

NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

CONVÊNIO MINEROPAR/NUCLEBRÁS

PROJETO IRATI

MAPEAMENTO GEOLÓGICO

RELATÓRIO FINAL

VOLUME I - TEXTO

ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA

1981

MINEROPAR

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

**NUCLEBRÁS**  
**EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.**  
SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL  
ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA

**RELATÓRIO FINAL**  
**PROJETO — IRATI**  
**MAPEAMENTO GEOLÓGICO**

**CONVÊNIO MINEROPAR/NUCLEBRÁS**  
SUBPROGRAMA DE PROSPECÇÃO DE MINERAIS ENERGÉTICOS

**1981**

GERENTE DO ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA:  
NICOLAU MORRONE

CHEFE DA DIVISÃO DE PÊSQUISA MINERAL E COORDENADOR DO CONVÊNIO:  
ROBERTO F. DAEMON

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:  
ADÃO DE SOUZA CRUZ

552.574  
552.495  
(816-28)  
N960.1  
J.4  
21

MINEROPAR S/A  
BIBLIOTECA

NUCLEOS  
EMPRESAS NUCLEOS BRASILEIRAS S.A.  
COMISSAO DE PROSPECÇÃO  
ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA

RELATÓRIO FINAL  
PROJETO  
Mapeamento Geológico

CONVENIO MINEROPAR NUCLEOS  
PROGRAMA DE PROSPECÇÃO DE MINERIAS METALIFERAS

ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA

Registro n. 2125



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR  
Minerais do Paraná S/A.  
BIBLIOTECA  
11.02.85... 28/11/85

**NUCLEBRÁS**  
**EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.**  
SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL  
ESCRITÓRIO REGIONAL DE CURITIBA

**RELATÓRIO FINAL**  
**PROJETO IRATI**  
**MAPEAMENTO GEOLÓGICO**

**CONVÊNIO MINEROPAR/NUCLEBRÁS**  
SUBPROGRAMA DE PROSPECÇÃO DE MINERAIS ENERGÉTICOS

**1981**

**AUTORES**

**GEÓLOGOS :**

ROBERTO F. DAEMON  
ADÃO DE SOUZA CRUZ  
JOÃO TADEU NAGALLI  
JOHANNES HINRICH STEIN  
JOSÉ OTAVIO C. CONSONI  
MÁRCUS H. WARING DI VANDERANDO

**TÉCNICOS :**

FRANCISCO DE ASSIS ALVES  
FRANCISCO JORGE VICENTE  
HAROLDO NASCIMENTO  
JOSÉ SEVERINO DE LIMA

ANEXOS

A - FICHAS E TABELAS

TABELA SINTÉTICA DE ANOMALIAS (03)

TABELA CADASTRO DE OCORRÊNCIAS DE CARVÃO (01)

TABELA SINTÉTICA DE SEÇÕES GEOLÓGICAS (01)

TABELA DE AMOSTRAS ANALISADAS POR PETROGRAFIA -  
I, II, III, IV, V

TABELA PLANO DE SONDAJENS PARA CARVÃO (05)

FICHAS DE CONTROLE DE AMOSTRAGEM (05)

RESULTADO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE CARVÃO

RESULTADO DE ANÁLISES PALINOLÓGICAS DE CARVÃO

FICHAS RESULTADOS ANÁLISES PETROGRÁFICAS (55)

FICHA RESULTADO DO ESTUDO ÓPTICO DA MATÉRIA ORGÂNICA (01)

FICHA RESUMO DE SEÇÕES GEOLÓGICAS (67)

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

### B - PERFIS E SEÇÕES

COLUNA PADRÃO ÁREA SUL

COLUNA PADRÃO ÁREA NORTE

PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 1  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 2  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 3  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 4  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 6  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 7  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN- 8  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-11  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-12  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-13  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-14  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-22  
 PERFÍL DE DESCRIÇÃO DE POÇO - AN-23

SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA - A-A'  
 SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA - B-B'  
 SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA - C-C'  
 SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA - D-D'

#### SEÇÕES RADIOGEOLÓGICAS:

IT- 1	IT-15	IT-29	IL- 3	IAx- 1
IT- 2	IT-16	IT-30	IL- 4	IAx- 2
IT- 3	IT-17	IT-31	IL- 5	IAx- 3
IT- 4	IT-18	IT-32	IL- 5A	IAx- 4
IT- 5	IT-19	IT-33	IL- 6	IAx- 5
IT- 6	IT-20	IT-34	IL- 7	IAx- 6
IT- 7	IT-21	* IT-35	IL- 8	IAx- 7
IT- 8	IT-22	IT-36	IL- 8A	IAx- 8
IT- 9	IT-23	IT-37	IL- 9	IAx- 9
IT-10	IT-24	IT-38	IL-10	IAx-10
IT-11	IT-25	IT-39	IL-11	IAx-11
IT-12	IT-26	IT-40	IL-12	IAx-12
IT-13	IT-27	IL- 1	IL-13	
IT-14	IT-28	IL- 2	IL-14	

\* Não foi executado

NUCLEBRÁS  
EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

C - MAPAS

I - MAPA DE PROPOSIÇÃO DE SONDAGENS PARA CARVÃO

1 FOLHA - 1:50.000

II - MAPA FACIOLÓGICO - 1:10.000

- 29 FOLHAS NºS. 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,  
16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, -  
28, 29, 30, 31, 32, 33, 34.

III - MAPA DE SEÇÕES E AFLORAMENTOS 1:10.000

- 29 FOLHAS NºS. 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,  
16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, -  
28, 29, 30, 31, 32, 33, 34.

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

## ÍNDICE

### RESUMO

#### 1. INTRODUÇÃO

- 1.1. HISTÓRICO E TRABALHOS ANTERIORES
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA
  - 1.3.1. LOCALIZAÇÃO
  - 1.3.2. ACESSO
  - 1.3.3. CLIMA
  - 1.3.4. SOLO E VEGETAÇÃO
  - 1.3.5. RELEVO E DRENAGENS
  - 1.3.6. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

#### 2. ATIVIDADES E MÉTODOS DE TRABALHO

- 2.1. MAPA BASE E FOTOINTERPRETAÇÃO
- 2.2. SEÇÕES RADIOGEOLÓGICAS
- 2.3. EXECUÇÃO DE POÇOS
- 2.4. ANÁLISES PETROGRÁFICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS
  - 2.4.1. ANÁLISES PETROGRÁFICAS
  - 2.4.2. ANÁLISES QUÍMICAS
  - 2.4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS
- 2.5. ESTUDOS PALINOLÓGICOS
- 2.6. INTERPRETAÇÃO DE FUROS DE SONDAGENS
- 2.7. SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS
- 2.8. SEMANA DE ESTUDOS E VISITAS
- 2.9. MAPA GEOLÓGICO - FACIOLÓGICO

#### 3. DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO - TABELA

#### 4. GEOLOGIA

- 4.1. GEOLOGIA REGIONAL
  - 4.1.1. O EMBASAMENTO
  - 4.1.2. GRUPO PARANÁ
  - 4.1.3. GONDWANA
    - 4.1.3.1. GRUPO ITARARÉ
      - 4.1.3.1.1. FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE
      - 4.1.3.1.2. FORMAÇÃO AQUIDAUANA

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

- 4.1.3.1.3.                   FORMAÇÃO MAFRA
- 4.1.3.1.4.                   FORMAÇÃO RIO DO SUL
- 4.1.3.2.                   GRUPO GUATÁ
- 4.1.3.2.1.                  FORMAÇÃO RIO BONITO
- 4.1.3.2.1.1.               MEMBRO TRIUNFO
- 4.1.3.3.1.2.               MEMBRO PARAGUAÇU
- 4.1.3.2.1.3.               MEMBRO SIDERÓPOLIS
- 4.1.3.2.2.                  FORMAÇÃO PALERMO
- 4.1.3.3.                   GRUPO PASSA DOIS
- 4.1.3.3.1.                  FORMAÇÃO IRATI
- 4.1.4.                   GEOLOGIA ESTRUTURAL
- 4.2.                   GEOLOGIA DA ÁREA
- 4.2.1.                   CONSIDERAÇÕES GERAIS
- 4.2.2.                   FORMAÇÃO RIO DO SUL - FOLHELHO PASSINHO
- 4.2.3.                   MEMBRO TRIUNFO - 2º CICLO
- 4.2.4.                   MEMBRO TRIUNFO - 3º CICLO
- 4.2.5.                   MEMBRO TRIUNFO - 4º CICLO
- 4.2.6.                   MEMBRO PARAGUAÇU
- 4.2.7.                   GEOLOGIA ESTRUTURAL
- 4.2.8.                   ESQUEMA EVOLUTIVO
  
- 5.                   CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS
- 5.1.                   CARVÃO
- 5.2.                   URÂNIO
- 5.3.                   ELEMENTOS ASSOCIADOS
  
- 6.                   CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
  
- 7.                   BIBLIOGRAFIA
  
- ILUSTRAÇÕES - FOTOGRAFIAS

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

### RESUMO

O presente relatório tem por finalidade mostrar os resultados obtidos numa campanha de mapeamento faciológico 1:10.000 empreendida entre outubro de 1980 e julho de 1981, através de um Convênio entre a Mineropar e a Nuclebrás objetivando a prospecção conjunta de carvão e urânio.

O mapeamento envolvendo cerca de 815 km<sup>2</sup> foi realizado nas proximidades de Irati, englobando as cidades de Teixeira Soares e Imbituva-PR, numa faixa de afloramentos do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. Para a caracterização da facilogia desta unidade litoestratigráfica foram levantadas 67 seções geológicas e realizados estudos petrográficos e palinológicos.

Três ciclos de sedimentação ficaram bem definidos em superfície, tendo ainda sido identificado um outro em sub-superfície a saber:

1º ciclo - planície de maré - somente sub-superfície.

2º ciclo - progradação de distributários deltáicos - superfície.

3º ciclo - transgressivo - superfície

4º ciclo - transgressivo - superfície

Como resultado estão sendo apresentadas as folhas mapeadas, as seções levantadas e descrição detalhada de cada unidade com esboço de paleogeografia, além de considerações sobre as possibilidades econômicas no que tange o urânio e o carvão.

### 1. INTRODUÇÃO

O Projeto Irati criado através da Ordem de Serviço nº 01/80, relativa ao Convênio nº 03/80/011 firmado entre a Mineraiis do Paraná S.A. - MINEROPAR e as Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRÁS, objetivou a prospecção de carvão, urânio e elementos associados, através de mapeamento faciológico do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, esca

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

la 1:10.000 numa área de 815 km<sup>2</sup>, posicionada nas folhas topográficas do Serviço Geográfico do Exército escala 1:50.000 de Irati, Teixeira Soares, Imbituva e Uvaia no Estado do Paraná.

Tal prospecção desenvolvida dentro de uma sistemática própria condizente com os elementos da unidade litofaciológica mapeada permite reconhecer as principais fácies sedimentares caracterizadas por peculiaridades litológicas, paleontológicas e geométricas que relacionadas ao ambiente de posicional facilitam o conhecimento das condições em que a sedimentação se realizou definindo-se o modelo deposicional da área estudada, além de delimitar zonas potencialmente favoráveis à geração de sedimentos carbonosos e possíveis à concentração de urânio e elementos associados.

Com o presente trabalho procura-se parâmetros capazes de suportar investigações em sub-superfície, através de uma campanha de sondagens esperando-se encontrar maiores espessuras das camadas de carvão, já que as mesmas apresentam, boa continuidade lateral distribuídas em dois níveis, formados em tempos diferentes.

Os trabalhos foram desenvolvidos no período de 01 de outubro de 1980 a 25 de julho de 1981 pelo seguinte quadro de técnicos da Nuclebrás.

### GEÓLOGOS:

Roberto Ferreira Daemon - Coordenador  
Adão de Souza Cruz - Responsável  
João Tadeu Nagalli  
Johannes Hinrich Stein  
José Otávio Cardoso Consoni  
Marcus H. Waring Di Valderano

### TÉCNICOS DE MINERAÇÃO:

Francisco de Assis Alves  
\* Francisco Jorge Vicente  
\*\* Haroldo Nascimento  
\*\*\* José Severino de Lima

\* Desligado em 10.11.80

\*\* Incorporado em 25.02.81

\*\*\* Incorporado em 04.12.80

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

## 1.1. HISTÓRICO E TRABALHOS ANTERIORES

No início da década de 40, durante a segunda Guerra Mundial, a área de Irati foi alvo de pesquisas para carvão. Este fato prendeu-se às necessidades prementes de combustíveis fósseis naquela época. Não se conhece na literatura geológica, trabalhos que dizem respeito a estas pesquisas, porém além de informações verbais colhidas no campo, reconhece-se tais atividades pela constatação de inúmeras galerias prospectórias de pequeno porte abandonadas, localizadas através de reconhecimentos geológicos e na execução de seções como IT-1 (ASC 26), IAX-3 (JTN 7), IAX 4 (ASC 45 e 47), além de várias outras.

Trabalhos da Petrobrás (1971) objetivando detectar áreas favoráveis à geração e acumulação de hidrocarbonetos, estudaram as variações faciológicas (semi-detálhe) da Formação Rio Bonito, ao sul do Arco de Ponta Grossa, delimitando ambientes de sedimentação pertencentes ao Membro Triunfo contendo sedimentos carbonosos e níveis de carvão.

Como suporte, os projetos da Petrobrás-DESUL, basearam-se em trabalhos de âmbito regional destacando-se entre outros, aqueles de White (1908), Gordon Junior (1947), Sanford e Lange (1960), Ramos e Medeiros (1965) Medeiros e Tomaz Filho (1968), etc.

Campanhas específicas para carvão foram realizadas pelo Convênio DNPM/CPRM, no período de 1973/75 em toda a Bacia do Paraná. Naquela oportunidade foi selecionada a faixa aflorante do Membro Triunfo compreendida entre as localidades de São João do Triunfo e a Mina do Cedro, denominada naquela ocasião de "Área de Imbituva" como prioridade nº 1 para dar continuidade as atividades de campo ao Projeto Carvão.

Originado a partir do Projeto Aerocintilométrico e Aeromagnetométrico de Ponta Grossa - Criciúma (1972), o Projeto Ponta Grossa realizado pela CNEN/CPRM (1973) procedeu a verificação geológica e radiométrica de 29 anomalias aéreas selecionadas no Estado do Paraná. Na área do presente estudo localizam-se 05 destas anomalias ligadas às diferentes litologias do Grupo Itararé e topo da Formação Rio Bonito, porém sem maiores expressões.

