (cerca de 70% do peso total) e índice de inchamento livre igual a 2, resultado inédito para os carvões do Paraná.

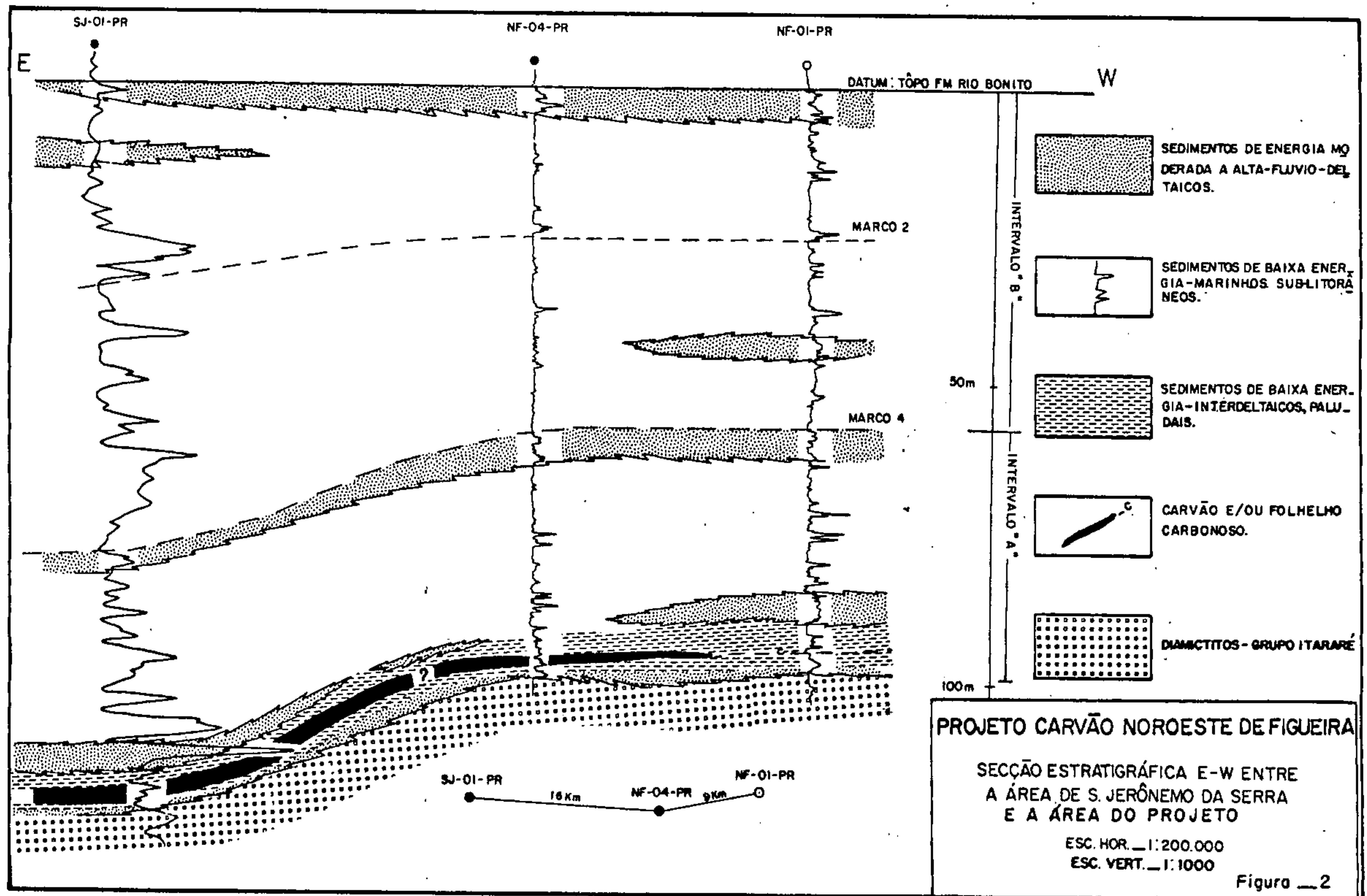
2. - Objetivos

O presente projeto buscou definir, através dos furos executados, a potencialidade para carvão da área compreendida entre o furo SJ-01-PR executado pela Petrobrás em 1959 (com camada de carvão de 3,00m de espessura) e a área de Sapopema-Figueira detalhada para pesquisas de urânio, com frequentes ocorrências de carvão.

Embora a consistência da informação fornecida pelo poço SJ-01-PR estivesse comprometida, por tratar-se de interpretação de amostras de calha, a análise do perfil composto (SP, EL - indução) sugere ambiente propício para geração de carvão na porção basal da Formação Rio Bonito, correlacionável com o intervalo estratigráfico portador de carvão das áreas de Sapopema, Figueira e da jazida da Companhia Carbonífera do Cambuí.

Os resultados obtidos a partir do furo NF-04-PR, principalmente a análise do perfil geofísico, tendem a ressaltar a validade do poço SJ-01-PR. Ambos os perfis revelam, através correlação, similaridade litológica no intervalo que engloba a camada de carvão, denotando fase deposicional de baixa energia, propícia à acumulação de matéria orgânica. A persistência de tais condições ambientais, ao longo da faixa inserida entre esses furos, com cerca de 16 Km, permite admiti-la altamente prospectável para carvão. Fig. 2.

Todavia, há que se considerar que a camada de carvão, na referida área, jaz a profundidades entre 500 e 1.200 metros (limite oeste no poço SJ-01-PR), configurando-se em parâmetro dificultoso para a efetivação de futuras unidades mineiras.



The logo consists of the letters "CPRM" in a bold, black, sans-serif font, positioned to the left of a large, stylized, dark gray hexagon. The hexagon has a white octagonal shape in its center, creating a layered effect.

A Fig. 3 mostra o mapa estrutural do topo do Grupo Itararé, abstraido de falhas. Com mergulhos suaves para NW, observa-se inflexão para W/SW a sul do furo NF-05, acompanhando a configuração do Arco de Ponta Grossa. Este mapa reflete a situação estrutural da camada de carvão basal da Formação Rio Bonito, distante em cerca de 5 metros (média) do 1º diamictito do topo do Grupo Itararé.

3. - Sondagem Anteriores

As pesquisas iniciais de carvão, levadas a efeito através diversas campanhas do DNPM, limitaram-se a profundidades rasas, com média inferior a 100m, cujas perfurações iniciavam em sedimentos da Formação Rio Bonito, pouco afastadas, mergulho abaixo, da faixa de afloramento da camada.

O Projeto Prospecção de Carvão no Estado do Paraná (CPRM, 1975), com a execução de 34 furos pioneiros, visou à perfuração de toda a sequência sedimentar Rio Bonito, cujos furos foram locados, em sua grande maioria, na Formação Palermo próximo ao contacto com as Formações Rio Bonito ou Irati. A média por furo alcançou a profundidade de 180 metros.

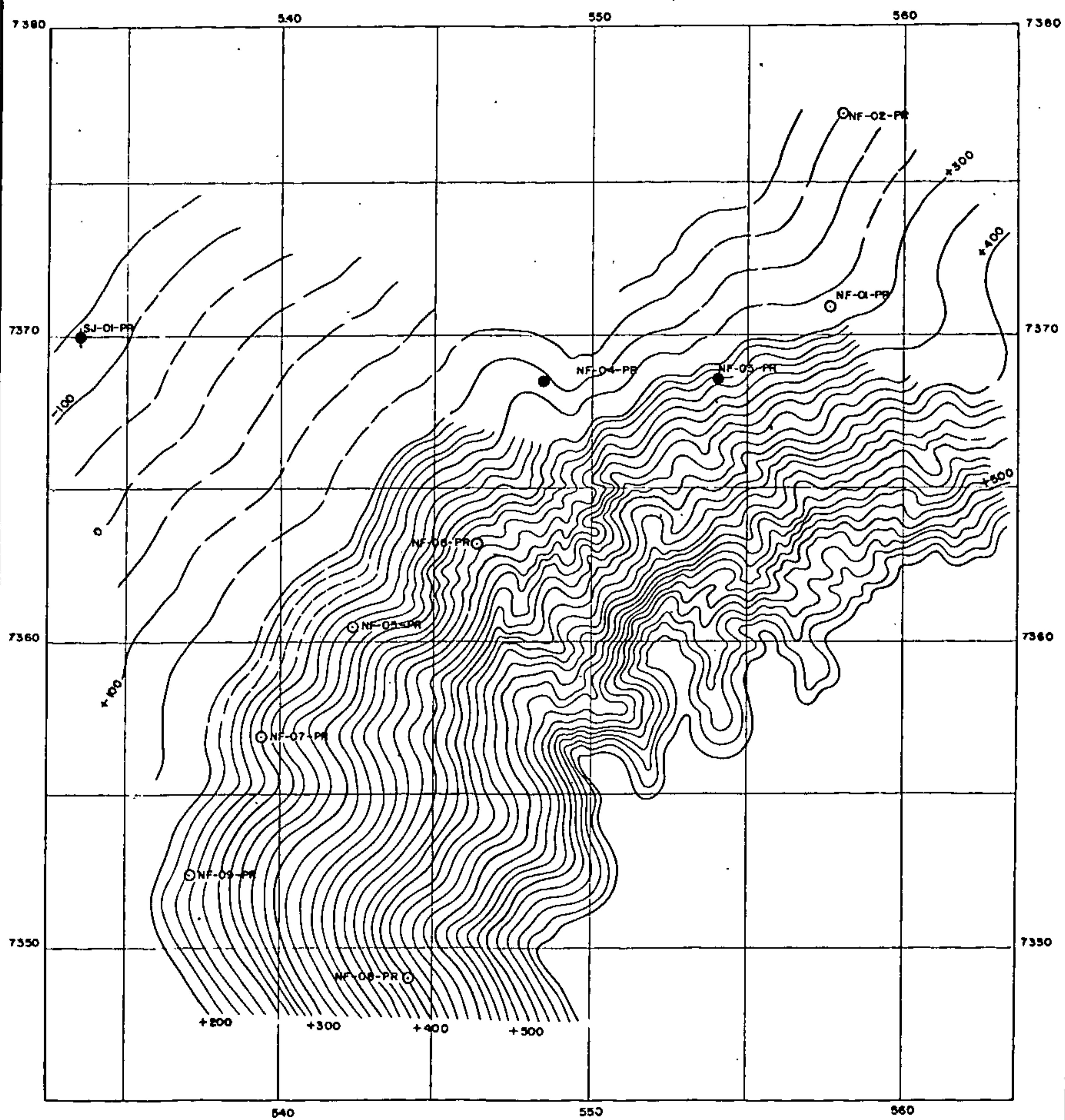
Esse comportamento na pesquisa é atribuído às próprias limitações dos equipamentos de sondagens utilizados e, por outro lado, a constatação de carvão em profundidades rasas permitia menores investimentos e maiores facilidades na lavra (lavra a céu aberto, galerias de meia-encosta ou poço vertical raso).

Com a demanda cada vez mais crescente de carvão tanto para fins siderúrgicos como energéticos e o aprimoramento e disponibilidade dos equipamentos de sondagens, a busca de novas áreas portadoras de carvão já se estende a faixas com profundidades maiores, a exemplo dos furos executados no Projeto em apreço, cuja média ultrapassou os 300 metros.

Figura 3 - Mapa de isóbatas do tópo do Grupo Itararé

Int. cont. = 10m

ESCALA — 1:200.000



II - SONDAGEM

Sequência Demonstrativa dos Trabalhos por Furo.