Em 1978 a NUCLAN realizou na área de Irati/Im

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

bituva um reconhecimento radiogeológico com posterior campanha de sondagens num total de 17 furos perfazendo 3.000m aproximadamente. Os resultados analíticos obtidos nesta campanha não ultrapassaram a 240 ppm de  $U_3O_8$  em sub-superfície, estando os maiores valores posicionados em sedimentos carbonosos e /ou carvões do Membro Triunfo.

A presente fase, faz parte de um programa de desenvolvimento de pesquisa de Minerais Energéticos realizada pelo Governo Federal, através do Convênio SG/MME 25/80 combinado com o Convênio 03/80/011 e a Ordem de Serviço nº01/80 de 01.10.80 - Mineropar/Nuclebrás.

## 1.2. OBJETIVOS

Trabalhos anteriores realizados na área pela Petrobrás, CNEN, CPRM e NUCLAM indicam esta região como favorável a presença de concentrações uraníferas associadas a níveis de carvão e/ou carbonosos.

A Petrobrás efetuou mapeamento geológico em escala 1:50.000, quando então ficaram bem delineados em mapas os contornos da Formação Rio Bonito, porém sem o devido detalhe requerido para o bom conhecimento do Membro Triunfo.

Resultados obtidos em mapeamentos faciológicos realizados pela Nuclebrás nas regiões de São João do Triunfo e São Mateus do Sul, demonstraram uma sistemática eficaz, podendo ser empregada em trabalhos em áreas semelhantes, sobretudo endereçados à prospecção de urânio, carvão e bens minerais associados.

Deste modo o Projeto Irati objetiva uma delimitação em detalhe do Membro Triunfo, procurando individualizar fases de sedimentação de ambiência definida através da subdivisão em ciclos de sedimentação e de suas fácies sedimentares dando enfoque a seleção de horizontes e/ou zonas com ocorrências de carvão mineral e concentrações uraníferas, podendo delimitar áreas para posteriores campanhas em sub-superfície.

## 1.3. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

### 1.3.1. LOCALIZAÇÃO

A superfície mapeada é de 828 km<sup>2</sup> que resume-se à porção aflorante do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito e conseqüentemente o topo da Formação Rio do Sul - Grupo Itararé e base do Membro Paraguaçu - Formação Rio Bonito.

A área do Projeto Irati está limitada, por um polígono de 32 vértices englobado pelas seguintes coordenadas UTM (Fig. 1).

Vértice	Norte	Leste
A	7 217 000	532 000
B	7 217 000	564 000
C	7 175 000	572 000
D	7 175 000	540 000

O principal centro populacional da área é o município localizado na zona fisiográfica de Irati, numa das onze em que o Estado do Paraná se divide. A cidade de Irati tem como coordenadas geográficas 25°27'56" de latitude sul e 50°37'51" de longitude W.GR. Distã em linha reta de Curitiba 137 quilômetros na direção 88°21'W. Situa-se entre os municípios de Imbituva, Prudentópolis, Rio Azul, Rebouças, Inácio Martins e Teixeira Soares.

### 1.3.2. ACESSO

As principais vias de acesso à área são constituídas pelas BR 277, ao sul, que liga Curitiba e Irati num percurso de 150 km e a BR 373, ao norte, que liga Ponta Grossa a Guarapuava, passando nas proximidades de Imbituva.

Rodovias estaduais, não pavimentadas, divergem das principais ligando cidades, tais como: Irati, Teixeira Soares, Imbituva, Rebouças, São Mateus do Sul, São João do Triunfo, etc.

Além destas, outras estradas menores constituem um verdadeiro labirinto de pequeno acesso o que muito facilita o deslocamento na área por meio de veículos.

Na figura 01 é mostrada a acessibilidade existente na área. Além do transporte particular, Irati é servida

# PROJETO IRATI

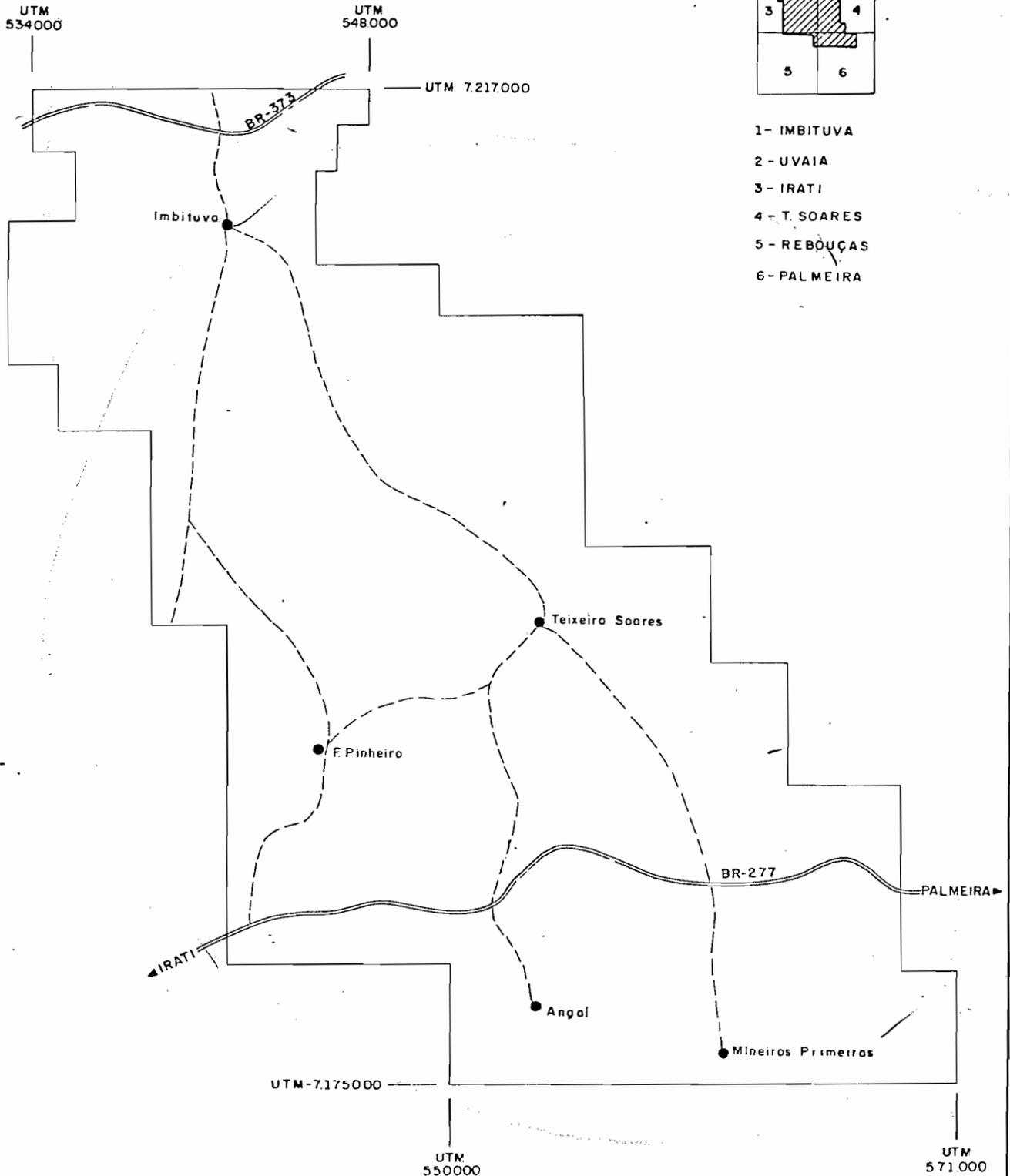
## MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Área Total - 828 km<sup>2</sup>

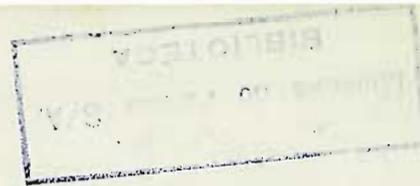
FOLHAS SGE

1	2
3	4
5	6

- 1- IMBITUVA
- 2- UVAIA
- 3- IRATI
- 4- T. SOARES
- 5- REBOUÇAS
- 6- PALMEIRA



0 ————— 5 km  
ESCALA 1:250000



pela RFFSA, que liga Ponta Grossa e Guarapuava e por constantes linhas de ônibus interligando-se com Foz do Iguaçu, São Paulo, Curitiba e cidades vizinhas.

Irati possui aeroporto com pista de 1500 m de extensão, em boas condições, recebendo com facilidades aviões de médio porte.

### 1.3.3. CLIMA

Os dados referendados são da Carta Climática do Estado do Paraná de 1978, traçada por Godoy e Correa (1974), baseados na Classificação Climática segundo Köppen. De acordo com estes autores verificam-se os seguintes valores para a área em questão:

Isotermas Anuais mostram índice pluviométrico de 1500 a 1600mm  
Trimestre mais chuvoso - Dezembro, Janeiro e Fevereiro (verão), 400 a 450 mm.

Trimestre menos chuvoso - Junho, Julho e Agosto (inverno), 300 a 350 mm.

Isotermas anuais mostram - temperaturas variando num intervalo de 15°C a 18°C.

Média do mês mais quente - Fevereiro 20°C a 21°C.

Média do mês mais frio - Julho 12°C a 13°C.

A umidade relativa do ar anual está entre 80 a 85%, não existindo na área deficiência hídrica.

De acordo com as Cartas Climáticas consultadas, a área do Projeto se enquadra segundo Köppen num clima tipo-Cfb, com mês mais quente com temperaturas 22°C e mês frio com temperaturas 18°C.

Trata-se portanto de clima temperado a subtropical úmido, mesotérmico, verões frescos, geadas severas demorado frequentes sem estação seca.

### 1.3.4. SOLO E VEGETAÇÃO

A região em estudo é constituída no mínimo de 9 (nove) tipos de solos, quando feita a separação ao nível de

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

grande grupo.

Segundo o Projeto de Fruticultura para a região de Irati, sobressaem-se os seguintes tipos:

a) Podzólico vermelho amarelo-variedade, Piracicaba. São solos de muito boas possibilidades.

b) Podzólico vermelho amarelo-variedade, Piracicaba. Integrando Litossol fase substrato folhelho.

São solos que oferecem boas qualidade para agricultura:

c) Brunizem - São solos bons, defeito mais grave é o relevo.

d) Latossol vermelho escuro - fase arenosa.

Apresentam boas possibilidades para o desenvolvimento da agricultura.

A vegetação dominante é a floresta úmida e sub-úmida subtropical.

A Araucária augustilófia, a erva mate (Ilex) e a Imbuia, são árvores características da região.

A isto some-se os vários reflorestamentos principalmente com pinheiros dos tipos Araucária e Pinus.

## 1.3.5. RELEVO E DRENAGENS

Segundo Maack (1968), o Paraná está dividido em cinco grandes regiões de paisagens naturais.

1. Litoral

2. Serra do Mar

3. Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba

4. Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa.

5. Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava.

De especial interesse é o Segundo Planalto (de Ponta Grossa) onde se localiza a área de Projeto.

A escarpa da Formação Furnas que forma a borda deste planalto açunha ao sul do Rio Iguaçu, quando desaparece, sendo assinalada aqui apenas por mesetas isoladas e pequenos platos do Grupo Itararé, também bastante característicos em parte da região em estudo.

Assim o Segundo Planalto apresenta um relevo - suave ondulado, constituído por sedimentos paleozóicos, confi

guração esta que persiste na área estudada.

No que tange a drenagem cabe mencionar que os rios do Estado do Paraná pertencem a duas bacias principais: a do Rio Paraná e a do Atlântico.

Em particular para a área do Projeto Irati é de interesse a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná onde correm os rios Tibagi, Ivaí e Iguaçu. Os principais coletores da área em estudo são os rios Ivaí ao Norte e Iguaçu ao Sul e seus afluentes.

A partir destes rios, a área apresenta uma rede de drenagens densa de cursos de água, o que em muito facilita a programação de seções de superfície, bem como uma possível campanha de sondagem.

### 1.3.6. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Os principais núcleos populacionais da área são tão representados por ordem decrescente, pelas cidades de Irati, Imbituva e Teixeira Soares, estando a sede do Projeto situada em Irati, a qual será objeto do relato a seguir.

O Município de Irati consta de uma população de 42.654 habitantes (1980). A distribuição demográfica mostra que 22.278 habitantes vivem na zona urbana e 20.376 na zona rural.

O principal núcleo populacional da área do Projeto Irati é servida por água potável, luz elétrica e serviços de telecomunicações.

As atividades econômicas do município baseiam-se segundo sua importância: em Agricultura - Indústria - Comércio e Pecuária.

A agricultura destaca-se com o cultivo de soja, trigo, cevada, batata, feijão, milho e cebola.

A principal atividade industrial da região é representada pelas indústrias madeireiras.

O comércio é dinâmico, bem desenvolvido, operando inclusive com importação e exportação.

A pecuária distingue-se pela criação de bovinos, suínos, ovinos, equinos, caprinos; destacando-se em primeiro lugar os bovinos leiteiros.

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

No que concerne à Assistência Social, Irati  
apresenta: (1980).

- Hospitais	02
- Médicos	14
- Dentistas	18
- Escolas (1º e 2º grau)	85
- Escola Superior	01

A infra-estrutura local dispõe de: (alguns dados são atuais, outros são de 1977).

- Bancos	05
- Supermercados e mercearias	13
- Farmácias	09
- Casas de ferragens	05
- Livrarias	02
- Armazéns	140
- Hotéis	10
- Bares	100
- Indústrias	90
- Cinemas/Teatros	01
- Igrejas	23
- Clubes recreativos e esportivos	06
- Estação de Rádio	02
- Bibliotecas	08
- Jornal	02
- Ag. ECT	01
- Posto de gasolina	10
- Restaurantes	06
- Atacadistas secos e molhados	30

## 2. ATIVIDADES E MÉTODOS DE TRABALHO

Os trabalhos de mapeamento fisiológico realizados pela Nuclebrás, demonstraram o emprego de uma sistemática eficiente, podendo ser utilizada em programas de prospecção - semelhantes e em áreas de mesma ambiência, sem alterar esta metodologia.

Paralelamente empregam-se também de apoio (la-

boratórios), julgados de primordial importância para um bom desenvolvimento e máximo aproveitamento dos dados coletados - no campo.

No período de outubro de 1980 a julho de 1981, realizou-se o mapeamento faciológico do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito numa área de 828 km<sup>2</sup>, sendo para tanto necessário o desenvolvimento das seguintes atividades:

- Mapa base e fotointerpretação
- Seções radiogeológicas
- Execução de Poços
- Análises petrográficas, químicas e físico-químicas
- Estudos palinológicos
- Interpretação de furos de sondagens
- Seções estratigráficas
- Semana de estudos e visitas
- Mapa geológico - faciológico

### 2.1. MAPA-BASE E FOTOINTERPRETAÇÃO

Nos primeiros meses das atividades do Projeto tornou-se mister a elaboração de um mapa base a partir de fotointerpretação, na escala 1:25.000 devido a inexistência, até então de uma base cartográfica em escala compatível com o nível de detalhamento da fase, ou seja 1:10.000.

Na confecção deste mapa base foram empregadas fotos aéreas da AEROSUL-Projeto Paranã 1980, na escala ..... 1:25.000.

Este mapa base planimétrico envolvendo uma superfície de aproximadamente 280 km<sup>2</sup> onde foram traçados basicamente toda a hidrografia, a rede de estradas e caminhos, os acidentes fisiográficos e os possíveis alinhamentos tectônicos-estruturais, serviu preliminarmente para o planejamento das seções radiogeológicas, para a plotação dos dados levantados no campo além de anomalias radiométricas e ocorrências de carvão. Posteriormente de posse dos dados de campo foram traçados os contatos entre os ciclos de sedimentação e as feições estruturais.

Além do mapa os trabalhos de foto-interpretção

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

constituíram-se num subsídio importante durante todo o desenvolvimento das atividades de campo, servindo para o planejamento das seções, para uma perfeita orientação no terreno, para a plotação e rebatimento dos pontos levantados, e no traçado das estruturas quando da confecção do mapa faciológico final.

### 2.2. SEÇÕES RADIOGEOLÓGICAS

Àtravés de reconhecimento faciológico da área, estabeleceu-se a faixa aflorante dos limites litoestratigráficos da unidade a ser mapeada, ou seja, o Membro Triunfo e conseqüentemente o topo do Grupo Itararé e a base do Membro Paraguaçu da Formação Rio Bonito.

Dentro da metodologia empregada faz-se necessário o estudo sistemático das variações faciológicas da área, por meio de seções geológicas.

Foram programadas e executadas 67 seções, distribuídas em 39 normais a direção das camadas (Seções IT=Irati transversal), 16 longitudinais (Seções IL e 12 auxiliares (Seções IAx).

O rebatimento dos pontos levantados são efetuados no sentido do percurso de campo sendo que aquelas em "L" são projetadas na direção das camadas (N30W) e as seções em "T", na direção do mergulho.

Entre todas as seções realizadas, apenas três foram executadas em estradas, com auxílio de Prancheta Wild RK1, as demais foram desenvolvidas em drenagens.

No levantamento dessas últimas são empregados altímetros Paulin e seus valores corrigidos com um aparelho de estação fixa e cota conhecida com leituras a cada 15 minutos. As altitudes definidas para estas estações são transportadas a partir de "RN" conhecido e contido nas folhas topográficas do SGE 1:50.000 e das Estações da RFFSA de Teixeira Soares e Irati.

Na descrição de cada afloramento, além do estudo clássico de sedimentologia e tomada de altimetria são ainda feitas leituras radiométricas e coleta de amostras.

### 2.3. EXECUÇÃO DE POÇOS

Incluindo na programação de amostragem de anomalias radiométricas e ocorrências de carvão, procedeu-se a abertura de 13 poços rasos nas anomalias de números: 1, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14 e 22 e ocorrências números: 1 e 4 (AN 2 e 23) totalizando 25,39 m<sup>3</sup> de material rochoso removido.

As amostras de canal coletadas foram enviadas para análises químicas de 12 elementos e análises físico-químicas de carvão. Comentários a respeito, são traçados nos respectivos itens subsequentes.

### 2.4. ANÁLISES PETROGRÁFICAS, QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

A instalação de um laboratório de campo na sede do Projeto em Irati, equipado com serra a diamante, microscópios petrográficos, lupas binoculares, reagentes químicos e material convencional de laboratório, permitiram a preparação de amostras para estudos petrográficos básicos, confecção de lâminas para estudos palinológicos e análises químicas qualitativas de Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cu e Pb.

#### 2.4.1. ANÁLISES PETROGRÁFICAS

Os estudos petrográficos-sedimentológicos efetuados nas amostras coletadas quando do levantamento das seções radiogeológicas foram realizados no laboratório de Irati pela equipe do Projeto.

Das 477 amostras coletadas durante a fase de campo, foram analisadas 275 amostras ou seja, 58% das coletadas, tanto a vista desarmada como também sob lupa binocular de acordo com as técnicas clássicas da sedimentologia quando eram examinadas, a cor, granulometria, seleção, arredondamento, esfericidade, maturidade, composição mineralógica, estruturas sedimentares, dentre outros, permitindo assim a classificação do sedimento.

A maior parte das amostras foram analisadas com

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

o auxílio de oculares com retículo graduado, sob aumentos variando de 12,5 a 100 vezes, o que possibilitou a separação granulométrica dos grãos num grau de confiabilidade bom, assim - também, a identificação da composição mineralógica dos mesmos e suas características físicas. Esses estudos foram feitos inicialmente em amostras inteiras e posteriormente desagregadas e lavadas no laboratório com a separação da fração argilosa.

## 2.4.2. ANÁLISES QUÍMICAS

No laboratório de campo foram feitas análises qualitativas ("Spot tests") com o objetivo de determinar a presença de Ca,  $P_2O_5$ , Cu e Pb, em algumas dezenas de amostras que posteriormente foram encaminhadas para análises mais acuradas em laboratório especializado.

Para análises químicas quantitativas foram coletadas em poços rasos e segundo a instrução de serviço nº10/79 - Nuclebrás, e enviadas ao CDTN-Nuclebrás-Rio de Janeiro, 75 amostras para determinações de 12 elementos, sendo  $U_3O_8$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MOO_3$ , S,  $As_2O_3$  por Raio X,  $V_2O_5$ ,  $SeO_2$ , Cu, Zn, Ge, Ba, por Absorção Atômica e C por Via Úmida. Para 4 destas amostras foram ainda requeridas determinações do Equivalente Gamaespectrométrico, totalizando assim 904 determinações químicas solicitadas.

## 2.4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para análises físico-químicas e petrográficas de carvão foram coletadas 3 amostras em duplicatas, do tipo canal contínuo e remetidas para o Instituto de Tecnologia do Paraná e para o Laboratório do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG-UFRGS.

## 2.5. ESTUDOS PALINOLÓGICOS

Objetivando estudos geocronológicos foram feitas análises palinológicas através de estudo ótico da matéria

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

orgânica. A preparação do material e a confecção de lâminas - para estudos em luz transmitida foram realizadas pela própria equipe no laboratório instalado na sede do Projeto Irati.

Trabalhos mais detalhados para amostras de carvão foram efetuados pelo laboratório de Palinologia de Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da UFRGS. (Em anexo).

Em virtude do estado de preservação do material esporopolínico contido nas amostras de carvão analisadas, o estudo palinológico realizado pela UFRGS, constou somente da análise qualitativa a nível genérico.

Em função de seu conteúdo palinológico tais resultados revelaram que as amostras analisadas pertencem a níveis distintos, no caso em questão ao 2º e 4º ciclos de sedimentação do Membro Triunfo.

Os carvões do 2º ciclo mostram uma deposição essencialmente autóctone, ao passo que naqueles do 4º ciclo observa-se que ocorreu um certo transporte e conseqüentemente uma provável aloctonia, implicando portanto em mudanças no aporte de material e/ou no ambiente de deposição.

### 2.6. INTERPRETAÇÃO DE FUROS DE SONDAgens

Todos os furos de sondagens geológicas realizados pela CPRM nos anos 1973/74 e pela NUCLAM no ano de 1978, localizados dentro ou nas proximidades da área do Projeto, foram plotados na Base Topográfica 1:50.000 (Folhas: Imbituva, Teixeira Soares e Irati) e reinterpretados de acordo com os novos conhecimentos advindos do mapeamento faciológico ..... 1:10.000.

Através da análise detalhada dos perfis litológicos e geofísicos (SP-R-8), de 25 furos realizados em malha aberta, obteve-se valiosas informações sobre a continuidade - do Membro Triunfo para dentro da Bacia, sob a cobertura do Membro Paraguaçu. Identificaram-se claramente os ciclos de sedimentação observados em superfície e através de correlações foi possível elaborar quatro seções estratigráficas.

## 2.7. SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Para a análise estratigráfica foram elaboradas quatro seções de âmbito regional abrangendo a área total do Projeto. Dessas, três são de direção SW.NE, ou seja:

A-A' - Imbituva

B-B' - Teixeira Soares

C-C' - BR 277 - Sul

e a outra de direção NW-SE, denominada D-D' que corta perpendicularmente as três seções citadas acima. (Vide mapa de situação das seções, escala 1:250.000 a seguir e as quatro seções em anexo).

As escalas apropriadas para a apresentação final são: vertical = 1:250 e horizontal = 1:25.000. Estas seções regionais englobam as projeções da maior parte das seções geológicas levantadas no campo, incluindo a reinterpretação dos furos de sondagens da CPRM e NUCLAM.

Assim, obteve-se uma visão regional do comportamento da estratigrafia, principalmente das variações laterais e faciológicas da área estudada. Adotou-se como datum a base do Membro Paraguaçu.

## 2.8. SEMANA DE ESTUDOS E VISITAS

No período de 06 a 11 de abril de 1981 foi promovida uma semana de estudos na sede do Projeto Irati, reunindo 18 técnicos de ambos Projetos (Irati e Harmonia) contando ainda com a presença de 02 geólogos da MINEROPAR que acompanharam os trabalhos de campo da NUCLEBRÁS.

O objetivo dessa reunião foi possibilitar o necessário intercâmbio de informações geológicas entre as duas equipes, no sentido de aperfeiçoar as observações de campo, a metodologia de trabalho e aumentar o nível de conhecimento do Membro Triunfo no Estado do Paraná.

Cumpriu-se o seguinte programa:

Dia 06: R.F. Daemon - Abertura

A. Souza Cruz - Projeto Irati

J.T. Nagalli - Fotogeologia

# MAPA DA ÁREA DO PROJETO IRATI

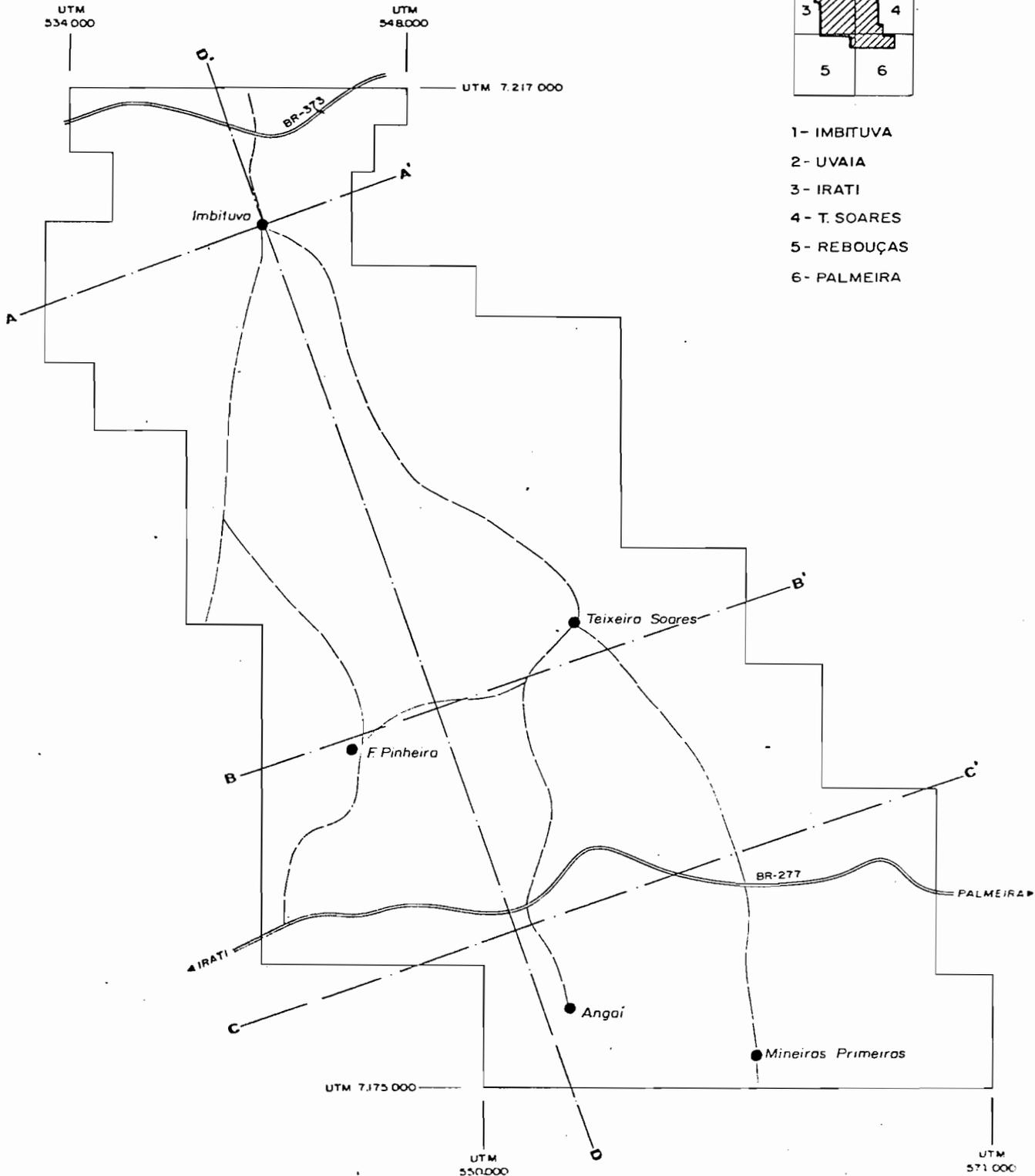
## SITUAÇÃO DAS SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Área Total - 828 km<sup>2</sup>

FOLHAS SGE

1	2
3	4
5	6

- 1- IMBITUVA
- 2- UVAIA
- 3- IRATI
- 4- T. SOARES
- 5- REBOUÇAS
- 6- PALMEIRA



0 5 km  
ESCALA 1:250 000

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

M.H. Waring - Laboratório

Dia 07: Excursão a área de São João do Triunfo  
Visita a Seção L-4 (A.Souza Cruz)

Dia 08: Excursão a seção IT-1 e IAx-4  
(A.Souza Cruz, J.T. Nagalli e J.O.C. Consoni).