1. - FURO: NF-01-PR - Sonda Longyear 34 - c.c. 8281

1.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 3,45m	SAPATA NW - S/N
3,45 - 20,05m	COROA NQ - nº 1171
20,05 - 108,70m	COROA NQ - nº 1175
108,70 - 145,60m	COROA NQ - nº 1136
145,60 - 199,50m	COROA NQ - nº 1175
199,50 - 214,40m	COROA NQ - nº 6961
214,40 - 214,75m	COROA NW - nº 41733
214,75 - 235,60m	COROA NQ - nº 6961
	CALIBRADOR NQ - nº 70496

1.2. - Resumo dos Tempos

Perfuração	89 horas
Manobras	36 1/2 horas
Reparos	17 horas
Pescaria	50 horas
Performance	1,66 m/h

1.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	234,50 - 1,20m	10 CPS/DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	235,00 - 5,00m	10 MV/DIV.	1:100
Resistência	235,00 - 5,00m	10 Ω /DIV.	1:100
Densidade	235,00 - 1,00m	10 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama	233,30m
Pot.Espontâneo	230,00m
Resistência	230,00m
Densidade	233,90m

Interpretação

Anomalias - No intervalo 213,45 - 213,75 metros foi cortado

folhelho carbonoso com lâmina de carvão de acordo com a análise do testemunho. Porém este intervalo não foi acusado pelo perfil densidade e sua distinção é muito vaga nos perfis resistência e potencial espontâneo.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 34,10m	Formação Itati
34,10 - 119,00m	Formação Palermo
119,00 - 217,30m	Formação Rio Bonito
217,30 - 235,00m	Grupo Itararé

2. - FURO: NF-02-PR - Sonda Longyear 44 - c.c. 8413

2.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 10,00m	SAPATA NW - nº 956
10,00 - 95,60m	COROA NQ - nº 6962
95,60 - 131,15m	COROA NQ - nº 1147
131,15 - 211,70m	COROA NQ - nº 1169
211,70 - 252,50m	COROA NQ - nº 1133
252,50 - 279,90m	COROA NQ - nº 1169
279,90 - 318,25m	COROA NQ - nº 1133
318,25 - 340,50m	COROA NQ - nº 1135
	CALIBRADOR NQ - nº 70497

2.2. - Resumo dos Tempos

Perfuração	147 horas
Manobras	69 horas
Reparos	7 1/2 horas
Pescaria	2 horas
Performance	1,52 m/h

2.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	338,50 - 1,20m	10 CPS/DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	339,00 - 111,50m	10 MV/DIV.	1:100
Resistência	339,00 - 111,50m	10 Ω /DIV.	1:100

Densidade 339,00 - 10,00m 10 CPS/DIV. 1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama (+ reperfilagem de 9,50m)	346,80m
Pot.Espontâneo	227,50m
Resistência	227,50m
Densidade	329,00m

Interpretação

Anomalias - Furo negativo para carvão e urânio.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 58,20m	Formação Teresina
58,20 - 113,70m	Formação Serra Alta
113,70 - 159,00m	Formação Iratí
159,00 - 232,00m	Formação Palermo
232,00 - 334,00m	Formação Rio Bonito
334,00 - 339,00m	Grupo Itararé

3. FURO: NF-03-PR - Sonda Longyear 34 - c.c. 8281

3.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 1,35m	SAPATA NW - S/N
1,35 - 6,20m	COROA NW - nº 41733
6,20 - 8,35m	COROA NQ - nº 6961
8,35 - 32,50m	COROA NQ - nº 1131
32,50 - 165,65m	COROA NQ - nº 1131
165,65 - 279,80m	COROA NQ - nº 1142
	CALIBRADOR NQ - nº 70496

3.2. - Resumo dos Tempos

Perfuração	82 horas
Manobras	30 horas
Reparos	04 horas
Performance	2,4 m/h.

3.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	278,00 - 1,20m	10 CPS/DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	278,50 - 18,50m	5 MV/DIV.	1:100

Resistência 278,50 - 18,50m 12,5 Ω /DIV. 1:100
 Densidade 278,50 - 1,10m 10 CPS/DIV. 1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama (+ reperfilagem de 16,00m)	292,80m
Pot. Espontâneo	260,00m
Resistência	260,00m
Densidade	277,40m

Interpretação

Anomalias - No intervalo 264,50 - 264,85m foi testemunhado cerca de 0,35m de carvão com aspecto de boa qualidade, confirmado pelos perfis geofísicos corridos. No intervalo 262,40 - 262,80m, portanto pouco acima da camada de carvão, o perfil gama indica a ocorrência de uma camada de siltito com 1300 CPS de radiação. Esta anomalia (acima de 500 CPS) exerceu influência na curva de densidade, registrando neste perfil duas anomalias de densidade. Apenas a anomalia inferior é devida à camada de carvão, o que está confirmado pelos testemunhos, cuja recuperação foi 100%.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 45,20m	Formação Serra Alta
45,20 - 73,00m	Formação Iratí
73,00 - 152,50m	Formação Palermo
152,50 - 269,50m	Formação Rio Bonito
269,50 - 278,50m	Grupo Itararé

4. - FURO: NF-04-PR - Sonda Longyear 44 - c.c. 8242

4.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 3,00m	SAPATA - S/N
3,00 - 127,35m	COROA NQ - nº 1160
127,35 - 144,30m	COROA NQ - nº 1158
144,30 - 150,30m	COROA NQ - nº 1167
150,30 - 157,10m	COROA NQ - nº 1158

157,10 - 170,80m	COROA NQ - nº 28322
170,80 - 260,80m	COROA NQ - nº 1172
260,80 - 290,20m	COROA NQ - nº 6966
290,20 - 326,60m	COROA NQ - nº 1159
326,60 - 369,00m	COROA NQ - nº 1157
369,00 - 404,70m	COROA NQ - nº 1172
	CALIBRADOR NQ - nº 14285

4.2. - Resumo dos Tempos

Perfurando	295 horas
Manobrando	117 horas
Pescando	143 horas
Reparando	35 horas
Performance	0,9 m/h

4.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	403,00 - 1,20m	10 CPS/DIV.	1:100
Resistência	403,50 - 41,00m	20 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	403,50 - 41,00m	5 MV/DIV.	1:100
Densidade	403,50 - 1,50m	10 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama	401,80m
Resistência	362,50m
Pot.Espontâneo	362,50m
Densidade	402,00m

Interpretação

Anomalias - No intervalo 397,20 - 398,60m metros o perfil elétrico e o perfil densidade indicaram a camada de carvão com pequenas intercalações argilosas conforme já havíamos constatado pela análise macroscópica do testemunho. O resultado do ensaio "afunda-flutua", no entanto, indicou o teor de carvão utilizável da camada total e sua composição relativa a cinzas, enxofre e voláteis (flutuado em lí

quido de densidade 1,85). Entre 389,25 e 391,75 metros a análise macroscópica dos testemunhos indicou a presença de folhelho cinza esverdeado, muito hidratável e passível de desmoronamento. No perfil densidade foi registrada a ocorrência de intervalo desmoronado e mais abaixo aparece o intervalo de baixa densidade indicativo da camada de carvão. Pequenas anomalias radioativas ocorrem acima da camada de carvão:

<u>INTERVALO</u>	<u>ANOMALIAS</u>
388,50 - 390,00m	225 CPS
393,00 - 393,50m	175 CPS
397,20 - 397,20m	125 CPS

Tôpo - Base das Formações

0,00 - 100,00m	Formação Serra Alta
100,00 - 208,00m	Formação Iratí
208,00 - 291,44m	Formação Palermo
291,44 - 400,60m	Formação Rio Bonito
400,60 - 404,70m	Grupo Itararé

5. - FUBO: NF-05-PR - Sonda Longyear 44 - c.c. 8413

5.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 5,65m	SAPATA NWM - S/N
5,65 - 98,75m	COROA NQ - nº 1135
98,75 - 145,05m	COROA NQ - nº 1156
145,05 - 181,20m	COROA NQ - nº 1174
181,20 - 232,05m	COROA NQ - nº 1134
232,05 - 292,95m	COROA NQ - nº 6964
292,95 - 302,50m	COROA NQ - nº 1114
302,50 - 452,05m	COROA NQ - nº 1143
452,05 - 479,60m	COROA NQ - nº 1177
	CALIBRADOR NQ - nº 70499

5.2. - Resumo dos Tempos

Perfuração 348 horas
 Manobras 157 horas
 Pescarias 34 horas
 Reparos 50 horas
 Parada por chuva 36 horas
 Performance 0,85 m/h

5.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	1,20 - 474,50m	10 CPS/DIV.	1:100
Resistência	7,50 - 475,00m	20 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	7,50 - 475,00m	20 MV/DIV.	1:100
Densidade	1,20 - 475,00m	5 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama 473,30m
 Resistência 467,50m
 Pot.Espontâneo 467,50m
 Densidade 473,80m

Interpretação

Anomalias - Neste furo foram encontrados quatro leitos delgados de folhelho carbonoso com carvão nos intervalos 426,90 - 427,10m; 427,50 - 427,70m; 430,50 - 430,70m e 441,10m - 441,30m. No intervalo 425,70-428,00 metros ocorre siltito radioativo com 400 CPS.

Tipo - Base das Formações

0,00 - 62,30m	Formação Teresina
62,30 - 187,50m	Formação Serra Alta
187,50 - 227,50m	Formação Irati
227,50 - 325,00m	Formação Palermo
325,00 - 454,00m	Formação Rio Bonito
454,00 - 479,60m	Grupo Itararé

6 . - FURO: NF-06-PR - Sonda Longyear 34 - c.c. 8281

6.1. - Consumo de peças diamantadas

O furo NF-06-PR, foi abandonado ao atingir a profundidade de 151,70 metros devido a prisão e quebra da composição. Não foi possível efetuar a pescaria e ficou perdido no furo o seguinte material:

- a) 33 hastes NQ de 10 pés
- b) 01 barrilete NQ completo
- c) 01 overshot NQ
- d) 08 metros revestimento NW
- e) 01 calibrador NQ nº 4343
- f) 01 coroa NQ nº 1149

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 2,80m	SAPATA NWM - nº 31205
2,80 - 136,45m	COROA NQ - nº 1164
136,45 - 145,60m	COROA NQ - nº 1152
145,60 - 151,70m	COROA NQ - nº 1149

6.2. - Resumo dos Tempos

Perfurando	62 horas
Manobrando	15 horas
Pescando	46 horas
Reparando	04 horas
Parada por chuva	60 horas
Alargando	13 horas

Na execução do novo furo ao lado, deslocado 5 metros, tivemos a seguinte sequência de operações:

6.1.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 3,05m	SAPATA NWM - nº 956
3,05 - 100,20m	COROA NQ - nº 1146
100,20 - 169,10m	COROA NQ - nº 1162
169,10 - 218,80m	COROA NQ - nº 1151
218,80 - 252,35m	CALIBRADOR NQ - nº 4284

6.1.2. - Resumo dos Tempos

Perfuração 122 horas

Manobras	31 horas
Pescarias	64 horas
Reparos	11 horas
Alargando	20 horas
Revestindo	20 horas
Performance	1,23 m/h

6.1.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	1,20 - 251,50m	10 CPS/DIV.	1:100
Resistência	122,50 - 252,00m	20 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	122,50 - 252,00m	5 CPS/DIV.	1:100
Densidade	2,00 - 252,00m	5 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama	250,30m
Resistência	129,50m
Pot.Espontâneo	129,50m
Densidade	250,00m

Interpretação

Anomalias - No intervalo 224,10 - 227,00 metros ocorrem 02 leitos delgados de folhelho carbonoso que não ultrapassam 0,20m, intercalados em siltitos levemente radioativo com 330 CPS.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 29,50m	Formação Iratí
29,50 - 120,50m	Formação Palermo
120,50 - 246,50m	Formação Rio Bonito
246,50 - 252,35m	Grupo Itararé

7. - FUBO: NF-07-PR - Sonda Longyear 44 - c.c. 8242

7.1. - Consumo de peças diamantadas

INTERVALO PEÇAS

0,00 - 1,30m	SAPATA NW - nº 1818
1,30 - 4,50m	SAPATA NW - nº 1818

4,50 - 124,30m	COROA NQ - nº 1140
124,30 - 258,70m	COROA NQ - nº 1138
258,70 - 282,50m	COROA NQ - nº 1176
282,50 - 287,05m	COROA NQ - nº 71627
287,05 - 290,20m	COROA NQ - nº 71642
290,20 - 296,90m	COROA NQ - nº 71635
296,90 - 300,05m	COROA NQ - nº 1157
300,05 - 303,20m	COROA NQ - nº 1137
303,20 - 311,10m	COROA NQ - nº 71620
4,50 - 282,50m	CALIBRADOR NQ - nº 4285
282,50 - 311,10m	CALIBRADOR NQ - nº 70497

7.2. - Resumo dos Tempos

Perfurando	202 horas
Manobrando	109 horas
Pescando	98 horas
Reparando	29 horas
Revestindo	18 horas
Performance	0,87 m/h

Na profundidade de 311,10 metros ocorreu quebra de haste e não foi possível pescar o peixe constituido por barrilete completo NQ, coroa diamantada NQ e alargador NQ.

O furo foi abandonado antes de ser atingida a parte basal da Formação Rio Bonito e tendo em vista os resultados negativos do furo mais próximo a oeste, NF-09-PR, distante 4 Km desistimos da reperfuração.