Dia 09: Excursão a seção IT-2 (A.Souza Cruz)  
IAx-6 (J.T. Nagalli e IL-8 (J.H. Stein).

Dia 10: Excursão nas BR 373 e 277 entre Imbituva e Guarapuava.  
Coluna Geológica da Bacia do Paraná.

Dia 11: Encerramento: balanço e discussões técnicas.

Durante essa semana obteve-se importantes resultados como a integração das equipes, uniformização da linguagem geológica, reciclagem dos conhecimentos, organização para futuras palestras e discussões técnicas em grupo.

Ficaram definidas de acordo com os novos conhecimentos, as divisões dos ciclos de sedimentação (colunas padrão), as mudanças faciológicas regionais e a sua apresentação em mapas e seções; discutidas as linhas de tempo; correlacionadas as áreas de Irati, Harmonia, São João do Triunfo e São Mateus do Sul em termos estratigráficos e tectônicos e discutidas as possibilidades econômicas para urânio e carvão da unidade litoestratigráfica mapeada.

Nos dias 1 e 2 de junho de 1981 houve uma reunião de cunho técnico entre geólogos da Nuclebrás e Mineropar na sede da Mineropar em Curitiba a pedido da Diretoria desta última. Nessa oportunidade, os responsáveis pelos Projetos Irati e Harmonia, apresentaram os principais resultados obtidos, decisivos para futuros investimentos na prospecção e pesquisa de carvão e urânio nas áreas selecionadas pelo mapeamento faciológico.

### 2.9. MAPA GEOLÓGICO - FACIOLÓGICO

O traçado das 29 folhas mapeadas envolvendo

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

uma área de 828 km<sup>2</sup>, foi baseada essencialmente nas informações de campo obtidas através do levantamento das seções geológicas e reconhecimentos no terreno para a demarcação ou confirmação de contatos, falhas, diques, etc e auxiliado por fotografias aéreas.

No mapa geológico acham-se representados os ciclos de sedimentação com os respectivos ambientes, feições estruturais, ocorrências de carvão, anomalias radiométricas, furos de sondagens anteriormente realizados e poços rasos amostrados.

Para este traçado foi admitido a direção e mergulho regional N30°W, 1°SW constatados durante a execução das seções levantadas à prancheta. Variações locais dos mergulhos acham-se também representadas.

Além do conjunto de folhas onde está desenhada a geologia, apresenta-se em anexo um outro jogo de folhas contendo os afloramentos descritos, as seções levantadas, os furos de sondagens, os poços rasos, as anomalias radiométricas e as ocorrências de carvão.

Distorções provocadas pelo método de traçado dos mapas restituídos (AEROSUL S/A), produziu diferenças entre a forma real no relêvo e a disposição das curvas topográficas, principalmente nas cabeceiras de drenagens, onde foram levantadas a maioria das seções, obrigando assim, a um procedimento compatível durante o traçado dos contatos entre unidades distintas.

Deste modo no mapa de seções e afloramentos acham-se representados os pontos em sua posição real na área, não se levando em consideração a cota do mapa restituído no qual estes pontos foram lançados.

No mapa geológico, devido a distribuição distorcida das curvas topográficas, não foi possível guardar a posição dos afloramentos, uma vez que isto acarretaria em erros nas espessuras das unidades mapeadas.

Assim levou-se em conta somente as cotas e as espessuras, provocando um deslocamento dos contatos em relação aos respectivos afloramentos.

**3. DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO (Vide Anexo)**

**4. GEOLOGIA**

**4.1. GEOLOGIA REGIONAL**

A coluna estratigráfica apresentada a seguir, resume as principais unidades crono-litoestratigráficas encontradas nos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, segundo Mülhmann et alli (1974), nomenclatura esta adotada no presente relato.

**4.1.1. O EMBASAMENTO**

Nas fraldas da Serra do Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa afloram rochas do Pré Cambriano Superior, Grupo Açungui representadas por filitos e xistos da Formação Votuverava.

**4.1.2. GRUPO PARANÁ**

Formando a escarpa do Segundo Planalto aparece a Formação Furnas, constituída por arenitos esbranquiçados, médios a grosseiros, regularmente selecionados. Secundariamente, aparecem arenitos conglomeráticos e finos, além de siltitos argilosos. A principal estrutura dos arenitos é a estratificação cruzada acanalada.

A espessura desta formação não ultrapassa 200 metros.

**4.1.3. GONDWANA**

A preponderância de evidências modernas indicam que os continentes atuais são fragmentos de uma antiga massa continental, que foi separada por um deslocamento provocado pela expansão do fundo dos oceanos.

# CONVÊNIO MINEROPAR/NUCLEBRÁS

## PROJETO IRATI MAPEAMENTO GEOLÓGICO

### 3. DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	TOTAL
Fotointerpretação	km <sup>2</sup>	828
Seções Radiológicas	nº	67
Topografia Auxiliar	km	144,15
Afloramentos Descritos	nº	784
Escavações	m <sup>3</sup>	25,39
Amostras para Análises Químicas	nº	75
Determinações Solicitadas	nº	904
Determinações Recebidas	nº	0
Amostras para Petr. mineralógica	nº	477
Amostras para Estudo de Mat.Orgânica	nº	33
Amostras para Petr. de Carvão	nº	03
Amostras para Estudo Físico-Químico Carvão	nº	03
Mapa base fotogeológico	km <sup>2</sup>	300
Mapa faciológico - Esc. 1:10.000	km <sup>2</sup>	828
Ocorrências de Carvão cadastradas	nº	44
Anomalias Radiométricas detectadas	nº	23

# COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ

CRONOESTRAT.		LITOESTRATIGRAFIA							
		PARANÁ/STA. CATARINA		SÃO PAULO					
QUATERNÁRIO	TERCIÁRIO	GRUPO S BENTO			FM RIO CLARO				
JURO-CRETÁCEO		GRUPO S BENTO	FM BAURU		FM BAURU				
			FM CAIUÁ		FM CAIUÁ				
			FM. SERRA GERAL		FM SERRA GERAL				
			FM. BOTUCATU		FM BOTUCATU				
TRIÁSSICO		GRUPO PASSA DOIS	FM. PIRAMBÓIA		FM. PIRAMBÓIA				
			FM. R DO RASTO						
PERMIANO		GRUPO PASSA DOIS	Mb MORRO PELADO						
			Mb SERRINHA						
			FM. TERESINA						
			FM. SERRA ALTA						
		FM. IRATI	Mb ASSISTÊNCIA		FM. IRATI	Mb ASSISTÊNCIA			
			Mb TAOUARAL			Mb TAOUARAL			
		SUPER GRUPO TUBARÃO		GR. GUATÁ	FM PALERMO		FM. PALERMO		
					FM. RIO BONITO	Mb. SIDERÓPOLIS		FM. RIO BONITO	Mb PARAGUAÇU
						Mb. PARAGUAÇU			
				Mb. TRIUNFO					
GR. ITARARÉ	FM. RIO DO SUL		GRUPO ITARARÉ						
	FM MAFRA								
CARB. SUP.		GR. PARANÁ	FM. CAMPO DO TENENTE						
			FM. PONTA GROSSA						
DEVONIANO		GR. PARANÁ	FM. PONTA GROSSA						
			FM. FURNAS						
EMBASAMENTO									

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

A massa continental hipotética que ligaria no Neopaleozóico, a África, Índia, América do Sul (principalmente o Brasil), Austrália e a Antártica foi designada como o antigo continente do Gondwana.

No presente trabalho denomina-se de Gondwana a sedimentação que engloba o Paleozóico Superior (Carbonífero Superior/Permiano).

Seguindo em direção à cidade de Irati, Km 166 aproximadamente, aparecem os primeiros sedimentos gondwanicos representados pelo Grupo Itararé.

### 4.1.3.1. GRUPO ITARARÉ

Grupo Itararé, de idade carbonífera superior a permiana média, caracteriza-se pela presença de sedimentos glaciais e é dividido em quatro formações: Campo do Tenente, Aquidauana, Mafra e Rio do Sul.

A espessura máxima é de 1.400m próximo à localidade de Paraguaçu Paulista, no Estado de São Paulo.

No Estado do Paraná a espessura desta unidade litoestratigráfica está entre 600 a 1.000m, diminuindo gradativamente em direção ao sul; quando em superfície apresenta espessuras em torno de 200m nos Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

#### 4.1.3.1.1. FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE

São depósitos que ocorrem na base do Grupo Itararé, caracterizados pela presença de argilitos castanho avermelhados, com laminação paralela e uma certa fissilidade. Estratias glaciais foram observadas na base da formação.

A espessura máxima constatada foi de 200m.

#### 4.1.3.1.2. FORMAÇÃO AQUIDAUANA

Encontra-se fora da área do presente Projeto.

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

## 4.1.3.1.3. FORMAÇÃO MAFRA

Designa a sequência predominantemente arenosa situada na parte média do Grupo Itararé. Predominam na Formação Mafra arenitos esbranquiçados, amarelados e vermelhos, de granulometria fina a grosseira.

Os depósitos da parte basal apresentam características fluviais. As partes média e superior sugerem deposição em condições marinhas. A sua espessura é da ordem de 350m.

## 4.1.3.1.4. FORMAÇÃO RIO DO SUL

São sedimentos essencialmente argilosos que ocorrem na parte superior do Grupo Itararé.

A parte basal da formação constitui-se de folhelhos e argilitos cinza escuro, localmente com aspecto várvido, que se estendem de Santa Catarina ao Paraná. A parte superior da formação constitui-se em diamictitos, folhelhos várvidos, ritmitos, arenitos finos e argilitos.

Os sedimentos da Formação Rio do Sul, no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, representam depósitos essencialmente marinhos. São de importância neste relato os argilitos marinhos da parte superior, dominados aqui informalmente "Folhelho Passinho" que formam o embasamento econômico da área em mapeamento.

## 4.1.3.2. GRUPO GUATÁ

O Grupo Guatá - Permiano Médio a Superior, constitui-se das Formações Rio Bonito e Palermo. A Formação Rio Bonito é de origem deltaica, litorânea e marinha. A Formação Palermo, consiste de siltitos e folhelhos marinhos, frequentemente bioturbados.

### 4.1.3.2.1. FORMAÇÃO RIO BONITO

A Formação Rio Bonito compreende o pacote sedi

mentar depositado sobre o Grupo Itararé constituído de uma seção arenosa basal, uma média essencialmente argilosa e uma superior, areno-argilosa, contendo os principais leitos de carvão explorados na Bacia do Paraná e foi durante muitos anos o principal objetivo da Petrobrás, na procura de óleo nesta bacia.

Encontram-se as maiores espessuras da formação próximo à atual faixa de afloramentos em Santa Catarina e Sul do Paraná.

A espessura máxima observada foi de 269m no poço 1-BN-1-SC (Barra Nova, SC).

A Formação Rio Bonito foi dividida em 3 intervalos, nomeados informalmente de inferior, médio e superior (Medeiros et alli, 1971; Thomaz Fº e Medeiros, 1972). Schneider et alli 1974, formalizaram as denominações como Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, respectivamente, como membros da Formação Rio Bonito.

#### 4.1.3.2.1.1. MEMBRO TRIUNFO

O Membro Triunfo compreende a porção basal da Formação Rio Bonito e constitui-se essencialmente de sedimentos arenosos com abundante estratificação cruzada. A seção tipo situa-se nas imediações da cidade de São João do Triunfo, estendendo-se ao longo de um trecho de 10 km da rodovia Palmeira - São João do Triunfo, Paraná. Consiste de arenitos esbranquiçados finos a médios, localmente grosseiros, regularmente selecionados e grãos subarredondados. Arenitos muito finos, siltitos, argilitos, folhelhos carbonosos, leitos de carvão e conglomerados ocorrem subordinadamente.

O Membro Triunfo alcança espessuras superiores a 100 metros nas regiões de São João do Triunfo (PR) e Rio do Sul (SC) diminuindo progressivamente em direção ao centro da bacia. A faixa de afloramentos estende-se desde o Sul de Santa Catarina até a região de Siqueira Campos, Paraná.

O contato inferior com a Formação Rio do Sul é concordante, assentando por transgressão, diretamente sobre o embasamento, na região de Santa Catarina. É recoberto concor-

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

dantemente pelo Membro Paraguaçu.

As características litológicas e sedimentares desta unidade indicam ambiente deltaico e litorâneo para sua sedimentação.

Esta unidade litoestratigráfica é de primordial importância econômica no Estado do Paraná. Nela situam-se as principais ocorrências e minas de carvão deste Estado, a exemplo da Mina de Cambuí.

Do ponto de vista uranífero é a unidade que apresenta os melhores indícios em trabalhos prospectórios. Finalmente e como ponto principal, é no Membro Triunfo, que se situa a jazida de urânio de Figueira.

Geocronologicamente, o Membro Triunfo pertence ao Permiano Médio (Kunguriano).

### 4.1.3.2.1.2. MEMBRO PARAGUAÇU

Constitui-se de uma sequência de siltitos e folhelhos cinza a cinza esverdeados por vezes marrons e avermelhados, intercalados com camadas de arenitos finos e leitos de rochas carbonáticas, situado na parte média da Formação Rio Bonito.

A fácies carbonática encontra-se melhor desenvolvida nas regiões de Paraguaçu e Porto União, Santa Catarina e Siqueira Campos, Paraná.

A espessura do Membro Paraguaçu na área da seção tipo é da ordem de 100m.

A faixa aflorante estende-se do Sul de Santa Catarina até a região de Araras-Imbicatu-São Paulo. Os contatos superiores e inferiores são concordantes, exceto ao contato inferior com o Grupo Itararé no nordeste do Paraná e São Paulo.

### 4.1.3.2.1.3. MEMBRO SIDERÓPOLIS

O Membro Siderópolis consiste em camadas de arenitos finos a muito finos, cinza escuro, intercalados com leitos de argilitos e folhelhos carbonosos e com desenvolvimen

to local de leitos de carvão, situados na porção superior da Formação Rio Bonito. Não aflora na área estudada.

É nesta unidade litoestratigráfica que se encontram as maiores reservas e minas de carvão do Estado de Santa Catarina.

As demais unidades litoestratigráficas não são objeto direto deste estudo e serão apresentados seus traços gerais com fins ilustrativos uma vez que ocorrem na área enfocada pelo Projeto.

#### 4.1.3.2.2. FORMAÇÃO PALERMO

A Formação Palermo consiste de siltitos arenosos de cores cinza e, por alteração, amarelo esverdeado. Localmente, desenvolvem-se arenitos finos (PR) e mesmo conglomeráticos (SP).

A formação ocorre em toda a Bacia do Paraná. Em Santa Catarina e Paraná, a Formação Palermo apresenta espessuras da ordem de 90m. Em São Paulo, Goiás e Mato Grosso, a unidade não excede 50m, ao passo que no Rio Grande do Sul atinge espessura da ordem de 150m.

#### 4.1.3.3. GRUPO PASSA DOIS

##### 4.1.3.3.1. FORMAÇÃO IRATI

A Formação Irati consiste de folhelhos e argilitos cinza escuros, pirobetuminosos e calcários associados, situados estratigraficamente acima da Formação Palermo.

A Formação Irati caracteriza-se pela presença de restos de réptil Mesosaurus brasiliensis.

A formação apresenta ocorrência generalizada na bacia com espessura da ordem de 40m em superfície. O poço 2-IT-1-RS (Itacuruti-RS) atravessou 71m de sedimentos desta unidade. Aflora no Projeto nas cercanias de Irati, associada a possante soleira de diabásio.

### 4.1.4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Dentre os diversos estudos sobre a tectogênese da Bacia do Paraná, citamos os trabalhos de Loczy (1973) como um dos mais importantes. Este autor considera que a estrutura tectônica da Bacia do Paraná é fundamentalmente o produto final de movimentos verticais de falhamentos não existindo dobramentos tangenciais regionais.

A subsidência crustal teria como responsável uma movimentação epirogenética geradora de um grande número de falhas normais de tensão, algumas de considerável rejeito e extensão. Tal sistema propiciou a ascensão do magmatismo basáltico do mesozóico, sob a forma de diques e soleiras. As feições de formas dômicas são estruturas características. Como consequência dos fraturamentos tensionais resultaram o soerguimento com arqueamentos e basculamentos de blocos.

O quadro tectônico exposto acima, caracteriza um sistema germanótipo pré-efusivo.

A feição estrutural de expressão regional mais proeminente da área é o Arco de Ponta Grossa, de caráter ascensional, gerando forças tensionais acarretando em fraturas e falhas aproveitadas como vias preferenciais pelos magmas basálticos.

### 4.2. GEOLOGIA DA ÁREA

#### 4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este tópico acha-se restrito a descrição em detalhe do intervalo estratigráfico estudado ou seja o Membro Triunfo da Formação Rio Bonito e seus limites basal o "Folhelho Passinho" da Formação Rio do Sul e superior o Membro Paraguaçu.

Vale ressaltar que o termo "ciclo" aqui utilizado na subdivisão do Membro Triunfo não tem conotação de ciclicidade. É utilizado no sentido de caracterizar uma série de fenômenos geológicos que se sucedem numa certa ordem, facilitando a individualização e possibilitando o mapeamento, não

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

implicando portanto, numa repetição cíclica dos eventos.

Aos ciclos individuais são dadas a máxima ênfase na interpretação sedimentológica dos fenômenos neles ocorridos, sua geometria, de modo que seja reconstruído da maneira mais exata possível o seu ambiente de sedimentação. Assim sendo, numa sequência de ciclos como é aqui focado, a uma fase onde o ambiente de planície de maré existiu pode suceder-se uma fase progradante, seguida de fase transgressiva, que não se repetem, cada uma formando um ciclo ou ciclos de sedimentação.

O termo "ciclo" é portanto utilizado na individualização destas fases de sedimentação de ambiência definida. Desta maneira, é possível estabelecer um conjunto de "ciclos" ambientais e conseqüentemente faciológicos o que muito facilita o reconhecimento de suas variações laterais e verticais.

De acordo com a metodologia adotada foram implantadas seções de referência para o reconhecimento dos ciclos nas porções Sul (BR 277), e Norte (Imbituva). Para a área sul foi utilizada a seção IT-1, aliada as seções IT-2, IAX4 e IT-9; na porção norte a seção IT-39 juntamente com as seções IT-38 e IT-40.

Estas duas colunas esquemáticas encontram-se nos anexos.

Na área em apreço foram identificados (03) três ciclos de sedimentação cujas características de individualização serão abordados a seguir. Os ciclos foram denominados de acordo com a nomenclatura adotada no Projeto Triunfo. O 1º ciclo de sedimentação do Membro Triunfo representado por sedimentos finos de frente deltáica constituído por siltitos, siltitos argilosos, siltitos arenosos e arenitos finos depositados em ambiente de planície de maré encontram-se ausentes na faixa aflorante do presente trabalho, ou pela não deposição ou mais provavelmente devido a fenômenos de carácter erosivo, provocados pela sedimentação progradante da base do 2º ciclo.

Estes sedimentos acham-se presentes na área de São João do Triunfo, parcialmente erodidos na área de São Mateus do Sul e constatados em sub-superfície em furos de sondagens da CPRM e NUCLAM (Vide seções estratigráficas) à oeste

da área estudada.

#### **4.2.2. FORMAÇÃO RIO DO SUL - "FOLHELHO PASSINHO"**

O presente trabalho enfocá somente a divisão 'faciológica do Membro Triunfo, adotando-se por limite prospec tável na base, o topo do Grupo Itararé, Formação Rio do Sul. Es ta unidade tida por "embasamento econômico" na área é repre sentada por um pacote de siltitos denominado informalmente de "Folhelho Passinho".

Litologicamente o Folhelho Passinho é consti tuído por siltitos argilosos com intercalações de siltitos, ' siltitos arenosos e arenitos muito finos. Vide tabela I.

Estes são em geral cinza a cinza escuro, quan do frescos ou amarelados quando imtemperizados. A rocha se de sintegra em fragmentos sub-angulares quando relativamente, ' fresca e em pequenas placas irregulares, quando de um intempe rismo mais intenso tomando o aspecto da partição em folhelho. Estruturas primárias são melhore notadas em afloramentos fres cos podendo ocorrer laminações plano paralelas ou incipientes laminações onduladas. Evidencias de bioturbação podem ser ain da observadas.

Os siltitos argilosos são compostos de 50 a 60% de silte, e podem conter quantidades variáveis de areia fina (5 a 20%) contidas numa matriz de argila de proporções de 20 a 50%. As frações siltosas e arenosas são compostas de quartzo angular a sub-angular, moderadamente selecionados. Quantida des significativas de material carbonoso estão frequentemente presentes (até 5%). Concentração maiores de substâncias carbo nosas na rocha, levam a classificá-la como argilitos-siltosos carbonosos cinza escuros a negros.

A mica, provavelmente serícita, pode se apre - - sentar tanto orientada nos planos de laminação como em concen trações (flocos) distribuídas na rocha. Sua quantidade pode ' exceder a 10%.

A pirita acha-se finamente disseminada no sedi mento e raramente ultrapassa um conteúdo de 2 a 3%.

Como conteúdo fossilífero, na atual campanha de

estudos, foram encontradas somente espículas, provavelmente do tipo mono-axial.

O Folhelho Passinho é interpretado como depositado em ambiente marinho de águas "rasas" (pró-delta), abaixo da influência de ondas e sob condições levemente redutoras.

### 4.2.3. MEMBRO TRIUNFO - 2º CICLO

Os sedimentos do 2º ciclo do Membro Triunfo são encontrados em toda a área mapeada apresentando uma boa continuidade lateral e espessuras variando de 6 a 20 metros (vide seções estratigráficas). Podem ser subdivididos em três litotipos principais. O primeiro destes é representado por arenitos brancos acinzentados; o segundo consiste de siltitos argilosos com gradações para folhelhos carbonosos que evoluem para um terceiro litotipo representado pelo carvão. Na sequência sedimentar o nível carbonoso pode ocorrer em diferentes posições dentro do pacote pelítico, ora na base, ora próximo ao topo, ou em posições intermediárias.

O pacote de arenitos é subdividido em duas partes, uma basal constituída de arenitos conglomeráticos de matriz bastante argilosa e uma superior composta de arenitos grosseiros a médios com estratificações cruzadas e subordinadamente intercalações de arenitos finos, e níveis de conglomerados.

Os arenitos conglomeráticos possuem espessuras variáveis com valor médio em torno de 50cm e jazem depositados discordantemente sobre o Folhelho Passinho.

Estes sedimentos deprovidos de estruturas sedimentares são constituídos por grãos de areia grosseira contendo proporções variáveis de seixos de quartzo, feldspato e fragmentos de rocha. A matriz consiste de misturas de silte e argila (provavelmente caulim) em quantidades de 5 a 10% do volume; em casos mais raros atinge a 15% da composição. Vide Tabela II.

Os grãos de quartzo são claros, às vezes brilhantes quando lavados. Constatou-se uma pequena quantidade de grãos foscos. Estes grãos são em geral subangulares a sub-

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

arredondados. Parte desta angularidade pode ser atribuída a presença do crescimento autigênico. Fragmentos mais susceptíveis ao intemperismo, como os feldspatos, apresentam vários graus de decomposição química, entretanto a clivagem (001) da microclina, em geral acha-se bem conservada. Como minerais acessórios aparecem finos cristais de rutilo (muitas vezes alterados em ilmenita), turmalina, quartzo enfumaçado e provavelmente fragmentos de matéria orgânica. Concreções pirito-sas também foram encontradas.

A parte superior de arenitos deste ciclo varia com espessuras entre 5 a 15 metros com média de 8 metros. Estes sedimentos são brancos a ligeiramente amarelados e caracterizam-se pela presença constante da estratificação cruzada. Predominam estratificações cruzadas dos tipos acanalada e planar de baixo a médio ângulo. Em algumas seções os sedimentos são relativamente homogêneos com pequenas variações laterais e verticais. Entretanto pode ser observado uma suave diminuição granulométrica ascendente ("fining up ward"). Essa diminuição pode ser vista não somente relativa a todo o pacote como também dentro de cada "set".

As estruturas ressaltam uma variação do regime de fluxo que passa gradualmente de alta energia (regime de fluxo superior) na base, para domínio de energias moderadas (regime de fluxo inferior) no topo.

Em termos de conteúdo uma amostra representativa desta litologia seria constituída de 60 a 90% de areia média, 5 a 30% de areia grosseira e 1 a 2% de argila.

Os arenitos possuem seleção moderada a boa e são submaturados a maturados. Os grãos de quartzo apresentam-se subarredondados a sub angulares com esfericidade moderada.

O crescimento autigênico que é pouco frequente pode mascarar a esfericidade dos grãos que são em geral claros e acham-se inalterados. Como minerais acessórios ocorre 1 a 2% de feldspato, provavelmente microclina e quantidades menores de micas que nem sempre estão presentes. Rutilo, turmalina, ilmenita e quartzo enfumaçado ocorrem em quantidades traços. O rutilo ocorre como cristais de hábitus arredondado ou prismático e possui colorações variando de vermelho, arroxeadado a amarelo acastanhado. A ilmenita apresenta-se em grãos pre-

tos e opacos de habitus arredondado. Estes grãos apresentam um brilho sub-metálico dando em luz refletida halos vermelho-acastanhado. Alguns destes grãos assim identificados podem se tratar de leucoxene, ou seja, produtos de alteração da ilmenita e outros minerais titaníferos, como o rutilo. A presença de granada é suspeita mas não confirmada, apesar de estar presente na composição dos arenitos do Grupo Itararé. As pequenas quantidades que estes minerais acessórios se apresentam na rocha impedem uma melhor identificação pelos métodos empregados.

Fragmentos de rocha tais como quartzitos, gnais e sedimentos do Grupo Itararé, ocorrem em horizontes conglomeráticos no pacote de arenitos médios. Fragmentos irregulares e tabulares de dimensões centimétricas a decimétricas de siltitos argilosos e argila estão dispersos no pacote de areias. Na maioria dos casos, estes são fragmentos do Folhelho Passinho que em geral encontram-se alterados.

O arenito conglomerático basal que jaz sobre o Folhelho Passinho por um contato abrupto de caráter erosivo pode ser considerado como parte de uma sequência progradacional do 2º ciclo. Estes arenitos conglomeráticos são interpretados como depositados num sistema fluvial progradante ao longo do qual os sedimentos foram lançados ao mar através de uma planície deltáica.

Os arenitos grosseiros a médios sobrepostos aos anteriores, são comparados àqueles formados em canais de distributários modernos, com os quais possui em comum a geometria, a distribuição e a litologia. Certos aspectos petrográficos - incluindo sua seleção moderada e comparativamente baixo conteúdo de argilas favorece a classificação como barra de foz de distributários aonde os canais fluviais se alargam ao se lançarem sobre a frente deltáica. Os canais de distributários originaram um extenso "lençol de areia" de pequenas variações verticais, refletindo condições de descargas contínuas.

Especulações sobre a fonte destes sedimentos é complicada pelas linhas conflitantes de evidência. Importante observar que a maioria dos grãos de quartzo deixam a impressão de serem derivados de uma fonte ígnea ou metamórfica ao invés de terem se originado a partir de rochas sedimentares.

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

Além disto esta fonte ígnea estaria relativamente próxima ao sítio de deposição. Estas idéias são suportadas nos fatos dos grãos de quartzo se apresentarem inalterados e ainda agregados a outros minerais como micas frescas. Esta suposição tem apoio ainda na presença embora em pequenas quantidades mas frequentes de turmalina e rutilo, minerais característicos de xistos ácidos.

A possibilidade de uma fonte de rochas pré-cambrianas próximas vem contradizer as opiniões de estudos anteriores nos quais a fonte de sedimentos da Formação Rio Bonito é considerada o intemperismo dos afloramentos do Grupo Itararé, adjacentes à Bacia.