7.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	1,20 - 304,50m	10 CPS/DIV.	1:100
Resistência	28,00 - 305,00m	5 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	28,00 - 305,00m	1 MV/DIV.	1:100
Densidade	2,50 - 305,00m	20 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama	303,30m
Pot.Espontâneo	277,00m

Resistência 277,00m
 Densidade 302,50m

Interpretação

Anomalias - Não foi constatada a presença de carvão ou urânio.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 33,50m	Formação Teresina
33,50 - 105,00m	Formação Serra Alta
105,00 - 147,50m	Formação Iratí
147,50 - 248,50m	Formação Palermo
248,50 - 311,10m	Formação Rio Bonito

8. - FUBO: NF-08-PR - Sonda Longyear 34 - c.c. 8280

Ao ser atingida a profundidade de 69,10m no furo NF-08-PR, ocorreu prisão e consequentemente quebra de haste a 33,00 metros. Após tentativas de pescaria o furo foi deslocado 3 metros de distância e reiniciado. Foi perdido o seguinte material:

- 10 hastas de perfuração NQ de 10'
- 01 barrilete NQ completo de 10'
- 01 coroa diamantada NQ nº 6967
- 01 calibrador NQ nº 4347
- 01 pescador de haste NQ

8.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 6,10m	SAPATA NW - S/N
6,10 - 151,50m	COROA NQ - nº 1174
151,50 - 220,60m	COROA NQ - nº 71634
220,60 - 251,60m	COROA NQ - nº 1130
6,10 - 251,60m	CALIBRADOR NQ - nº 70495

8.2. - Resumo dos Tempos

Perfurando 140 horas
 Manobrando 79 horas

Pescaria 94 horas
 Reparando 24 horas
 Revestindo 12 horas
 Performance 1,42 m/h

8.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	1,20 - 249,50m	10 CPS/DIV.	1:100
Resistência	9,00 - 250,00m	20 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	9,00 - 250,00m	2 MV/DIV.	1:100
Densidade	2,50 - 250,00m	10 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama 248,30m
 Resistência 241,00m
 Pot.Espontâneo 241,00m
 Densidade 247,50m

Interpretação

Anomalias - Não ocorreram anomalias de carvão e urânio.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 104,40m	Formação Palermo
104,40 - 213,00m	Formação Rio Bonito
213,00 - 251,60m	Grupo Itararé

9. - FURO: NF-09-PR - Sonda Longyear 34 - c.c. 8281

9.1. - Consumo de peças diamantadas

<u>INTERVALO</u>	<u>PEÇAS</u>
0,00 - 6,10m	SAPATA NW - nº 31204
6,10 - 76,60m	COROA NQ - nº 1139
76,60 - 147,50m	COROA NQ - nº 1141
147,50 - 309,35m	COROA NQ - nº 1137
309,35 - 425,70m	COROA NQ - nº 1157
6,10 - 425,70m	CALIBRADOR NQ - nº 44296

9.2. - Resumo dos Tempos

Perfurando 230 horas

Manobrando 96 horas
 Pescando 5 horas
 Reparando 3 horas
 Revestindo 5 horas
 Performance 1,27 m/h

9.3. - Perfilagem Elétrica

<u>PERFIL</u>	<u>INTERVALO</u>	<u>ESC.HORIZ.</u>	<u>ESC.VERTICAL</u>
Raios Gama	1,20 - 423,50m	20 CPS/DIV.	1:100
Resistência	17,00 - 424,00m	10 Ω /DIV.	1:100
Pot.Espontâneo	17,00 - 424,00m	10 MV/DIV.	1:100
Densidade	1,50 - 424,00m	10 CPS/DIV.	1:100

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama 422,30m
 Resistência 407,00m
 Pot.Espontâneo 407,00m
 Densidade 422,50m

Interpretação

Anomalias - Furo negativo para carvão; no intervalo 355,50 - 356,50m ocorre pequena anomalia radioativa com 350 CPS.

Tópo - Base das Formações

0,00 - 21,50m	Formação Serra Alta
21,50 - 174,50m	Formação Iratí (c/diabásio intrudido)
174,50 - 269,00m	Formação Palermo
269,00 - 366,30m	Formação Rio Bonito
366,30 - 425,70m	Grupo Itararé

10. - Quadro Demonstrativo da Produção por Sonda

SONDA - C.C.	TOTAL ACUMULADO	FUROS CONCLUÍDOS
LONGYEAR 44 - c.c. 8413	820,10 m	2
LONGYEAR 44 - c.c. 8242	715,80 m	2
LONGYEAR 34 - c.c. 8280	320,70 m	1
LONGYEAR 34 - c.c. 8281	1.345,15 m	4
TOTAL GERAL	= 3.201,75 m	9

METRAGEM DE FUROS ABANDONADOS

NF - 06 - PR	151,70 m
NF - 08 - PR	69,10 m
	<hr/>
Total	220,80 m

11. - Quadro Demonstrativo das Locações

FUROS	COORDENADAS UTM (KM)	COTA DA BOCA	ESP.CAR VÃO	PROF.CAR VÃO	ME TRAGEM FINAL
NF-01-PR	7.371.000-N 557.750-E	490 m	0	0	Concluído 235,60 m
NF-02-PR	7.376.600-N 558.200-E	500 m	0	0	Concluído 340,50 m
NF-03-PR	7.368.600-N 554.500-E	600 m	0,35m	264,50m 264,85m	Concluído 279,80 m
NF-04-PR	7.368.900-N 549.500-E	590 m	1,40m	397,20m 398,60m	Concluído 404,70 m
NF-05-PR	7.360.500-N 542.700-E	730 m	0,20m	426,90m 427,10m	Concluído 479,60 m
NF-06-PR	7.363.200-N 546.700-E	590 m	0	0	Concluído 252,35 m
NF-07-PR	7.357.000-N 539.200-E	640 m	0	0	Não con- cluído. 311,10 m
NF-08-PR	7.349.000-N 544.200-E	610 m	0	0	Concluído 251,60 m
NF-09-PR	7.352.250-N 537.200-E	590 m	0	0	Concluído 425,70 m

COMENTÁRIOS GERAIS

A fase operacional de sondagem foi feita com 04 (quatro) sondas rotativas, sendo duas do modelo Longyear 44 e duas do modelo Longyear 34, usando o sistema "WIRE LINE" de testemunhagem contínua com hastes NQ. O regime de trabalho empregado foi de 20 horas/dia/sonda com 2 equipes por sonda composta de sondador, ajudante e torrista. A perfuração foi iniciada no dia 22 de março de 1979 e encerrada no dia 14 de julho de 1979. Pode-se afirmar que a fase de sondagem foi cumprida com êxito dentro do prazo previsto de menos de quatro meses. Excluindo-se a metragem de furos abandonados, de 220,80 metros, foi atingido o total de 2.980,95 metros para a previsão de 3.000 metros.

O método de sondagem empregado no projeto, testemunhagem contínua "WIRE LINE" com hastes NQ não se mostrou economicamente o mais adequado. Nessa área da Bacia Sedimentar do Paraná a estratigráfia é muito conhecida e simples. O método de perfuração mais econômico seria o "rotary" usando tricones e testemunhagem somente da camada de carvão. A grande experiência já adquirida em trabalhos de sondagem anteriores na área, permite que se estimem com bastante precisão os intervalos de interesse para testemunhar. Desta feita, seriam economizadas muitas coroas diamantadas e evitadas operações de pescaria devido a quebra de hastes de perfuração sempre mais susceptíveis de ruptura em métodos "WIRE LINE".

III - METODOLOGIA

A elaboração do presente Relatório se prendeu mais às informações advindas dos perfis geofísicas, complementadas por descrição macroscópica dos testemunhos que a qualquer outro método interpretativo, usualmente utilizado.

Esta metodologia adotada se fez necessária dada às limitações de custo e prazo, uma vez que os resultados das análises bioestratigráficas e sedimentológicas programadas seriam fornecidas mui tarde, além do prazo previsto para a entrega do presente documento.

Julgou-se, contudo, que os referidos resultados analíticos, seriam similares àqueles fornecidos por análises efetuadas em testemunhos de furos do Projeto Carvão no Estado do Paraná.

Graças a boa qualidade das curvas registradas pelos equipamentos de perfilagem, foi possível determinar com relativa facilidade os constituintes litológicos atravessados, leitos de carvão, variações faciológicas, etc, e as consequentes interpretações paleoambientais.

Além disso, marcos elétricos de camadas-chave foram identificados através a correlação dos perfis que foram de grande valia para uma subdivisão informal da Formação Rio Bonito a fim de se estabelecer intervalos cronoestratigráficos e, dentre eles, o de interesse econômico.

A identificação, pelo menos local, do intervalo "A", como o único portador de leitos de carvão proporcionou a elaboração de mapas estratigráficos na tentativa de se definir o fator preponderante responsável pelas ocorrências de carvão. Não foi constatado um relacionamento seguro entre esses mapas e o mapa de isótopos da camada de carvão basal.

Contudo, ficou evidenciado que, apesar da possibilidade de ocorrerem até cinco níveis carbonosos na sequência progradacional (intervalo "A"), apenas o mais inferior tem-se revelado de interesse econômico. Atingiu sua possança máxima no furo NF-04-PR, com alto rendimento das frações úteis.

IV - GEOLOGIA

1. - Geologia Regional

A Bacia Sedimentar do Paraná, intracratônica, classificada como autogeossinclineo ou bacia interna simples (Asmus e Porto. 1972), apresenta-se como suave depressão do craton brasileiro, de contorno elíptico, ocupando extensão territorial de 1.200.000 Km² aproximadamente dos quais 1.000.000 Km² dentro do Brasil.

O arcabouço estrutural pode ser descrito sumariamente como depressão platiforme de fundo relativamente chato onde as estruturas mais proeminentes são os arcos regionais. Os falhamentos são do tipo normais de pequeno relevo (inferiores a 100m) sem exibir dobramentos compressionais. Ocorrem extensos derrames de basaltos que chegam a atingir 1.500m de espessura, contemporâneos a intrusivas encaixadas em sedimentos sob a forma de diques, soleiras e lacólitos de diabásio, provocando alterações mineralógicas nos sedimentos encaixantes ou deformando os estratos sobrejacentes. A grande maioria das estruturas dômicas e anticlinais constatadas por diferentes métodos de prospecção geológica são consequência dessas intrusivas.

O preenchimento sedimentar da Bacia do Paraná atinge espessuras de até 5.000m de idade predominantemente paleozóica, razão pela qual tem sido informalmente denominada de Bacia Paleozóica. As unidades estratigráficas estendem-se por centenas de quilometros mantendo notável uniformidade litológica e pequenas variações de espessura.

A coluna estratigráfica pode ser considerada, adoptando-se as sequências litoestratigráficas propostas por Ghigone e Northfleet (1972). Em número de seis, todas são limitadas, em seus contatos inferiores e superiores, por discordâncias regionais, identificáveis em todas as áreas de ocorrências dessas unidades: (Fig. 4)

Sequência I - de idade siluro-devoniana;

Sequência II - de idade permo-carbonífera;

Sequência III - de idade neo-juráctica e eo-cretá
cica;

Sequência IV - de idade meso a neo-cretácica;

Sequência V - de idade terciária e

Sequência VI - de idade quaternária.

A sequência litoestratigráfica II engloba as formações Itararé, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Terezina, das quais a Formação Rio Bonito tem-se revelado a mais interessante sob o aspecto econômico (carvão e urânio) e representou o principal objetivo deste Projeto.

Esta sequência, de idade permo-carbonífera, corresponde a 2a. fase de sedimentação da Bacia do Paraná. O final do Carbonífero caracteriza-se por uma sequência glacial e marinha marginal com predominância da primeira, em ambiente continental, com delgados registros marinhos devidos a transgressões episódicas na metade leste da bacia, (Harrington, 1962).

A alternância de deposição marinha e continental perdurou até o Permiano quando iniciar-se-ia o longo período de soerguimento crustal culminando, no eo-Cretáceo, com a ruptura do paleo-continente de Gondwana. Datam do final do Permiano os últimos indícios de sedimentação marinha, a partir do qual, o mar se afastaria definitivamente da Bacia do Paraná. Durante todo o intervalo de tempo compreendido entre o neo-Permiano e o neo-Jurássico, se processou a erosão da cobertura sedimentar paleozóica, cujos detritos eram carreados para as depressões periféricas (Paraná e Parnaíba, no Brasil e Congo, na África) onde foram depositados em ambientes continentais sob intenso vulcanismo.