Poderíamos ainda argumentar a ausência, nos sedimentos estudados, de grãos de rochas comprovadamente originadas dos sedimentos retrabalhados que se esperaria encontrar caso a fonte tivesse sido o Grupo Itararé. Excetua-se aqui os grãos líticos dos conglomerados basais que repousam em discordância com o Folhelho Passinho e que obviamente foram originados de afloramentos do Grupo Itararé.

Supõe-se portanto, que a contribuição de material advindo do Grupo Itararé tenha sido bem maior que a deduzido dos aspectos petrográficos dos sedimentos que por sua vez estariam mascarados por uma segunda fase de erosão, transporte, deposição e consolidação.

Restaria ainda uma fração dos sedimentos que teria sido originada a partir de rochas ígneas próximas. Não se descartando a remota possibilidade de existência desta fonte, existe um argumento que reconcilia estas discrepâncias, ou seja, a presença em grande quantidade de matacões pouco alterados e de composição ígnea ácida advindos de fase glacial e inclusos nos sedimentos do Itararé. Estes matacões teriam fornecido o grupo de minerais encontrados nos sedimentos do Triunfo.

Os sedimentos clásticos no topo do 2º ciclo são de cor cinza a cinza-escura gradando para colorações pretas com aumento da matéria orgânica até a formação do folhelho carbonoso ou mesmo do carvão. Os siltitos argilosos variam em espessura de 0,5 até mais de 7,0m ficando a espessura média em torno de 2,0 metros. As estruturas primárias são me-

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

lhore vistas em afloramentos frescos aonde a fração clástica mais grosseira predomina. Laminações plano-paralela e paralela-ondulada são os tipos mais comuns. Também foram encontrados excelentes exemplares de estruturas dos tipos lenticular e "flaser".

Os siltitos argilosos são compostos predominantemente de silte, sendo que a presença de areia fina, aumenta com a espessura das camadas. Os grãos de quartzo são geralmente angulares a subangulares. O conteúdo de argila varia de 15 a 45%. A mica (sericita) é o mineral associado mais comum. Ela é encontrada nos planos de laminação podendo sua quantidade variar de 1 a 10%. A pirita acha-se finamente disseminada e sua quantidade aumenta nos sedimentos mais carbonosos onde é observada frequentemente a forma framboidal, podendo também substituir ou preencher os constituintes orgânicos dos sedimentos. Quantidades traços de rutilo são raros. Fragmentos orgânicos são comuns e variam consideravelmente em tamanho indo desde de partículas minúsculas a fragmentos de dimensões centimétricas permitindo uma identificação preliminar de Glossopteris e Gangamopteris.

Não entra nos objetivos deste estudo determinar em detalhe o tipo de carvão. Análises detalhadas foram contratadas a terceiros fazendo parte dos anexos.

No estudo das amostras de mão ficou constatado que o durênio é o litotipo mais comum de carvão. O carvão ocorre em afloramentos frescos em camadas endurecidas, apresentando uma superfície opaca, fosca e irregular. A espessura dessas camadas varia de alguns centímetros a mais de 0,5 metro.

Os carvões podem ser laminados ou maciços e geralmente contêm quantidades significativas de pirita (10 a 20% sob a forma de lamelas ou concreções irregulares. Supõe-se de acordo com os estudos realizados que os carvões são compostos por micrinita e exinita tendo subordinadamente a fusinita e a vitrinita.

Os carvões e os sedimentos pelíticos do topo deste 2º ciclo originaram-se a partir do abandono da planície deltáica que formou as areias sotopostas, dando lugar a entrada do mar sem destruição da linha de costa, fenômeno que pode ser chamado de "afogamento" da planície deltáica" e implanta

ção de mangues costeiros; planícies de maré em águas marinhas e lacustres de pouca energia.

A deposição destes sedimentos marca o desenvolvimento máximo da sequência progradacional e máximo avanço da linha de costa durante os tempos do Triunfo em termos estratigráficos e geográficos, respectivamente.

#### 4.2.4. MEMBRO TRIUNFO - 3º CICLO

O 3º ciclo de sedimentação do Membro Triunfo acha-se melhor desenvolvido na parte sul da área mapeada, onde atinge espessuras de cerca de 18 metros. Para norte este ciclo tem sua espessura reduzida até a ausência total ao norte de Teixeira Soares. Vide seção estratigráfica D-D'. Em suas melhores exposições possui cerca de 16 metros de arenitos amarelados de granulação média a fina seguido por vezes de 1 a 2 metros de siltitos argilosos, cinza, laminados. O horizonte chave no pacote arenoso é uma unidade bioturbada que ocorre entre o topo do 2º ciclo até 8,0 metros da base. O contato entre os 2º e 3º ciclos de sedimentação se dá de forma gradual. Os arenitos geralmente formam camadas de 0,5 a 2,0 metros de espessura. Os demais 5 a 7 metros de arenitos que compõem a coluna deste ciclo e que ocorrem acima dos bioturbados exibem estratificações cruzadas planares de médio a grande porte e de baixo ângulo e cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte e médio ângulo.

Arenitos de granulação média a fina constitui o tipo de sedimento mais comum, seguidos por arenitos de granulação média, arenitos finos e arenitos nos quais existem quantidades significativas de silte. Siltitos argilosos e argilitos completam as camadas no topo deste ciclo. Vide Tabela III.

Além da bioturbação referida anteriormente os arenitos apresentam-se as vezes laminados. Esta laminação é ressaltada pela presença característica de flocos de argila que impõem a rocha um certo acamamento horizontal (banqueamento).

Laminações plano-paralelas e paralelo-onduladas

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

são visíveis no topo do ciclo nos sedimentos pelíticos, onde ocasionalmente pode-se encontrar bioturbação tubular vertical com até 4cm de diâmetro.

Uma litologia típica da parte arenosa deste ciclo seria constituída por 50 a 60% de areia fina 30 a 40% de areia média, além de pequenas quantidades de areia muito fina e silte. O conteúdo de matriz argilosa é variável com média entre 1 a 3% podendo atingir até 10%. O quartzo é o mineral predominante com conteúdo médio de 85 a 95% enquanto que o conteúdo de feldspatos raramente ultrapassa 2%. As quantidades de mica dificilmente são superiores a 1%. Entretanto concentrações localizadas nos planos de acamamento podem aumentar esta cifra para 5 a 10%.

Subordinadamente ocorrem ainda pequenas quantidades de rutilo e turmalina bem como os produtos de alteração de minerais ricos em titânio que possuem características semelhantes àqueles encontrados nos sedimentos do 2º ciclo. A matéria orgânica pode ser encontrada nos sedimentos pelíticos do topo do ciclo, mas estas concentrações raramente excedem a 1%.

As camadas mais argilosas que marcam o topo do 3º ciclo são geralmente cinza médio a escuro e são compostas por misturas de areia de granulação média a muito fina, silte e argila em diferentes proporções.

As características petrográficas são bastante variáveis em alguns casos os sedimentos assemelham-se àqueles do nível pelítico do topo do 2º ciclo, porém tal fato é mais uma exceção do que uma regra.

Tais sedimentos podem conter quantidades aproximadamente iguais de silte e argila além de um pequeno conteúdo (1%) de matéria orgânica. Porém a maioria dos siltitos argilosos deste horizonte são menos argilosos que aqueles do 2º ciclo. Uma amostra média conteria 85% de silte e apenas 15% de argila.

Os sedimentos do 3º ciclo são interpretados como tendo sido depositados num mesmo ambiente de águas marinhas rasas, apresentando pequenas variações no que diz respeito a energia e mecânica de sedimentação. As camadas bioturbadas da parte basal e média do ciclo podem ter sido deposita-

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

das em ambiente de mar costeiro (em zonas de transição entre a linha de costa superior e inferior), enquanto que as estratificações cruzadas planares da parte média superior do pacote sugerem uma deposição mais próxima ao litoral (zona de costa superior).

O afogamento que seguiu o abandono da planície deltáica do 2º ciclo, continuou durante parte do 3º ciclo, dando origem a uma zona estuarina e provocando o recuo dos rios e da linha de costa em direção ao continente, caracterizando assim uma primeira pulsação transgressiva dos tempos Triunfo na área estudada. Com a continuação do entulhamento, o equilíbrio foi restabelecido; os sedimentos tomam paulatinamente características de terem sido depositados em águas mais rasas permitindo até o aparecimento localizado de ambiência intra-marés.

As camadas mais finas e argilosas no topo do ciclo poderiam ter sido depositadas nesta zona intra-maré, cujos níveis de energia foram mais elevados do que aqueles do 2º ciclo.

A natureza imatura a submatura dos sedimentos bem como as características angulares dos grãos apoiam a idéia que os sedimentos foram derivados da erosão de rochas do Grupo Itararé. Estes aspectos genéticos já foram discutidos anteriormente. A erosão destas rochas e o avanço da linha de costa em direção ao continente deve ter ocorrido rapidamente ao início, ralenteando posteriormente até atingir um posição estática quando o suprimento dos sedimentos atingiram o equilíbrio em relação ao avanço da linha de costa. Desta forma houve o aparecimento de uma sequência (3º ciclo) produto de uma pulsação transgressiva que seguiu o abandono da planície deltáica (2º ciclo).

#### 4.2.5. MEMBRO TRIUNFO - 4º CICLO

Os sedimentos do 4º ciclo deposicional do Membro Triunfo são constituídos por um pacote heterogêneo de arenitos amarelados sotopostos por siltitos argilosos, cinza e camadas de carvão. Um terceiro horizonte stratigráfico é formado por um "pebbly mudstone" ou diamictito que de um modo ge

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

ral coincide ou sobrepõe o nível carbonoso.

O contato entre os Membros Triunfo e Paraguaçu foi colocado na altura das primeiras camadas após siltitos argilosos ou carvão, dependendo do caso. Porém estas camadas pelíticas e orgânicas não estão sempre presentes e em sua ausência o contato superior do Membro Triunfo foi posicionado imediatamente acima do diamictito citado. Numa terceira situação o contato entre estes membros, pode se dar de forma gradacional, representado por interdigitações de arenitos grosseiros predominantes do Membro Triunfo e arenitos finos do Membro Paraguaçu. O 4º ciclo tem uma espessura média de cerca de 30 metros com máxima e mínima de 45 a 8 metros respectivamente. Numa seção típica as areias heterogêneas teriam uma espessura de aproximadamente 25 metros, enquanto que os sedimentos pelíticos orgânicos apresentariam de 2 a 3 metros atingindo de 5 a 6 metros em casos excepcionais. O diamictito varia de 1 a 5 metros de espessura.

Os arenitos que compreendem cerca de 80% do 4º ciclo, são geralmente de granulação, média com intercalações de arenitos de granulação fina até grosseira com passagens conglomeráticas ocasionais. Vide Tabela V.

Rochas muito mal selecionadas compostas por misturas de argila, silte e todas as graduações de areias muito fina até muito grosseira foram observadas em várias seções. Estes sedimentos argilosos e arenosos exibem muitas vezes evidências de bioturbação que podem atingir dimensões de até 4cm de diâmetro (IL-4).

Estes sedimentos formam camadas espessas e maciças (0,5 a >2,0m) que podem exibir estratificações cruzadas ou formam um acamamento banqueado horizontal. A estratificação cruzada é particularmente bem desenvolvida na parte das seções mais espessas (IT-9), podendo também existir por quase toda a espessura da coluna arenosa, menos próximo a base, nas seções menos espessas (IT-2). A estratificação pode ser constituída de conjuntos planares bem desenvolvidos com inclinações variando de baixo a alto ângulo, além da ocorrência eventual de estratificação cruzada acanalada. Porém o tipo de estratificação mais comum que caracteriza o pacote arenoso é a chamada estratificação cruzada tipo "hummocky". A estratificação cruzada tipo "hummocky" é

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

O termo geralmente utilizado na literatura atual para um conjunto de estratificações onduladas que se cortam a baixo ângulo (3 a 6°), sendo na maioria dos casos mega-marcas de onda.

Estes conjuntos podem ser côncavos ou convexos, mas é a estratificação convexa que tipicamente define as estruturas "hummocky". Em termos geométricos as estruturas menores desenvolvidas são as menores, isto é, com menos de 1,0 metro de comprimento e 20 a 30cm de altura (amplitude). Estas possuem uma geometria sigmoidal bem nítida e são mais facilmente observáveis no terreno. Entretanto a geometria das estruturas "hummocky" maiores são geralmente mascaradas por suas dimensões em relação aos confinamentos estreitos dos afloramentos em drenagens. Localmente (IT-9) observa-se estruturas "hummocky" de até 7,0 x 1,5m. Estas estratificações estão geralmente associadas a estrutura do tipo espinha de peixe, "herringbone structures" que podem desenvolver onde conjuntos adjacentes se interdigitam.

Um arenito de granulação média típico seria constituído de 75% de areia de granulação média, 20% de areia grosseira e/ou fina, além de quantidades variáveis de argila (1 a 5%). Os sedimentos são em geral submaturados e imaturos, de seleção moderada e compostos principalmente (90 a 95%) de grãos de quartzo subarredondados a subangulares, contendo de 1 a 2% de feldspatos que podem ocasionalmente exceder conteúdos de 5%.

Os constituintes menores e traços incluem menos de 1% de mica sericita e quantidades traços de turmalina, rutilo e produtos de alteração de minerais ricos em titânio.

Os siltitos argilosos que sobrepõem o pacote arenoso são de cor cinza médio a escuro, atingindo o negro em função do conteúdo orgânico. Estes são frequentemente laminados sendo as laminações plano-paralela e paralela ondulada os tipos mais comuns. Em afloramentos são visíveis ainda laminações onduladas em fase e onduladas truncadas. A fração de partículas de silte é da ordem de 70 a 80%, enquanto que o conteúdo de argila é de 15 a 30%. Pequenas quantidades de areia fina a muito fina também podem estar presentes. Ocasionalmente ocorrem quantidades maiores de areia, que levam a classificação destes sedimentos como arenitos finos a muito finos porém preservando todos os outros

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

aspectos dos siltitos argilosos.

Além do conteúdo argiloso, as frações silticas e arenosas podem conter de 1 a 2% de mica (sericita) que se encontra normalmente como partículas orientadas nos planos de laminação.

A pirita acha-se presente em pequenas quantidades, geralmente menos de 1%. A presença deste mineral pode aumentar apreciavelmente (até 10%) com o incremento da parcela orgânica com o qual este mineral se associa, podendo substituí-la parcialmente. Neste caso ela também é encontrada finalmente disseminada, inclusive em formas framboidais.

Estes sedimentos pelíticos podem também conter quantidades variáveis de matéria orgânica, geralmente em partículas muito finas e disseminadas. Excepcionalmente fragmentos maiores podem exceder 2 a 3 centímetros. A maioria das amostras examinadas contém 1% da matéria orgânica, entretanto esta quantidade pode ultrapassar 20% quando os sedimentos tornam-se mais carbonosos gradando a folhelhos carbonosos e carvões.

As camadas de carvão encontradas no topo do 4º ciclo são comparáveis àquelas do 2º ciclo. Entretanto grande continuidade lateral dos carvões do 2º ciclo não foi constatada para os carvões do 4º ciclo. O litotipo mais comum é o durênio, caracterizado por seu aspecto relativamente endurecido em afloramentos frescos e por sua superfície fosca e irregular. A pirita está frequentemente presente, tanto em lamelas como em concreções irregulares.

Os carvões do 4º ciclo aparentam conter uma maior quantidade de fragmentos vegetais do que aqueles do 2º ciclo, sugerindo em parte, uma origem alóctone para os carvões do topo deste ciclo. Este aspecto é congruente com as análises petrográficas realizada (vide anexos). Porém isto não deve ser levado em conta como sendo diferenciador deste ciclo.

Os diamictitos são geralmente cinza esverdeados e formam uma única camada maciça. Uma exceção notada, pode ser observada na seção IT-3, onde sedimentos não estratificados cinza escuros superpõem pelo menos 2 metros de um pelito com seixos ("pebbly mudstone"). Este último pacote é caracterizado por camadas de cerca de 10 centímetros com laminação plano-paralela bem desenvolvida dando a idéia que foram

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

originados por correntes de turbidez.

Os diamictitos são compostos por 50% de silte, 20% de partículas de areias de grosseira até muito fina, 20% de argila e 5 a 10% de fragmentos de rochas (quartzitos, xistos e rochas sedimentares do Grupo Itararé).

A origem e desenvolvimento do 4º ciclo deposicional pode ser comparada àquela do 3º ciclo, descrito anteriormente. As diferenças entre ambos são mais uma questão de escala, pois enquanto uma pulsação transgressiva relativamente fraca teria originado o 3º ciclo uma pulsação transgressiva mais forte teria marcado o início dos tempos do 4º ciclo. Uma ligeira subsidência tectônica teria causado um relativo aumento no nível do mar sobre as áreas continentais provocando o deslocamento da linha de costa sobre estes terrenos. Na parte frontal desta linha formou-se um verdadeiro "lençol de areias" de grande extensão, areias estas advindas dos terrenos emersos do Grupo Itararé que foram despejadas no estuário e retrabalhadas pelo mar, sofrendo a ação e o impacto constante das ondas, ao mesmo tempo que mudanças contínuas da direção das correntes formavam mega-marcas de ondas truncadas (zona de costa inferior).

No mesmo mecanismo do 3º ciclo também teriam sido depositados os arenitos do 4º ciclo, quando a transgressão se deu de maneira rápida no início se ralenteando progressivamente até atingir um equilíbrio entre os níveis relativos do mar e continente. Com o reestabelecimento do equilíbrio entre esses níveis, completou-se o assoramento com a deposição das camadas pelíticas e orgânicas, propiciando um retorno da linha de costa que havia recuado sobre o continente.

Os arenitos mostram petrograficamente poucas evidências de terem sofrido transporte por longas distâncias, sugerindo uma posição relativamente proximal para os terrenos do Grupo Itararé. Além disto o aparecimento ocasional de certas texturas nas superfícies dos grãos de quartzo levam a supor uma origem a partir do retrabalhamento de sedimentos pre-existentes. A presença de grãos bem arredondados e foscos deixam supor uma contribuição eólica, sobretudo na parte superior do pacote arenoso. Estes arenitos são interpretados como tendo sido depositados em águas marinhas fora da zona costei

ra, na qual a topografia do fundo e/ou a configuração da linha de costa poderia ter controlado os aspectos petrográficos dos sedimentos como por exemplo as concentrações localizadas de argila e areias bioturbadas.

As condições físicas que controlaram a formação das estratificações do tipo "hummocky" determinadas em estudos análogos tanto em sedimentos modernos como antigos (Walker .. 1978 e Bourgeois 1980) permitem interpretar que estas estruturas se posicionam abaixo do nível normal de influência de ondas em tempos de mar calmo. ("fair weather wave-base") porém formadas em zona afetada por mares de plataforma tempestuosos ("storm wave-base").

A ocorrência eventual da estratificação cruzada acanalada próximo ao topo do pacote arenoso apoia a idéia de que o mar tenha se tornado progressivamente raso devido ao entulhamento sedimentar até a deposição dos sedimentos pelíticos orgânicos em zonas de planícies de marés e mangues costeiros.

Os diamictitos ocorrem no topo do 4º ciclo antes do início do terceiro pulso transgressivo que originou os sedimentos marinhos do Membro Paraguaçu e são interpretados como tendo sido formados pelos movimentos tectônicos que geraram esta transgressão. Observa-se que os diamictitos acham-se melhor representados na parte norte e que estes diminuem de espessura de norte para sul.

Ao norte da área do Projeto se encontra o Arco de Ponta Grossa que provavelmente se mostrava ativo nesta época. Assim sugere-se que os diamictitos tenham sido formados pelo movimento de massa de lamas inconsolidadas e fragmentos de rochas depositadas nos tempos finais do 4º ciclo. Tais movimentos podem ter sido disparados por distúrbios tectônicos locais que estariam relacionados a feições estruturais maiores. Esta opinião se apoia na aparente distribuição dos diamictitos dentro da área mapeada com relação ao centro de atividades do Arco de Ponta Grossa ao norte.

#### 4.2.6. MEMBRO PARAGUAÇU

Os sedimentos do Membro Paraguaçu consistem de arenitos de granulometria variável de muito fina até grosseira,

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

siltitos e por vezes camadas de argilas e arenitos ligeiramente conglomeráticos. Estes sedimentos são geralmente de cor amarelada, as vezes cinza-esverdeados e ocasionalmente esbranquiçados que podem atingir espessuras de 100 metros. Vide Tabela V.

O contato com sedimentos do 4º ciclo foi descrito anteriormente, porém vale ressaltar que este contato é frequentemente gradacional e na ausência de horizontes guias (sedimentos pelíticos e orgânicos e/ou diamictitos) torna-se difícil precisá-lo

O chamado "siltito Paraguaçu" é na verdade petrograficamente um arenito fino a muito fino de cor amarelada com tons ligeiramente rosados. Estes sedimentos formam camadas espessas e maciças, banqueadas, faltando estruturas primárias. Em muitas seções eles predominam a partir da porção média-superior do membro. Abaixo deste horizonte, ou seja, preferencialmente na porção inferior se encontra uma grande variedade de sedimentos arenosos incluindo arenitos de granulação média a grosseira, arenitos grosseiros, arenitos de granulação média a fina e siltitos laminados cinza-esverdeados. Os sedimentos arenosos são em muitos aspectos petrográficos, semelhantes àqueles do 4º ciclo. Apresentam como estruturas primárias a estratificação cruzada planar de médio porte e médio a alto ângulo e estratificação cruzada acanalada de médio a grande porte e baixo ângulo. Nos siltitos esverdeados se encontram laminações plano-paralela, paralela ondulada e ondulada truncada.

Um arenito fino a muito fino do tipo "siltito Paraguaçu" típico seria constituído por 40 a 80% de areia fina e 10 a 55% de areia muito fina, 5 a 10% de areia média e 2 a 3% de argila, além de uma pequena quantidade de silte. Estes sedimentos são compostos de 95% de quartzo de forma angular a subangular, possuem seleção moderada e variam de imaturo a maturo dependendo da quantidade de argila que pode superar a 5%. A mica frequentemente presente é a sericita, em quantidades que raramente excedem 1 a 2%. Turmalina, rutilo e minerais associados estão presentes em quantidades traços. Matéria orgânica pode ser encontrada com certa abundância (3%) nos siltitos cinza-laminados mencionados acima.

Os sedimentos basais do Membro Paraguaçu foram depositados em águas marinhas rasas, que aprofundaram gradualmente, caracterizando a terceira e mais intensa pulsação transgressiva das camadas do Rio Bonito. As partes média e superior deste Membro foram depositados em águas mais profundas e tranquilas, em ambiência marinha distante da costa ("Off - shore").

### 4.2.7. GEOLOGIA ESTRUTURAL

A área do Projeto Irati situada no flanco sul do Arco de Ponta Grossa apresenta estrutura regional do tipo homoclinal, fortemente assimétrica com camadas sedimentares mergulhando em torno de  $1^{\circ}$  para SW.

As feições estruturais mais comuns são falhas normais de gravidade tidas como resposta ao basculamento de grandes blocos. Estas falhas em geral são de pequenos rejeitos e induzem à morfologia extensos alinhamentos.

O sistema de falhamentos mais proeminente da área mapeada possui direção N50W e via de regra acha-se preenchido por diques de diabásio de idade juro-cretácia. Subordinadamente aparecem ainda falhas com direções NS e NE.

No extremo sul da área mapeada, nas proximidades da localidade de Mineiros Primeiros, aparecem estruturas verticais com tendência a contornos circulares formados por rochas básicas.

O levantamento aeromagnetométrico do Projeto Ponta Grossa-Criciúma-CPRM-1971, mostra em seu mapa de interpretação a existência nessa área de um "plug" vulcânico, além de fortes anomalias magnéticas (depressões), indicando a existência de falhas de direção NNE e NE, associadas ao eixo de uma estrutura magnética de vulcanismo superficial limitando intrusões basálticas. Estas rochas intrusivas e consequentes falhamentos associados provocaram nesta região o basculamento de blocos.

Soleiras de diabásio com espessuras variando de poucos decímetros até cerca de 20 metros de espessura ocorrem desde Mineiros Primeiros até aos arredores da BR 277, ocu

pando preferencialmente as zonas de contatos entre níveis pe-  
líticos e arenosos do 3º e 4º ciclos e do Membro Paraguaçu.

#### 4.2.8. ESQUEMA EVOLUTIVO

A partir da interpretação de todos os dados le-  
vantados, mostra-se nos quadros a seguir uma análise evoluti-  
va de sedimentação do Membro Triunfo na área estudada.

QUADRO I - A sedimentação deste membro inicia-se de forma  
discordante e progradacional sobre as rochas  
do Grupo Itararé com a instalação de uma planí-  
cie deltáica quando foram depositados os arení-  
tos conglomeráticos de carácter fluvial e are-  
nitos grosseiros a médios através de distribu-  
tários inferiores, podendo-se associar a esta  
fase uma ligeira subsidência.

QUADRO II - Devido ao aporte de sedimentos suplantando a sua  
ve subsidência da bacia ocorre um avanço da  
linha de costa com abandono do delta e a im-  
plantação de extensas planícies de maré e man-  
gues costeiras, com geração do carvão desta  
unidade.

QUADRO III - Uma subsidência mais intensa teria propiciado  
uma relativa subida do nível do mar ocasionan-  
do um afogamento da linha de costa que recua  
em direção ao continente e a deposição de sedi-  
mentos transgressivos numa planície estuarina,  
gerando o 3º ciclo e caracterizando uma primei-  
ra pulsação transgressiva. O equilíbrio foi  
restabelecido permitindo o entulhamento local  
da Bacia e a formação de sedimentos de planí-  
cies de maré.

Logo em seguida tem-se o início de uma segunda  
pulsação devido a uma intensa subsidência le-  
vando a um recuo ainda maior da linha de costa

# I - PROGRADAÇÃO 2º CICLO

LINHA DE COSTA

ÁREA DO PROJETO

BACIA MARINHA

PLANÍCIE DELTAICA

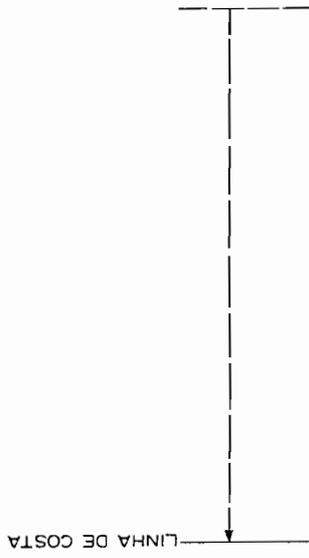
APORTE DE  
SEDIMENTOS

SUBSIDÊNCIA

DISCORDÂNCIA  
GR. ITARARÉ / FM. RIO BONITO

LIGEIRA SUBSIDÊNCIA E FORMAÇÃO DE SISTEMA DELTAICO - DEPOSIÇÃO DE ARENITOS CONGLOMERÁTICOS SOBRE DISCORDÂNCIA COM FOLHELHO PASSINHO  
; AVANÇO DA LINHA DE COSTA EM DIREÇÃO AO MAR ACOMPANHANDO A PROGRAMAÇÃO DOS SEDIMENTOS ARENOSOS DE FRENTE DELTAICA