2. Geologia Local

As principais feições tectônicas de influência epirogenética, delineadas no flanco leste da Bacia Sedimentar do Paraná, durante o Permiano Superior, propiciaram variações faciológicas laterais e verticais, resultando condições favo

ráveis para a acumulação e preservação de matéria orgânica vegetal.

A geologia desta parte da Bacia do Paraná pode ser separada em três regiões mais ou menos distintas em função do tectonismo relacionado com o arco de Ponta Grossa:

2.1. - Área sul do Arco de Ponta Grossa, que no Estado do Paraná abrange os municípios de São Matheus do Sul, São João do Triunfo, Teixeiras Soares, Imbituba e Ipiranga;

2.2. - Área a norte do Arco de Ponta Grossa, representada pela "depressão" de São Paulo e;

2.3. - Área sobre o Arco de Ponta Grossa englobando os municípios de Monte Alegre, Figueira, Siqueira Campos, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, exatamente onde se desenvolveu a campanha de sondagem do Projeto Noroeste de Figueira.

Na área do Projeto Carvão Noroeste de Figueira a floraram sedimentos do topo da sequência litoestratigráfica II de Ghignone e Northfleet (Formação Teresina e Serra Alta) e os furos executados foram concluídos nos diamictitos do Grupo Itararé. (Fig. 4).

Geologicamente, a área está situada sobre o Arco de Ponta Grossa em sua parte noroeste, cujo soerguimento durante o Permiano Superior provocou não só hiatos deposicionais e redução na sedimentação sobre ele, como também diferenças litológicas entre as áreas a noroeste (Figueira, Sapopema, Siqueira Campos) e sudoeste (Reserva, Ortigueira, Imbituba).

Esta feição paleo-tectônica teria atuado como divisor de águas de pelo menos duas redes hidrográficas diferentes, durante a fase de sedimentação reinante desde o topo do Grupo Itararé à base da Formação Rio Bonito.

A integração dos dados bioestratigráficos e sedimentológicos (Daemon e Aboarregae, 1976) permitiu constatar que a primeira drenagem estabelecida na área teria sido no

flanco noroeste do arco, concomitante com o desenvolvimento de depósitos prodeltaicos em seu flanco sudoeste. A fase progradacional, neste sítio, ter-se-ia instalado mais tardiamente com relação ao flanco noroeste e é provável que este lapso de tempo nos depósitos basais da Formação Rio Bonito seja consequência de diferenciações estabelecidas sobre o arco de Ponta Grossa, durante seu soerguimento.

A paleodrenagem do flanco noroeste foi o fator preponderante responsável pela acumulação de matéria orgânica e consequentes leitos de carvão que propiciaram, secundariamente, concentração de urânio em condutos permo-porosos, possíveis paleocanais fluviais, nos quais fluiam soluções marinhas portadoras de sais uraníferos precipitados sob ação do ambiente redutor, oriundo de material carbonoso sotoposto.

3. - Estratigrafia

A coluna estratigráfica atravessada pelos furos do Projeto, representa parte da sequência litoestratigráfica II, de idade permo-carbonífera proposta por Ghignone e Northfleet (1972).

O furo NF-05-PR, o mais profundo, foi iniciado em sedimentos silticos da Formação Teresina e encerrado no topo do Grupo Itararé, em um espesso pacote de diamictito, cujo topo está a profundidade de 454m (+ 276m). As unidades litoestratigráficas interpostas mantiveram-se com suas características litológicas normais para a área, às vezes intrudidas por soleiras de diabásio relativamente espessas, preferencialmente na Formação Irati.

Os comentários, a seguir, serão referidos exclusivamente à Formação Rio Bonito, principal objetivo deste projeto, específico para carvão. As demais unidades não apresentam qualquer interesse econômico para carvão e foram descritas detalhadamente no Relatório Integrado dos Projetos Carvão de São Paulo, Paraná e Extremo Norte de Santa Catarina. (Daemon e Aboarage, 1976).

3.1. - Formação Rio Bonito

Comentários sobre os marcos elétricos e a subdivisão operacional da Formação.

A Formação Rio Bonito na área localizada sobre o arco de Ponta Grossa, na parte noroeste, apresenta sua estratigrafia completa. Caracteriza-se pela presença dos três intervalos superior, médio e inferior, respectivamente, membros Sideropolis, Paraguassú e Triunfo.

Esta subdivisão obedece os mesmos critérios utilizados no Relatório Integrado dos Projetos Carvão em São Paulo, Paraná e Extremo Norte de Santa Catarina, isto é, traduzem o comportamento faciológico e ambiental da Formação.

As interpretações estratigráficas, levadas a efeito no presente Relatório estão apoiadas, mais precisamente, nas análises dos perfis compostos dos furos e correlações entre eles, que nas observações e análises das rochas colhidas nas operações de testemunhagens.

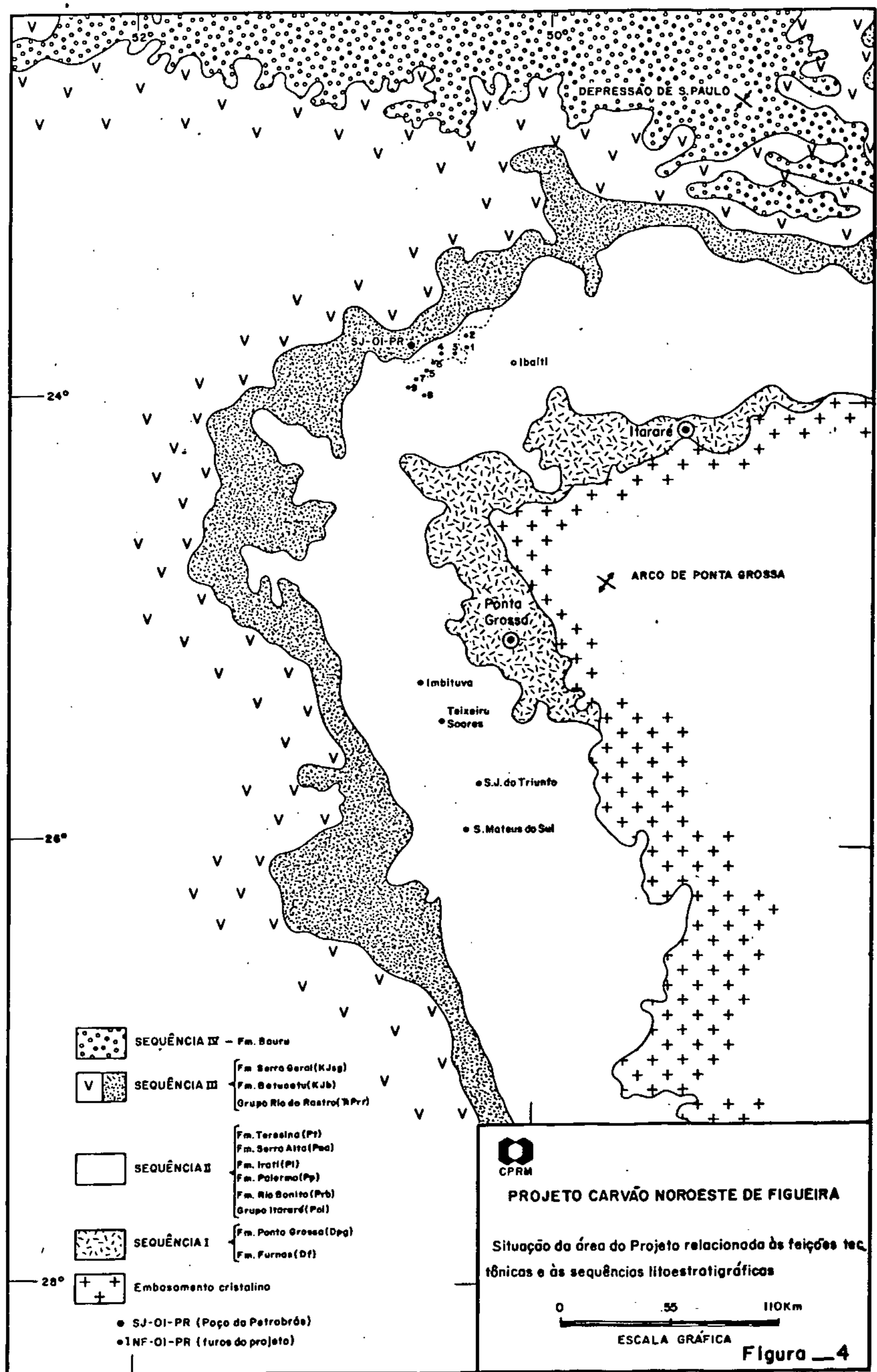
Este critério permite identificar através da configuração dos registros radioativos e elétricos a quantidade de energia empregada pelo agente transportador dos sedimentos, revelando portanto, as condições ambientais reinantes durante a deposição dos mesmos.

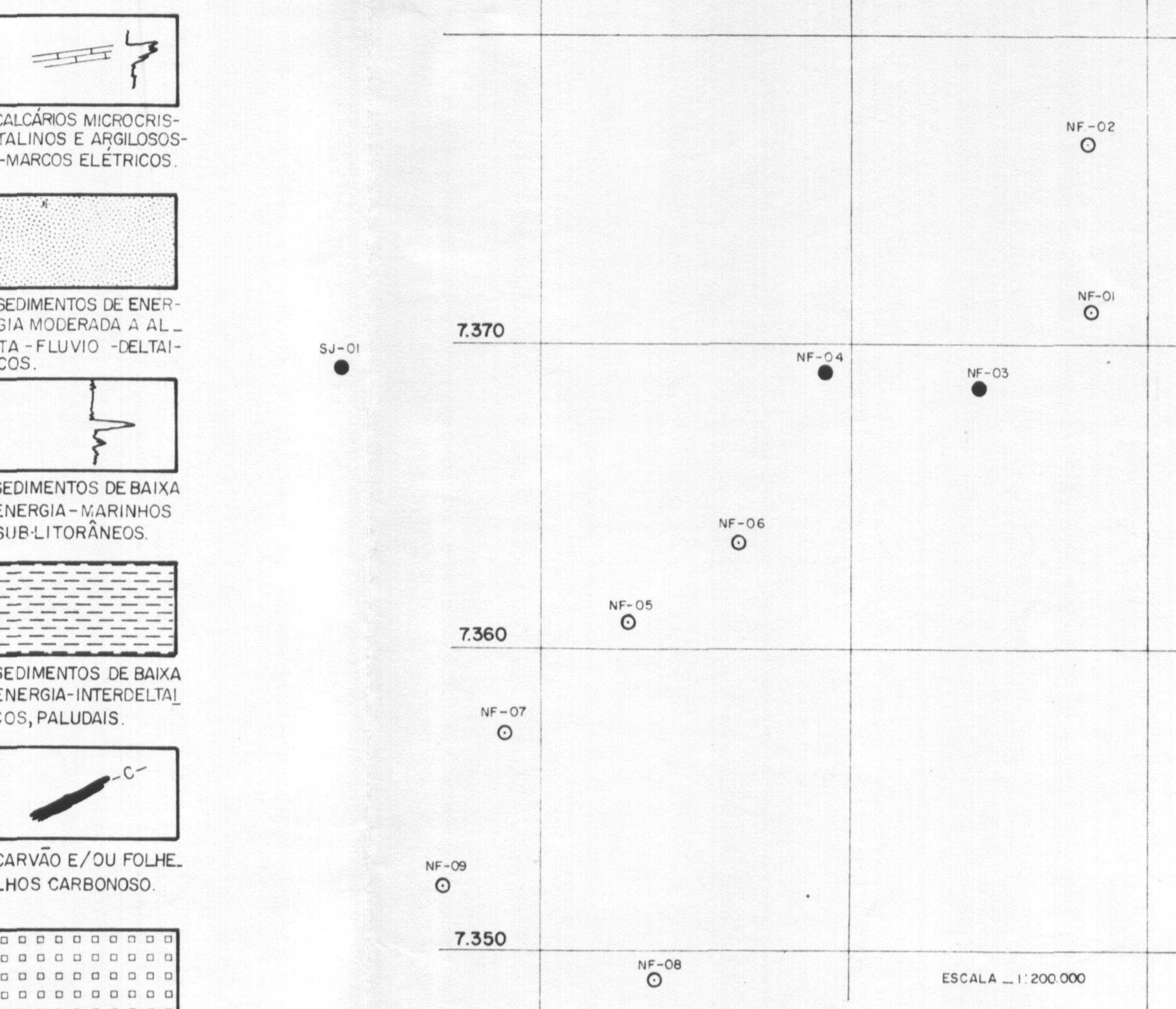
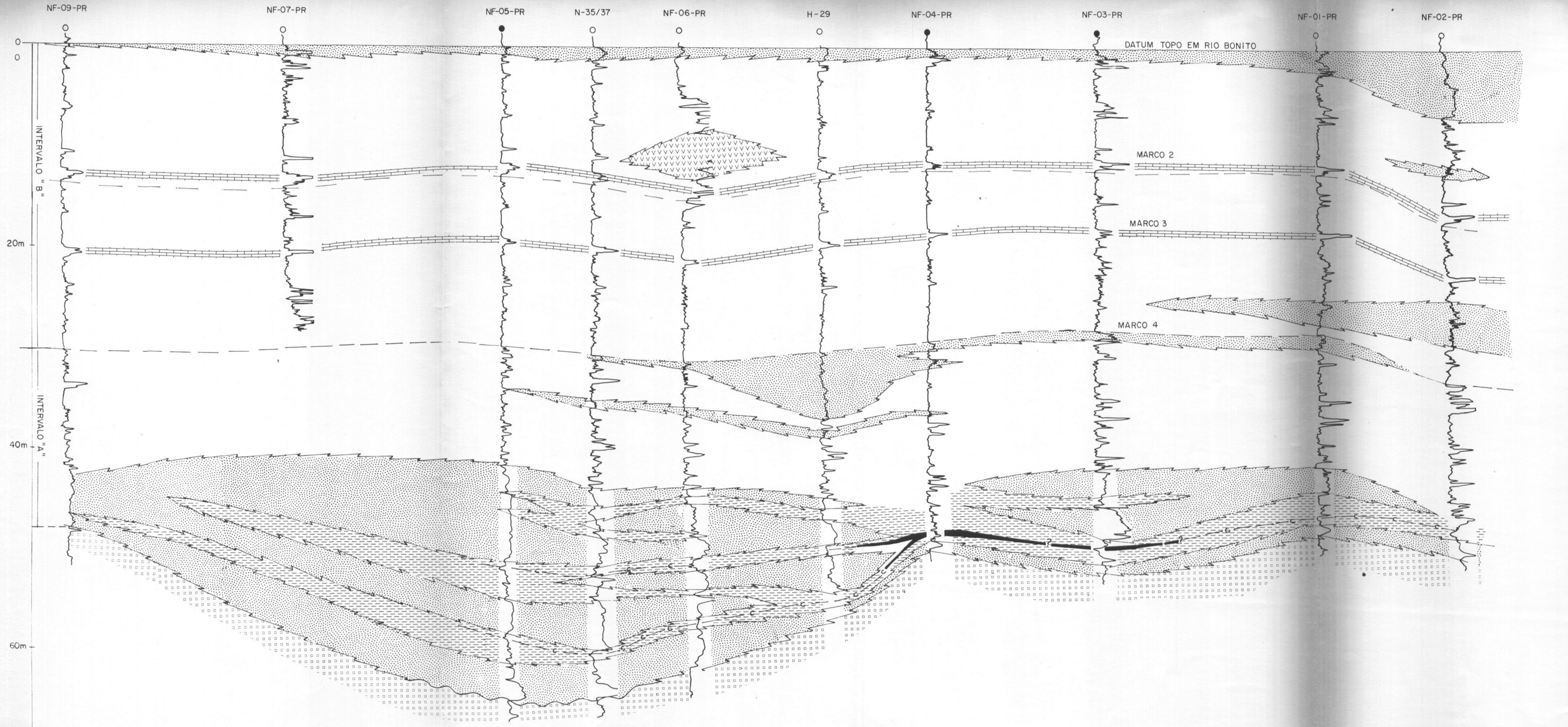
A sequência sedimentar que compõe a Formação Rio Bonito apresenta aproximadamente em sua parte mediana um marco (4) na curva de resistividade que a divide em dois pacotes litológicos com características distintas. (Fig. 5).

3.1.1. - Intervalo "A"

O pacote inferior, com topo no marco 4 e base no primeiro diamictito do Grupo Itararé, revela variações litológicas, por vezes marcantes, aliadas a oscilações sensíveis em sua espessura.

Este intervalo cronoestratigráfico, na área do Projeto, encerra a grande maioria dos leitos de sedimentos psamíticos, oriundos de agentes transportadores de energia moderada a alta. Representam ciclos fluvio-deltaicos cada qual interrompido por transgressões episódicas, caracterizados por sedimen-





PROJETO CARVÃO NOROESTE DE FIGUEIRA
SECÇÃO ESTRATIGRÁFICA ENTRE OS FUROS
DO PROJETO (SITUAÇÃO ACIMA)
DATUM-TÓPO FM. RIO BONITO

tos siltico-argilosos cinzas a pretos e leitos de carvão.

As figs. 6 e 7, mostram, respectivamente os mapas de isópacas do Intervalo "A" e de isólitas de arenitos contidos. Verifica-se que ambos são concordantes, uma vez que as oscilações de espessura do Intervalo são consequência do incremento de estratos arenosos e suas variações de espessura, subordinados às recorrências dos ciclos fluviais.

Sedimentos fluviais e as interdigitações siltico-argilosos, com níveis carbonosos.

O intervalo cronoestratigráfico "A" inicia-se, a partir do topo do Grupo Itararé (último diamictito), por uma camada com resistividade relativamente alta (comparada ao carvão acima e ao diamictito sotoposto) cuja litologia varia de calcário siltico-argiloso (calcilitito) a conglomerado polimí tico, passando pelos termos intermidiários.

Com espessura média de 3 metros na área de Figueira (furo NF-04-PR), a camada perde sua individualização em di reção a Sapopema; provavelmente devido a retrabalhamento pro vocado por ciclos fluviais posteriores (furo NF-05-PR). Repre senta o 1º ciclo fluvial de uma rede hidrográfica incipiente, interrompido por uma rápida transgressão marinha que manteve alagada toda a área de Figueira e Sapopema, propiciando a acu mulação e preservação de matéria orgânica. Na área do furo NF-04-PR, cuja extensão depende de mais informações de subsu perfície, tais condições ambientais mantiveram-se por maior lapso de tempo, perdurando durante toda a sedimentação do in tervalo "A". Aqui predominam sedimentos de baixa energia re presentados, nos perfis geofísicos, por picos de alta resisti vidade de delgados leitos de calcário intercalados a sequên cias de resistividade baixa e radioatividade média de silti tos.

A coluna litológica atravessada pelo furo NF-04- PR, é considerada anômala para a área do Projeto concernente ao intervalo "A". As suas características normais estão pre sentes no furo NF-03-PR onde ocorre camada de carvão de 0,35m

de espessura, encaixada em folhelho carbonoso gradando, verticalmente para siltito radioativo. Esta sequência sedimentar parece ser resultante de ambiente de planície de inundação ou transbordamento em área interdistributária de planície deltaica.

Sobrepondo a sequência transgressiva ocorre, no furo NF-03-PR, um corpo de arenito com características de canal fluvial onde se verifica diminuição de resistividade da base para o topo. Indica um acréscimo energético no ambiente de sedimentação, advindo do soerguimento do Arco de Ponta Grossa; representa o 2º ciclo sedimentar de características fluviais, depositado sobre os sedimentos transgressivos, paludosos com leito carbonoso. Não são constatados indícios de ação erosiva, pelo menos no limite superior da camada de carvão, tanto no furo NF-03-PR, como nos demais furos executados na área de Figueira. Tal observação sugere que, pelo menos na área da mina Cambuí, área de Figueira e na área do Projeto, a camada de carvão encontrada mantém sua espessura nas mesmas dimensões em que foi depositada e após os fenômenos diagenéticos que a carbonificaram. A reduzida espessura dos leitos de carvão, frequentes nesta parte da bacia, é consequência mais de fenômenos contemporâneos como condições climáticas, aporte insuficiente de matéria orgânica que a fatores epigenéticos.

Encerrando o 2º ciclo fluvial verifica-se uma nova fase de inundação com sedimentação pelítica (baixa resistividade e alta radioatividade) com material carbonoso em vários furos do Projeto e delgadas camadas de carvão em alguns furos da área de Sapopema, executados pela Nuclebrás.

A sucessão de ciclos fluviais e fases de inundações ou rápidas transgressões é constatada ao longo da fase progradacional fluvio-deltaica que caracteriza o membro Triunfo, como referido no Relatório Integrado (Daemon, Aboar rage, 1976).

A dominância dos ciclos fluviais é variável em função da área e, muitas vezes se observa retrabalhamentos de

Figura 6 - Mapa de Isópacas do intervalo "A"

Int. cont. = 2m

ESCALA — 1:200.000

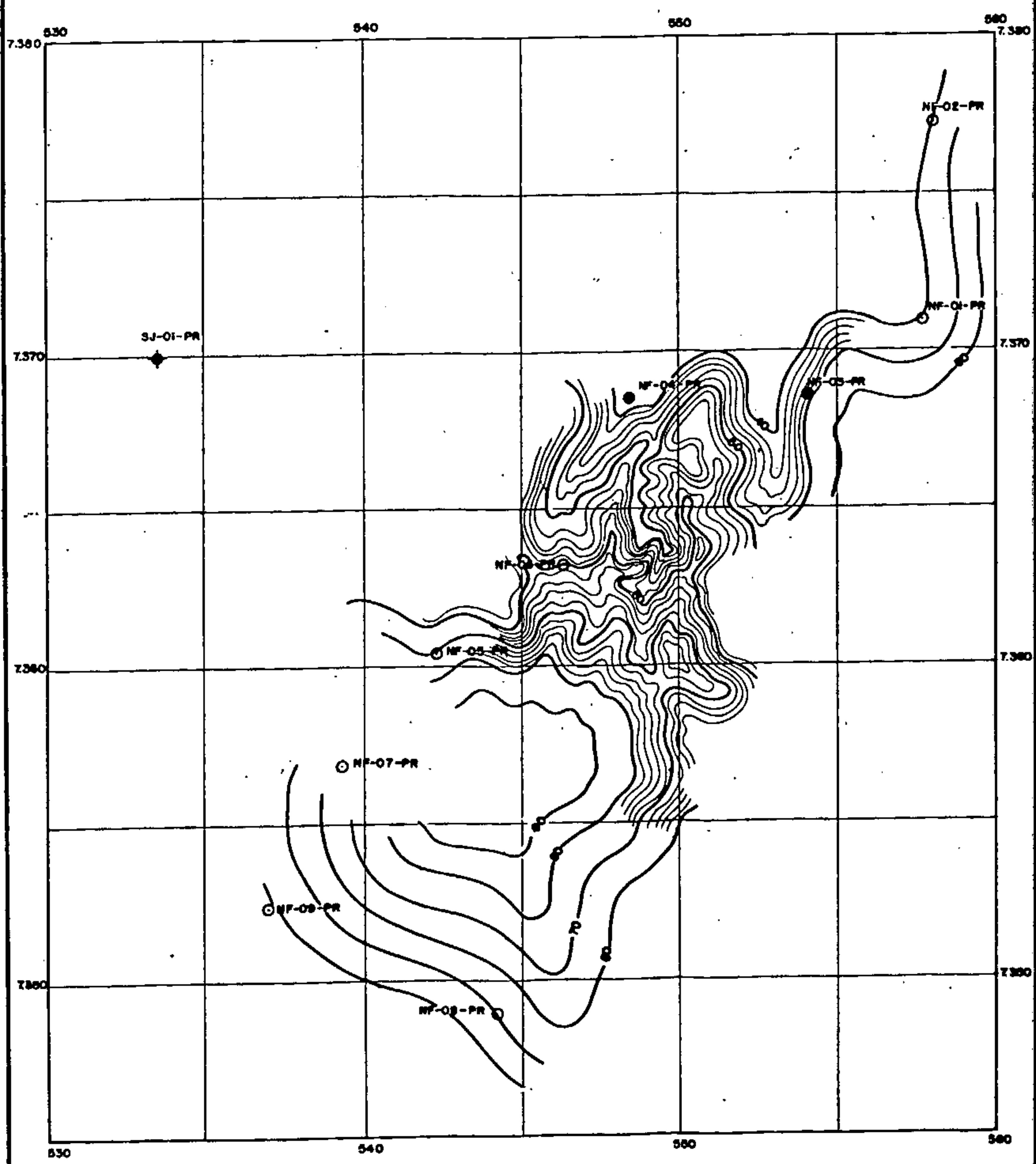
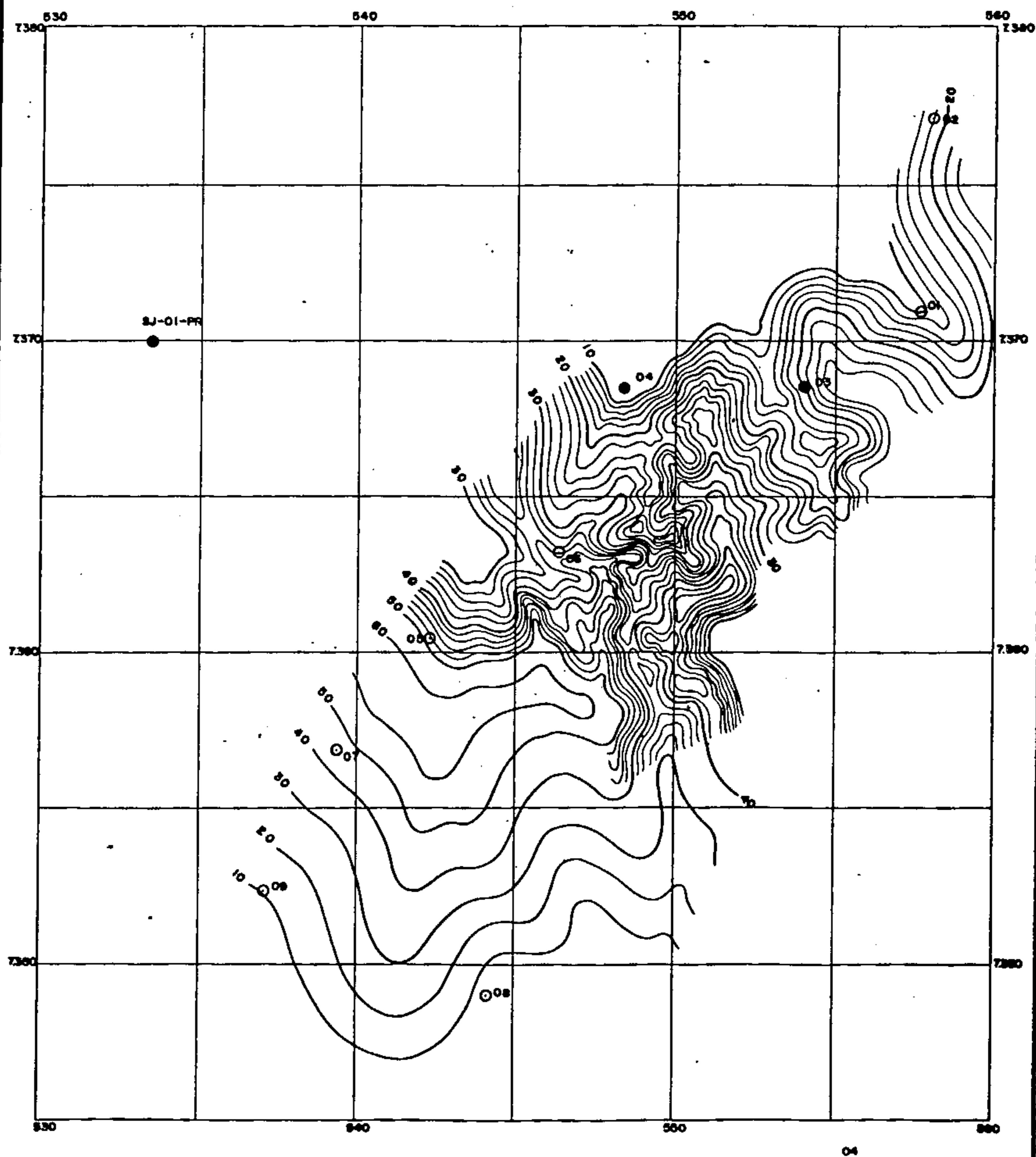


Figura 7 — Mapa de isólitas de arenitos do intervalo "A"

Int. cont. = 2m

ESCALA — 1:200.000



ciclos mais antigos com a omissão do pacote pelítico intergizado. O mapa de isópacas do intervalo marco 4. tópo Itararé mostra espessamento do intervalo a sul/sudoeste do furo NF-05-PR, contrariamente ao verificado para a área do furo NF-04-PR. Aquela área representa o principal eixo deposicional dos elementos de alta energia, indicativo, provavelmente de frente deltaica. (Figs. 6 e 7).

Níveis carbonosos e a camada de carvão econômica.

As diversas fases deposicionais de baixa energia, interpostas aos ciclos fluviais apresentam condições ambientais favoráveis para geração, acumulação e preservação de matéria vegetal e todas as sequências sedimentares resultantes podem encerrar níveis carbonosos (até 5 níveis). Foi constatado em alguns furos da Nuclebrás nas áreas de Sapopema e Figueira, presença de camada delgada de carvão, encaixada em corpos de arenitos em contato brusco, ou lâminas carbonosas abundantes em corpos arenosos, geralmente oriundos de erosão de pântanos marginais ricos em matéria orgânica.

Apesar da ocorrência de carvão em vários níveis estratigráficos dentro da sequência progradacional, a espessura dos leitos raramente atinge 1,00m e mesmo assim, as ocorrências julgadas econômicas para lavra, situam-se na primeira sequência paludal, isto é, no final do 1º ciclo fluvial.

Nesta posição, situam-se as mais importantes ocorrências de carvão no Estado do Paraná, na área a noroeste do Arco de Ponta Grossa: Jazida da Carbonífera Cambuí, Área de Figueira (associação com urânio) área do furo NF-04-PR, e área do poço SJ-01-PR. (S. Jerônimo da Serra). (Figs. 8 e 9).

Outras áreas de ocorrência têm sido relatadas na literatura sobre carvão como, Mina do Cedro, Imbituva, Campina do Pupos, Salto Aparado, etc, sem que qualquer delas revelasse camadas com espessuras superiores a 1,00m, independente do nível estratigráfico que as contém.

3.1.2. - Intervalo "B"

A metade superior, desde o topo da Formação, mantém compor-

Figura 8 – Mapa de isópacas da camada de carvão (tôpo do 1º ciclo) e os furos do projeto.

Int. cont. = 20cm

ESCALA — 1:200.000

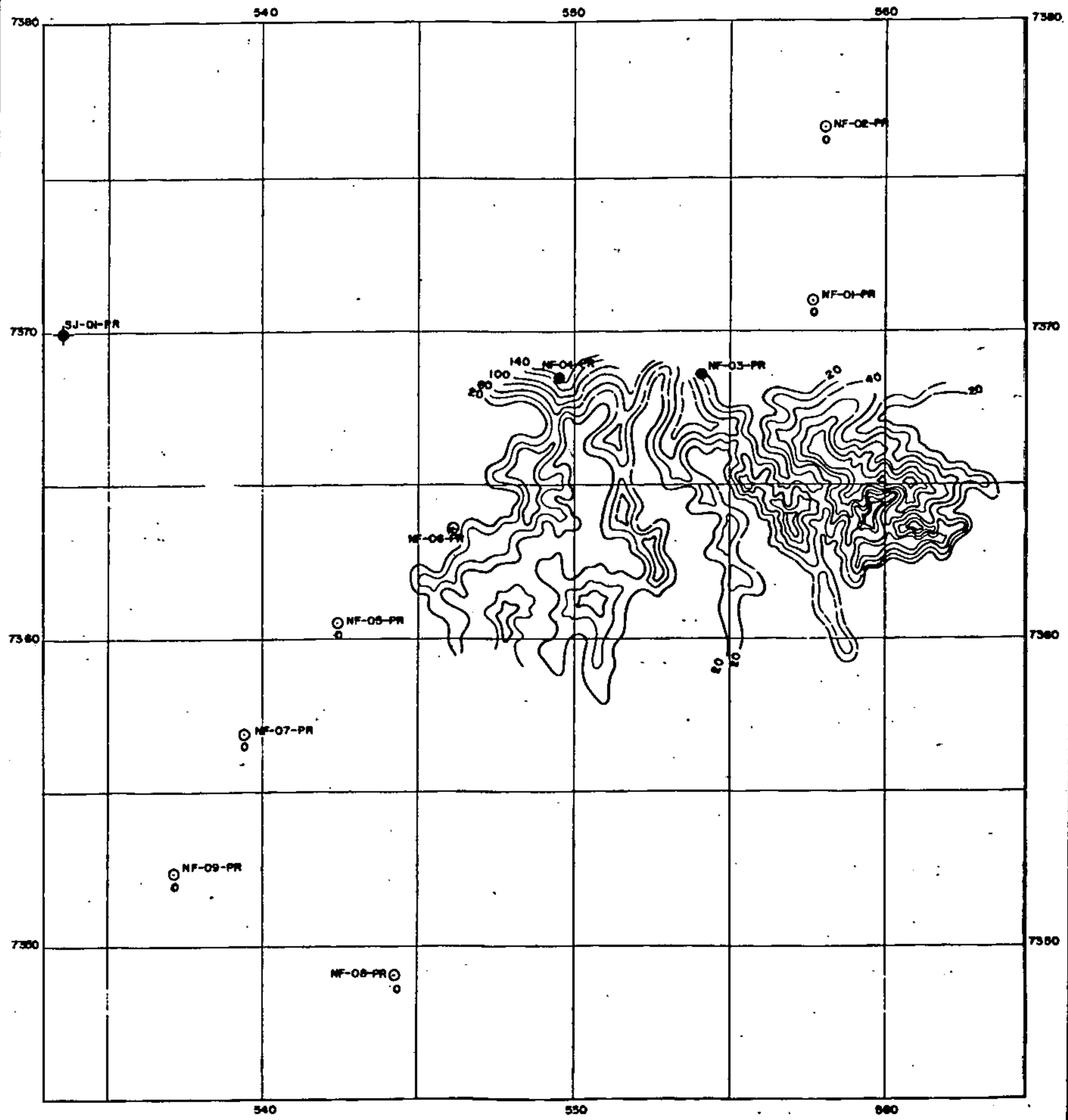
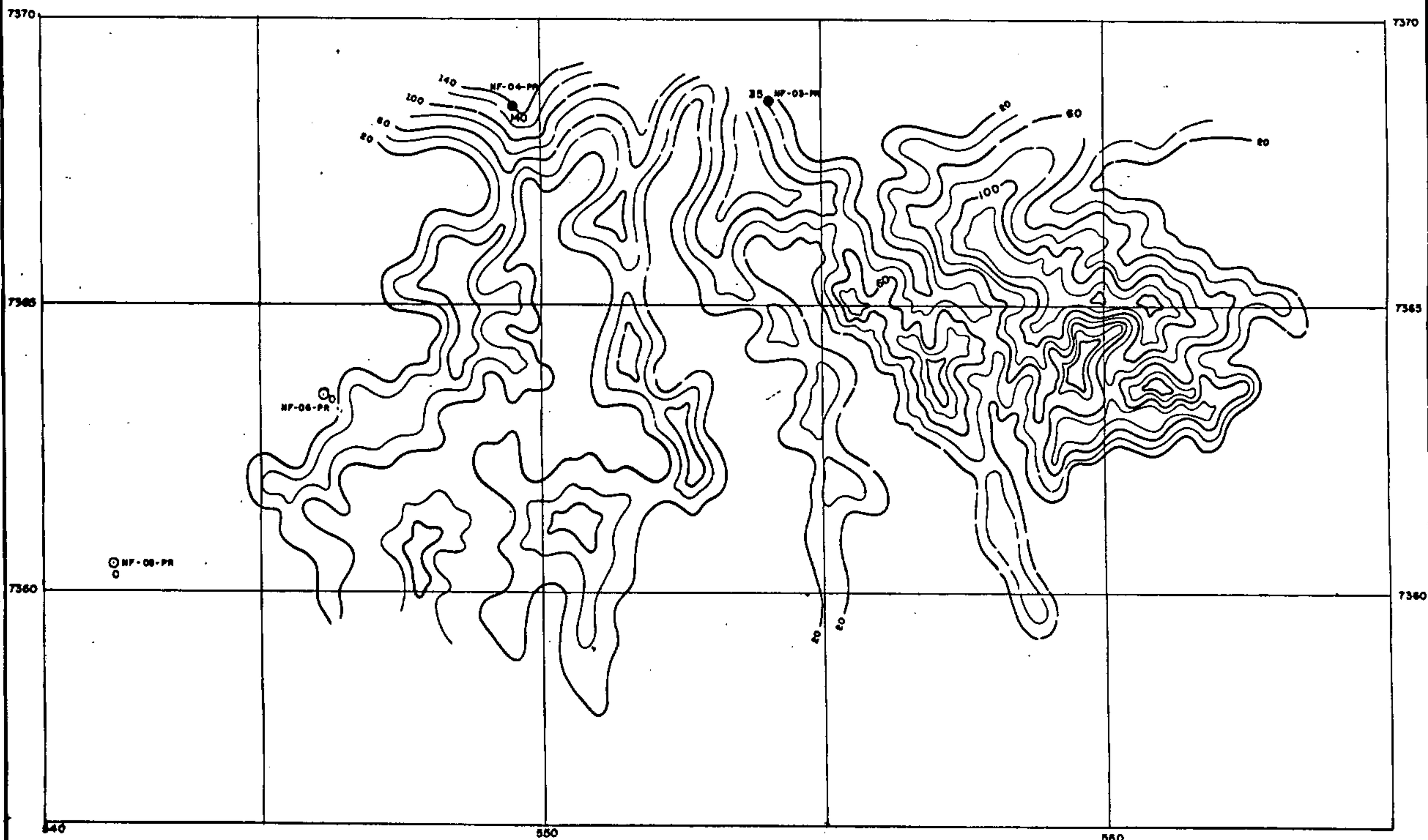


Figura 9 — Mapa isópacas da camada de carvão basal (topo do 1º ciclo)

Int. cont. = 20 cm

ESCALA $\approx 1:100.000$



tamento bastante homogêneo, tanto em espessura como em seus constituintes litológicos, denotando ambiente de baixa energia com predominância de siltitos por vezes bioturbados, intercalados a frequentes leitos de calcários (calcilutitos) e argilitos. As associações litológicas, estruturas sedimentares, valores baixos de resistividade (argilas), valores relativamente altos de radioatividade (argilas marinhas) mostram prevalecer, para este intervalo, ambiente de sedimentação ras a de baixa energia, marinho sublitorâneo ou áreas alagadas salobras interdeltaicas.

Localmente, contudo, como ocorre no furo NF-04-PR, embora o marco 4 esteja presente não há distinção entre os pacotes superior e inferior, revelando que toda a Formação Rio Bonito foi depositada sob forte influência marinha, provavelmente em blocos rebaixados por falhas normais anteriores à sedimentação, resultando paleorelevo negativo, inundado por lâmina d'água pouco espessa. Prevalece o ambiente de sedimentação ras a, marinho sublitorâneo ou lateralmente a frentes deltaicas (Prodelta).

O intervalo cronoestratigráfico Tôpo Rio Bonito/Marco 4 coincide, na maioria dos furos executados, com o membro médio da Formação Rio Bonito, o Paraguassu, acrescido do membro superior, o Sideropolis, pouco espesso (2a. fase progradacional).

Finalmente, a sequência sedimentar depositada durante o tempo Tôpo Rio Bonito - Marco 4 revelou-se completamente estéril para carvão, na área do Projeto, e engloba excelentes horizontes estratigráficos traduzidos por leitos de calcilutitos, passíveis de serem utilizados como camadas-chave ou linhas de tempo, para estudos de correlação. A persistência lateral de tais níveis e suas recorrências periódicas sugerem sedimentação em ambiente de baixa energia, lenta subsidência regional sem a concorrência de fenômenos tectônicos. Delimitam pacotes litológicos com espessuras praticamente constantes e características sedimentares uniformes. São facilmente identificados nos registros elétricos.

LAVADOR DE CAPIVARI S.A.

TUBARÃO

SANTA CATARINA

DIVISÃO DE LABORATORIO

Boletim de Análise e Ensaio

 N.º 685/79

CARACTERÍSTICAS

Amostra nº : 685
 Procedência : C. P. R. M.
 Local da Coleta : - NF - 04 - PR
 Data da Coleta : -
 Tipo do Carvão : Testemunho de Sondagem
 Peso da Amostra : 3.283 g
 Data da Análise : Junho/79

AMOSTRA DE CABEÇA

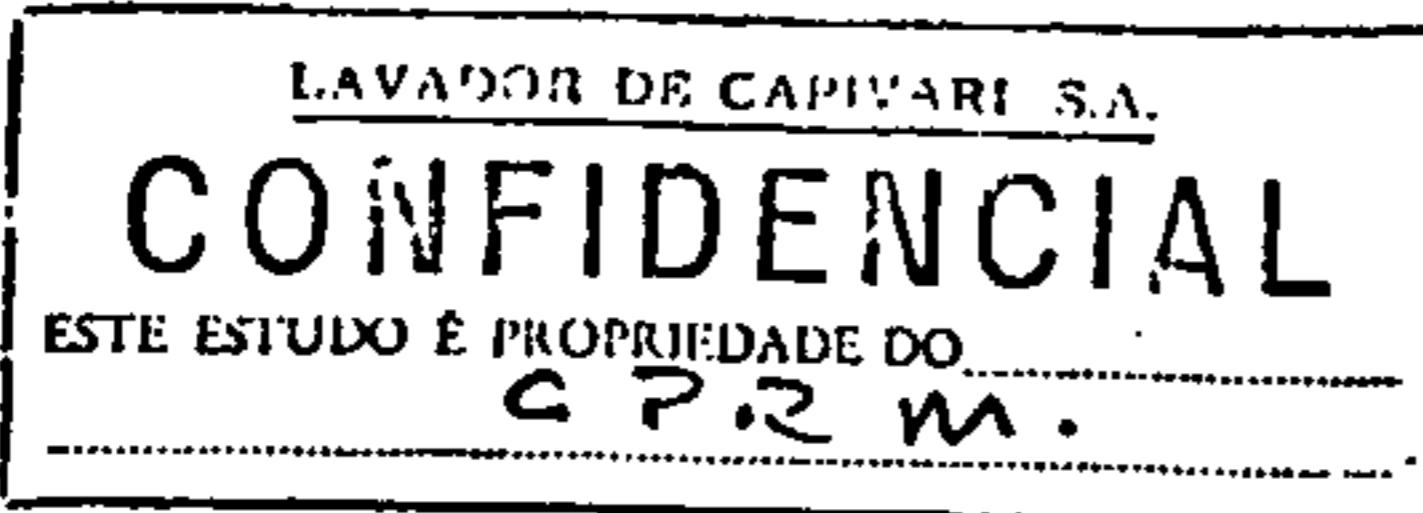
Granulometria : 1/8" x 0 - Britado
 % Cinzas : -
 % Enxofre : -
 % Matéria Voláteis : -
 Peso Específico Camada : 1,75
 Peso Específico Fração - 1.85 : 1,55

RESUMO DO ENSAIO

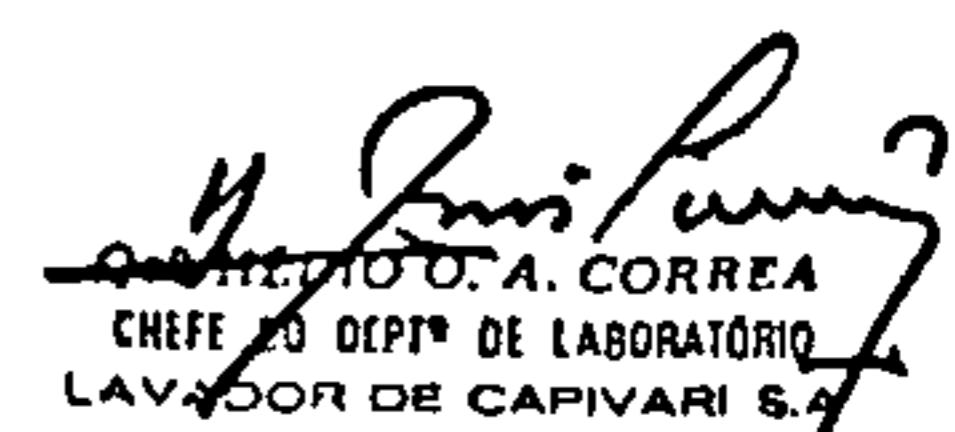
Fração: 1/8" x 200 Mesh

 ESTES RESULTADOS ANALÍTICOS SÃO
 RESTRITOS ÀS AMOSTRAS RECEBIDAS
 EM NOSSO LABORATÓRIO.

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matérias Voláteis	
- 1.50	33,43	10,7	4,64	35,8	2,0
1.50 x 1.85	33,23	32,8	6,88	-	-
+ 1.85	26,30	69,7	12,15	-	-
200 Mesh x 0	7,04	43,2	9,53	-	-
TOTAL	100,00	35,8	8,03	-	-



V I S T O
 Eng. Fábio A. Milloli
 Diretor de Operação
 LAVADOR DE CAPIVARI S.A.


 MÁRIO O. A. CORREA
 CHEFE DO DEPTO DE LABORATÓRIO
 LAVADOR DE CAPIVARI S.A.

LAVADOR DE CAPIVARI S.A.

TUBARÃO

SANTA CATARINA

DIVISÃO DE LABORATORIO

Boletim de Análise e Ensaio

N.º 684 / 79

CARACTERÍSTICAS

Amostra nº : 684
 Procedência : C. P. R. M.
 Local da Coleta : NF - 03 - PR
 Data da Coleta : -
 Tipo do Carvão : Testemunho de Sondagem
 Peso da Amostra : 866 g
 Data da Análise : Junho/79

AMOSTRA DE CABEÇA

Granulometria : 1/8" x 0 - Britado
 % Cinzas : -
 % Enxofre : -
 % Matéria Voláteis : -
 Peso Específico Camada : 1,71
 Peso Específico Fração - : 1,85 - : 1,48

RESUMO DO ENSAIO

Fração: 1/8" x 200 Mesh

ESTES RESULTADOS ANALÍTICOS SÃO
RESTRITOS ÀS AMOSTRAS RECEBIDAS
EM NOSSO LABORATÓRIO.

DENSIDADE	Percentagens				FSI
	Peso	Cinzas	Enxofre	Matérias Voláteis	
- 1,50	41,65	5,7	2,34	31,2	0
1,50 x 1,85	19,37	27,2	4,04	-	-
+ 1,85	33,29	75,2	23,54	-	-
200 Mesh x 0	5,69	43,3	9,31	-	-
TOTAL	100,00	35,1	10,12	-	-

LAVADOR DE CAPIVARI S.A.
CONFIDENCIAL
 ESTE ESTUDO É PROPRIEDADE DO
 CPRM

V I T O
 Engº. Industrial A. Millot
 Director de Operação
 LAVADOR DE CAPIVARI S.A.

HENRICO A. CORREA
 CHEFE DO DEPTO DE LABORATÓRIO
 LAVADOR DE CAPIVARI S.A.

VI - CONCLUSÕES

1. - Conclusões Operacionais

1.1. - O sistema "Wire Line" de testemunhagem continua, empregado na execução dos furos, não é o mais adequado, especialmente em áreas cujo conhecimento estratigráfico dispensa a coleta de testemunhos.(no caso de detalhamento da área).

1.2. - Este método de sondagem é bastante susceptível de prisões das hastes provocadas por desmoronamentos das paredes do poço (ausência de fluido de perfuração conveniente).

1.3. - São frequentes as quebras das hastes NQ, em furos com profundidades maiores que 300 metros resultando atrasos na conclusão dos furos, devidos as operações de pescaria, muitas vezes sem sucesso. (624 horas gastos no presente Projeto)

1.4. - Em áreas geologicamente conhecidas e profundidades superiores a 300m sugere-se utilizar, com vantagens, o sistema rotativo, destrutivo por tricone, e coleta de amostras de calha de três em três metros. A coleta de testemunho se restringiria apenas ao intervalo mineralizado (basal da Formação Rio Bonito) ou, no máximo, de todo intervalo "A".

2. - Conclusões Geológicas

2.1. - A Formação Rio Bonito, única unidade litoestratigráfica, na área do Projeto, com ocorrências carbonosas, foi sub-dividida, para fins operacionais, em dois intervalos cronoestratigráficos por um marco elétrico (MARCO 4), possível linha de tempo: Intervalo "A" e Intervalo "B".

2.2. - O intervalo "B", superior, compõe-se em sua quase totalidade de sedimentos de baixa energia (siltitos e calcários argilosos) e coincide aproximadamente com os membros Paraguassu e Siderópolis (sequência progradacional do topo do intervalo).

Esta sequência sedimentar, depositada em ambiente mari-

nho raso predomina em todo intervalo, apresenta em seu topo (Topo da Formação Rio Bonito) invariavelmente delgado corpo arenoso depositado em ambiente litorâneo (Membro Sideropólis, sem qualquer ocorrência de níveis carbonosos).

2.3. - O intervalo "A", inferior, constitui a sequência sedimentar progradante constituída de até 5 ciclos fluviais interpostos por fases transgressivas ou períodos de transbordamento em áreas interdistributárias de planície deltaica.

2.4. - Este intervalo representa o pacote sedimentar econômico da coluna paleozóica no Paraná, exatamente nos sedimentos paludais interpostos aos ciclos fluviais (carvão, urânio e oligoelementos).

2.5. - A quebra de cada ciclo fluvial é caracterizada pela presença de sedimentos pelíticos de baixa energia todos com possibilidades de geração, acumulação e preservação de carvão e oligoelementos.

2.6. - A rápida transgressão ou transbordamento que encerra o primeiro ciclo fluvial (depositado sobre diamictito do topo do Grupo Itararé) reveste-se de maior importância por conter a principal camada de carvão nesta parte da bacia, tanto em qualidade como em espessura e extensão lateral. (Jazida de Cambuí, NF-04-PR).

2.7. - Julga-se que a reduzida espessura (raramente atinge 1,00m) daquela camada de carvão, está mais ligada à insuficiência no aporte de matéria orgânica que às condições ambientais ou agentes erosivos.

2.8. - Não se constatou qualquer controle geológico evidente responsável pela constituição dos depósitos de carvão neste nível estratigráfico. Não há, por exemplo, relação entre a ocorrência e espessamento da camada de carvão com: o paleorelevo do topo do Itararé no início do 2º ciclo fluvial; espessura e número dos ciclos fluviais;

2.9. - A comparação dos resultados das análises do carvão da jazida de Cambuí (\pm 200m de profundidade), com o furo

NF-04-PR (⁺ 400m de profundidade), permite suspeitar que a qualidade do carvão melhora com o aumento da profundidade. Persiste, porém, o teor elevado de enxofre.

2.10. - Os resultados das análises dos testemunhos de carvão dos furos NF-03-PR e NF-04-PR classificam-no como carvão betuminoso de alto volátil com moderada a baixa propriedade coqueificante (Primeira análise em carvões do Paraná com FSI > 0).

2.11. - A correlação entre os furos NF-03-PR e NF-04-PR, com o furo SJ-01-PR executado pela Petrobrás em 1959 (Fig. 2.) ressalta a importância da área compreendida, dada a similaridade faciológica do intervalo "A", com reduzido teor de arenitos. As condições ambientais favoráveis, pelo menos, estão presentes.

2.12. - A direção entre essas locações coincide, aproximadamente, com o rumo do mergulho regional, de maneira que poderão ser pesquisadas faixas com profundidades entre 400 m (furo NF-04-PR) até 1.200m (poço SJ-01-PR).

2.13. - Julga-se dispensável a aplicação de qualquer outro método de prospecção indireta para a detecção de áreas favoráveis para a prospecção de carvão, face à impossibilidade de identificação, até o presente do evento geológico predominante, estrutural ou estratigráfico, que propiciou a formação dos depósitos de carvão.

2.14. - As causas parecem estar ligadas à concorrência de diversos fatores, simultaneamente, que permitiram reunir condições climáticas para o desenvolvimento de matéria vegetal abundante; sítio adequado para acumulação da massa vegetal; ambiente subaquático submetido a lenta subsidência para sua preservação; soterramento da massa vegetal por sedimentos carreados através agentes transportadores de energia moderada a baixa, insuficientes para provocar erosão do depósito.

VII - RECOMENDAÇÕES

Os resultados dos 9 furos executados no Projeto em relato, corroboraram as suspeitas da ocorrência de carvão na área compreendida entre S. Jerônimo da Serra e Figueira, principalmente aqueles fornecidos pelo furo NF-04-PR, embora distem cerca de 16 Km.

1. - Recomenda-se, inicialmente sondagens de semi-detalhe nas cercanias do furo NF-04-PR a fim de delimitar a extensão lateral da descoberta com 1,40m e suas variações de espessura.

Sabe-se que as variações de espessura da camada de carvão são bruscas como soi acontecer nas áreas de Figueira/ Cambuí. (Fig. 9). Assim, o afastamento das futuras locações, a partir do furo NF-04-PR, deverá ser da ordem de 500m, a fim de que sejam acompanhadas, com algum detalhe, as oscilações da espessura prevista. Desta maneira a partir dos primeiros furos poderá ser inferida a geometria da camada de carvão e obter-se uma estimativa, bastante real, das reservas medidas.

Esta etapa de sondagem representaria uma fase de extensão e semi-desenvolvimento da provável jazida, com furos entre 400 e 500m de profundidade, até o topo do Grupo Itararé.

2. - Independente desta campanha de sondagem, recomenda-se a execução de um furo profundo, geminado no poço SJ-01-PR da Petrobrás, a fim de se obter testemunhos apenas dos últimos 50m para confirmação da espessura e determinação das qualidades do carvão constatado, em amostra de calha, por aquele poço estratigráfico.

3. - Recomenda-se mapeamento geológico de subsuperfície da camada de carvão, jazente em antigas minas abandonadas, através da integração dos dados disponíveis, obtidos durante a fase de detalhamento de pesquisa dessas minas. A totalidade dos trabalhos sobre essas antigas descobertas limita-se a comentários relativos ao tipo de lavra, qualidade do carvão, etc, sem no entanto, apresentarem mapas interpretativos da

atitude e geometria da camada de carvão, suas relações estratigráficas, etc. Estes mapeamentos de detalhe poderão realçar eventos geológicos que atuaram como agentes controladores para a formação da camada de carvão.

4. - Em virtude da não identificação de um controle geológico estrutural ou estratigráfico responsável pela formação dos depósitos de carvão, nesta parte da Bacia do Paraná, julga-se desaconselhável a aplicação de qualquer método de prospecção indireta especialmente geofísicos (de eletroresistividade, sismica, etc), como têm sido utilizados com relativo sucesso nas descobertas do Rio Grande do Sul, cujas jazidas estão influenciadas pelo paraleorelevo do embasamento cristalino.

5. - Sugere-se finalmente, esforços no sentido de permitir um maior entrosamento entre todas as empresas governamentais ou particulares que realizam trabalhos geológicos principalmente de sondagem; sabe-se, por exemplo, das campanhas de sondagem executadas pela Nuclebrás nas áreas de Figueira, Sapopema, S. João do Triunfo, etc, sendo, no entanto muito difícil e demorado o acesso aos Relatórios Técnicos e a obtenção das cópias dos perfis compostos dos furos.

O intercâmbio técnico propiciaria aprimoramento na elaboração dos Relatórios, com documentação mais farta além de evitar coincidências nas locações, levando-se em conta a onerosidade das operações de sondagem.

VIII - BIBLIOGRAFIA

ASMUS, H. E e PORTO, R. - Classificação das bacias sedimentares brasileiras, segundo a tectônica de placas. ANAIS XXVI Congresso Brasileiro de Geologia da S.B.G., Belém, Pará, vol. 2, pp.67-90, 1972.

DAEMON, R. F. e ABOARRAGE, A. M. - Relatório Final Integrado do Projeto Carvão em S. Paulo, Paraná e extremo norte de Santa Catarina - Convênio CPRM/DNPM do M.M.E, 83 pgs, 1976.

GHIGNONE, J. I, e NORTHFLEET, A.A. - Sequências Sedimentares Brasileiras. Petrobrás/RPBA-DIREX. Relatório não publicado, 1971.

PONTE, F.C, e outros - Origem e Acumulação de Petróleo nas Bacias Sedimentares do Brasil - Revista Atualidade do Conselho Nacional do Petróleo. pp. 16-42, 1979.

PORTO, R. - Bacias Paleozóicas Brasileiras, Evolução Tectônicas e Perspectivas Petrolíferas, 1978 não publicado.

V - QUALIDADE DO CARVÃO

Foram analisadas apenas duas amostras de testemunhos, dado que as ocorrências significativas se restringiram unicamente aos furos NF-03-PR e NF-04-PR.

Ambas as amostras (coletadas em diâmetro NQ, em torno de 64 mm), foram britadas a 1/8" (3,175 mm) e sofreram ensaios de afunda-flutua nas densidades 1,50 e 1,85 e determinou-se as porcentagens em peso das frações densimétricas menores que 1,50, entre 1,50 e 1,85 e maiores que 1,85.

Para os três intervalos densimétricos foram determinados os parâmetros teor de cinzas e enxofre e para a fração flutuada em 1,50 foram fornecidos também o teor de voláteis e o F.S.I. ("Free Swelling Index - índice de inchamento livre). Outras análises solicitadas não foram efetuadas devido a insuficiência, em peso, da fração densimétrica 1,50.

FURO: NF-03-PR

Intervalo: 264,10m a 264,45m

Espessura: 0,35

Análise macroscópica - Camada contínua de carvão preto fosco com níveis brilhantes e passagem gradativa para fôlhelho carbonoso no topo e na base. Nódulo e cristais de pirita, bastante evidentes.

Análise imediata - (Boletim de Análise anexo). - O peso específico da camada total foi de $1,71 \text{ g/cm}^3$ sendo $1,48 \text{ g/cm}^3$, o peso específico médio da fração flutuada em líquido de densidade 1,85.

A análise imediata da amostra de carvão bruto revelou que a soma das frações úteis é superior a 60%, indicando valor próximo de 2 para a relação carvão lavado/refugo.

Isto significa alto rendimento de carvão utilizável, bastante superior ao das jazidas catarinenses e riograndenses.

A fração flutuada em 1,85, que constitui a fração de carvão utilizável, apresenta um teor médio de cinzas em torno

de 12,5%. Nestas condições, para a amostra isolada do furo NF-03-PR, o carvão pode ser classificado como betuminoso de alto volátil ($>30\%$ M.V.) e toda fração de carvão flutuado em meio denso de $1,85 \text{ g/cm}^3$ converte-se em carvão energético "nobre", de muito baixo teor de cinzas.

Há, no entanto, que se considerar o alto teor de enxofre do carvão lavado, em torno de 4% (valor médio) e a ausência de qualidades coqueificantes para a fração flutuada em meio denso de 1,5 (FSI = 0).

FURO: NF-04-PR

Intervalo: 397,15m a 398,55m

Espessura: 1,40m

Análise macroscópica - Camada contínua de carvão fosco com lâminas brilhantes pouco frequentes e dois leitos de 0,10m de folhelho preto carbonoso interposto na parte mediana do testemunho.

Gradação para folhelho carbonoso em direção ao topo e base da camada.

A amostra de carvão bruto apresentou rendimento de 67% de carvão utilizável com teor médio de cinzas de 22%. A relação carvão lavado/refugo é superior a 2 o que o torna o carvão paranaense bastante favorável para lavra, sobrepujando os similares de Sta. Catarina e Rio Grande do Sul, pelo menos sob esse aspecto.

A fração com peso específico superior a 1,85 refere-se aos delgados níveis de folhelho carbonoso interpostos e a nódulos de pirita. (26,3% da amostra com 69,7% de cinzas e 12,15% de enxofre).

Uma característica bastante promissora da referida camada é o valor 2 para o índice de inchamento livre (F.S.I) na fração flutuada em 1,5, inédito nos carvões paranaenses. Tal característica confere propriedades coqueificantes, embora de baixo grau, com teor de cinzas de 10,7%, em cerca de 33% da amostra bruta. A relação carvão metalúrgico/carvão vapor é exatamente igual a 1 (CV/CM = 1), outro parâmetro favorável à

sua utilização.

Persiste, contudo, o alto teor de enxofre (5,5%) das frações úteis, nocivo à aplicabilidade industrial em diversas atividades.

O resultado desta análise permite classificar o carvão, atravessado pelo furo NF-04-PR, como carvão betuminoso de alto volátil (35,8%) para a fração flutuada em 1,5, com baixo índice de inchamento livre (FSI = 2).

O valor de FSI diferente de zero, está relacionado, na sua origem, à composição da massa vegetal que constitui a turfeira (Vegetação de grande porte, rica em material lenhoso).

Este fator, conjugado com condições ambientais e de subsidência mais favoráveis na área do furo em questão, permitiu preservar e posteriormente desenvolver durante a carbonificação, os macerais que conferem propriedades coqueificantes ao carvão.

À semelhança das últimas descobertas de carvão no Rio Grande do Sul, as propriedades aglomerantes dos carvões foram evidenciadas em ocorrências profundas (Morungava, Santa Terezinha), provavelmente em blocos abaixados por falhas contemporâneas à acumulação da matéria orgânica.

Afora a ocorrência da área de S. Jerônimo da Serra (amostras de calha do poço SJ-01-PR), o furo NF-04-PR é o que forneceu a amostra mais profunda no Estado do Paraná e o único que revelou características coqueificantes, embora de baixo grau.