## II - ABANDONO DO DELTA 2º CICLO



ÁREA DO PROJETO

CARVÃO

APORTE DE  
SEDIMENTOS

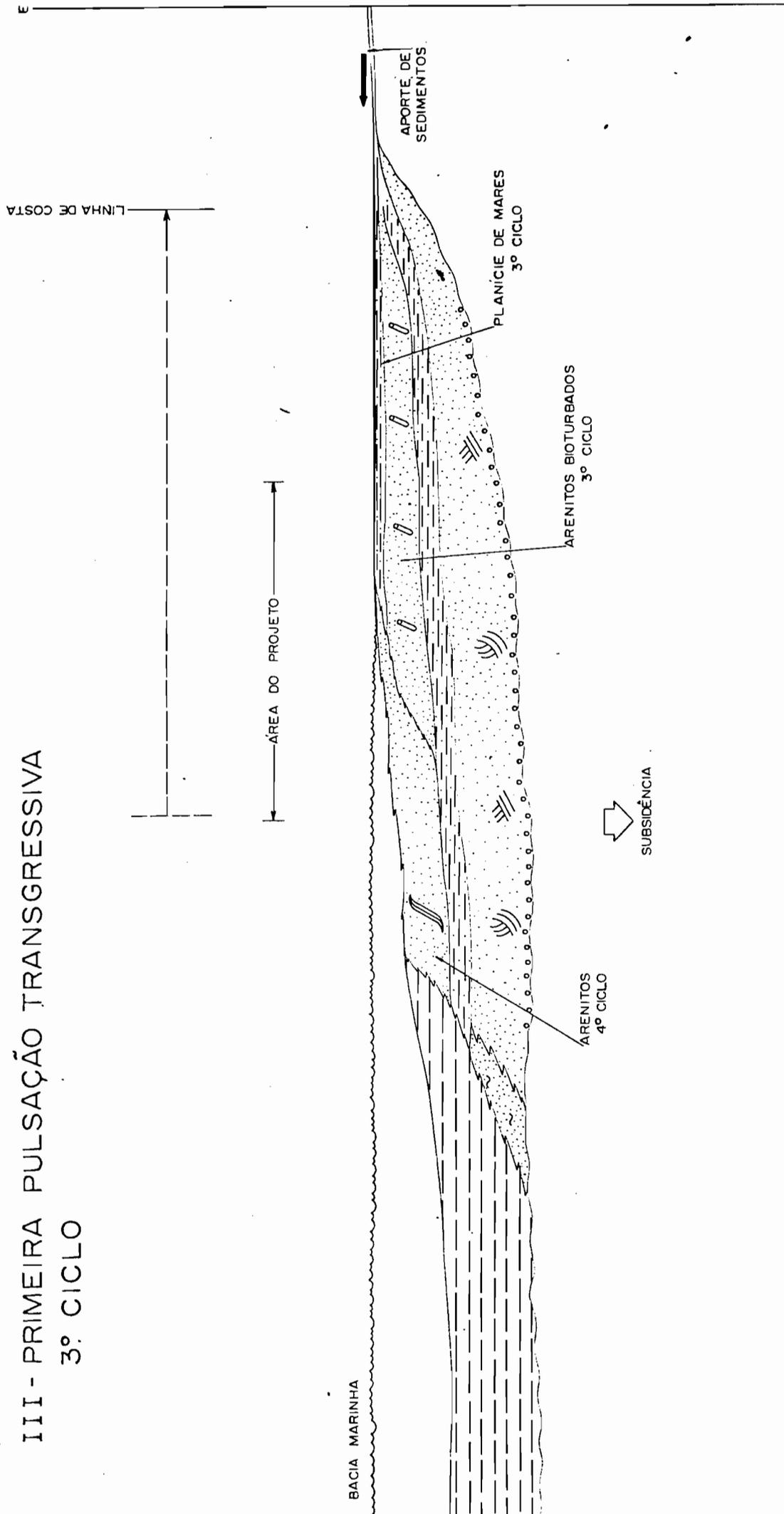
BACIA MARINHA



SUBSIDÊNCIA

- 1 APORTE DE SEDIMENTOS MAIOR QUE SUBSIDÊNCIA.
- 2 AVANÇO MÁXIMO DA LINHA DE COSTA EM DIREÇÃO AO MAR.
- 3 DESENVOLVIMENTO DE PLANÍCIE DE MARÉ E MANGUES COSTEIROS COM GERAÇÃO DE CARVÃO

### III - PRIMEIRA PULSAÇÃO TRANSGRESSIVA 3º CICLO

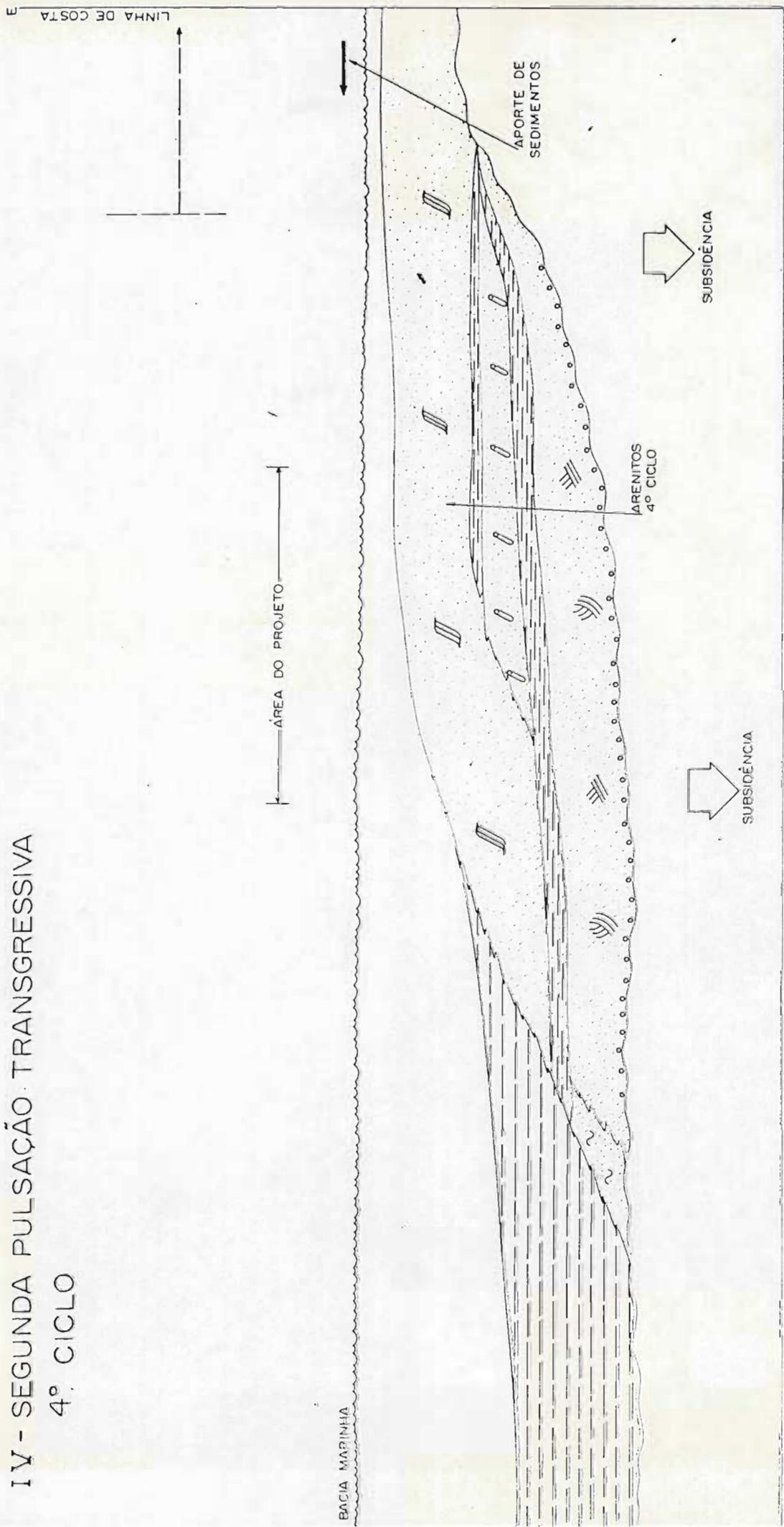


SUBSIDÊNCIA INTENSA CAUSANDO RECUO DA LINHA DE COSTA.

FORMAÇÃO DAS AREIAS TRANSGRESSIVAS DO 3º CICLO COM ENTULHAMENTO LOCAL E ORIGEM DOS SEDIMENTOS DE PLANÍCIE DE MARÉ

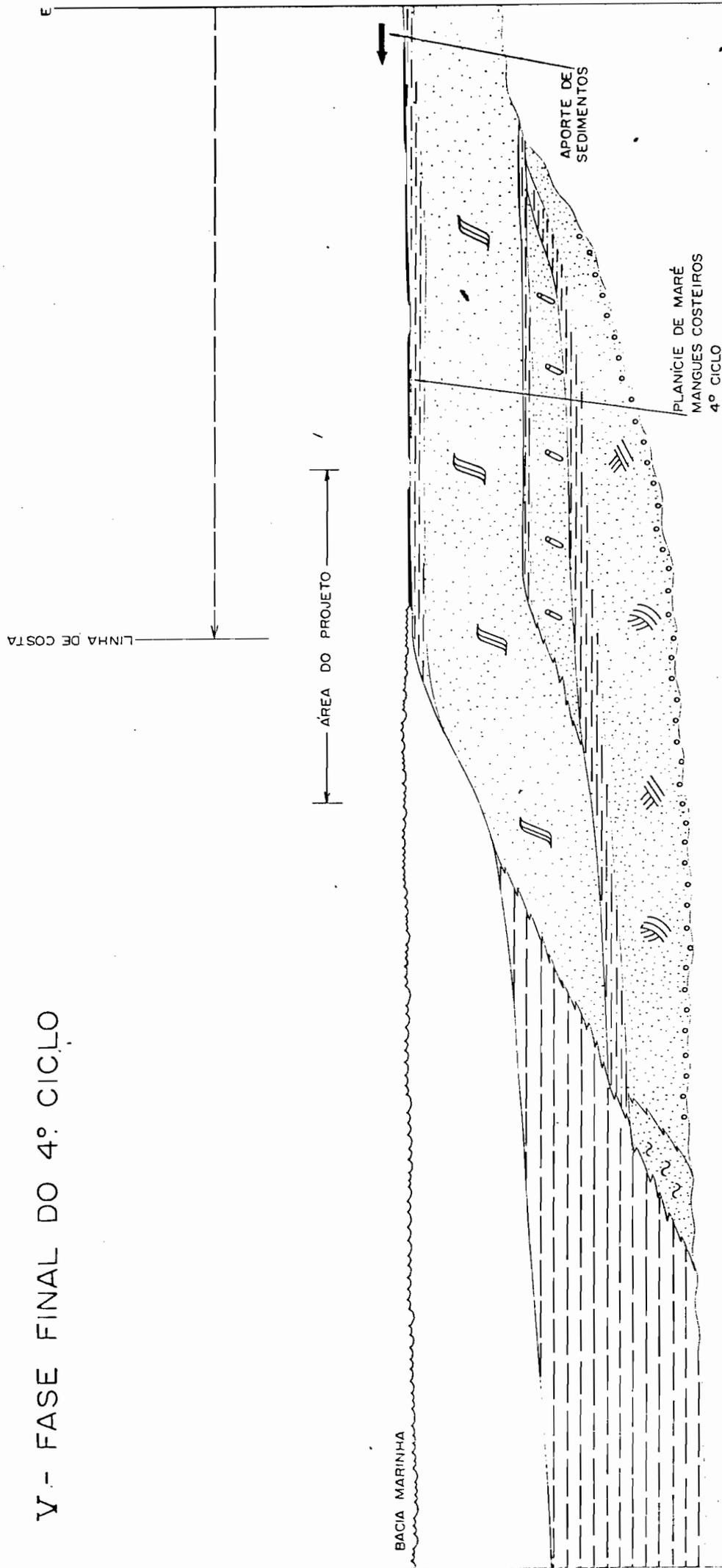
SEGUIR A 2ª PULSAÇÃO TRANSGRESSIVA DO 4º CICLO - QUADRO IV.

# IV - SEGUNDA PULSAÇÃO TRANSGRESSIVA 4º CICLO



INTENSA SUBSIDÊNCIA PROVOCANDO O RECUEO DA LINHA DE COSTA  
DEPOSIÇÃO SUBAQUOSA DOS ARENITOS DO 4º CICLO

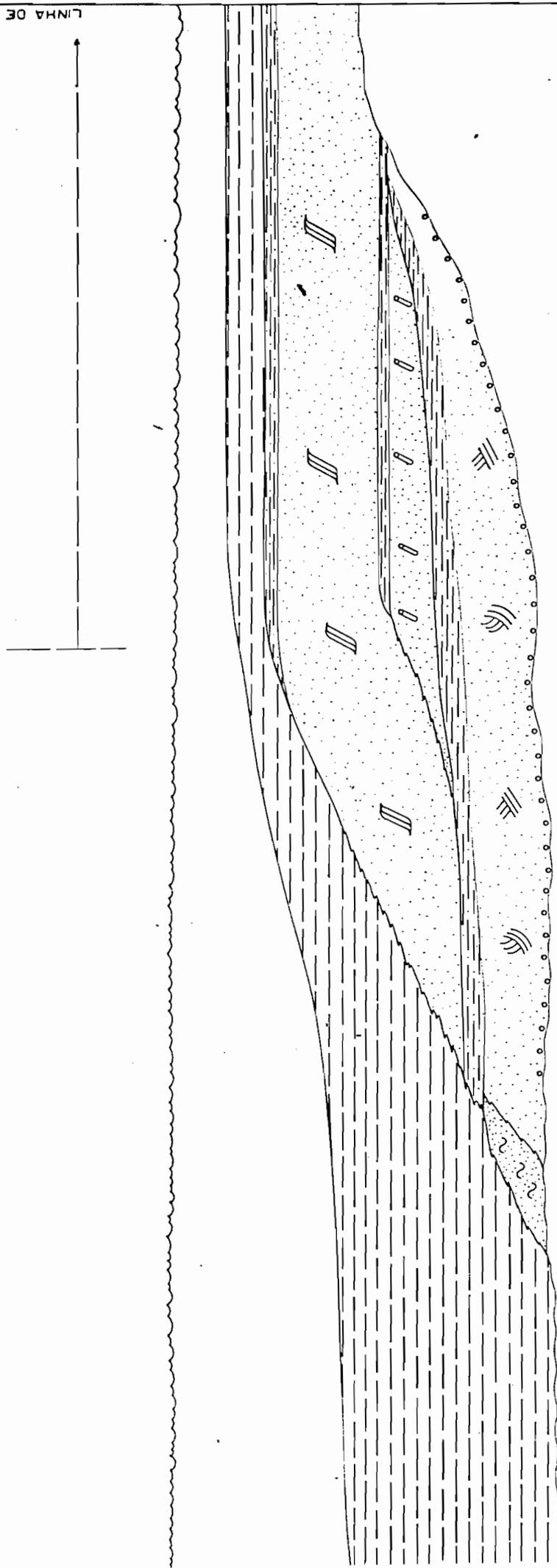
# V - FASE FINAL DO 4º CICLO



1 ENTULHAMENTO PROGRESSIVO COM FORMAÇÃO DE PLANÍCIE DE MARÉ E MANGUES COSTEIRO

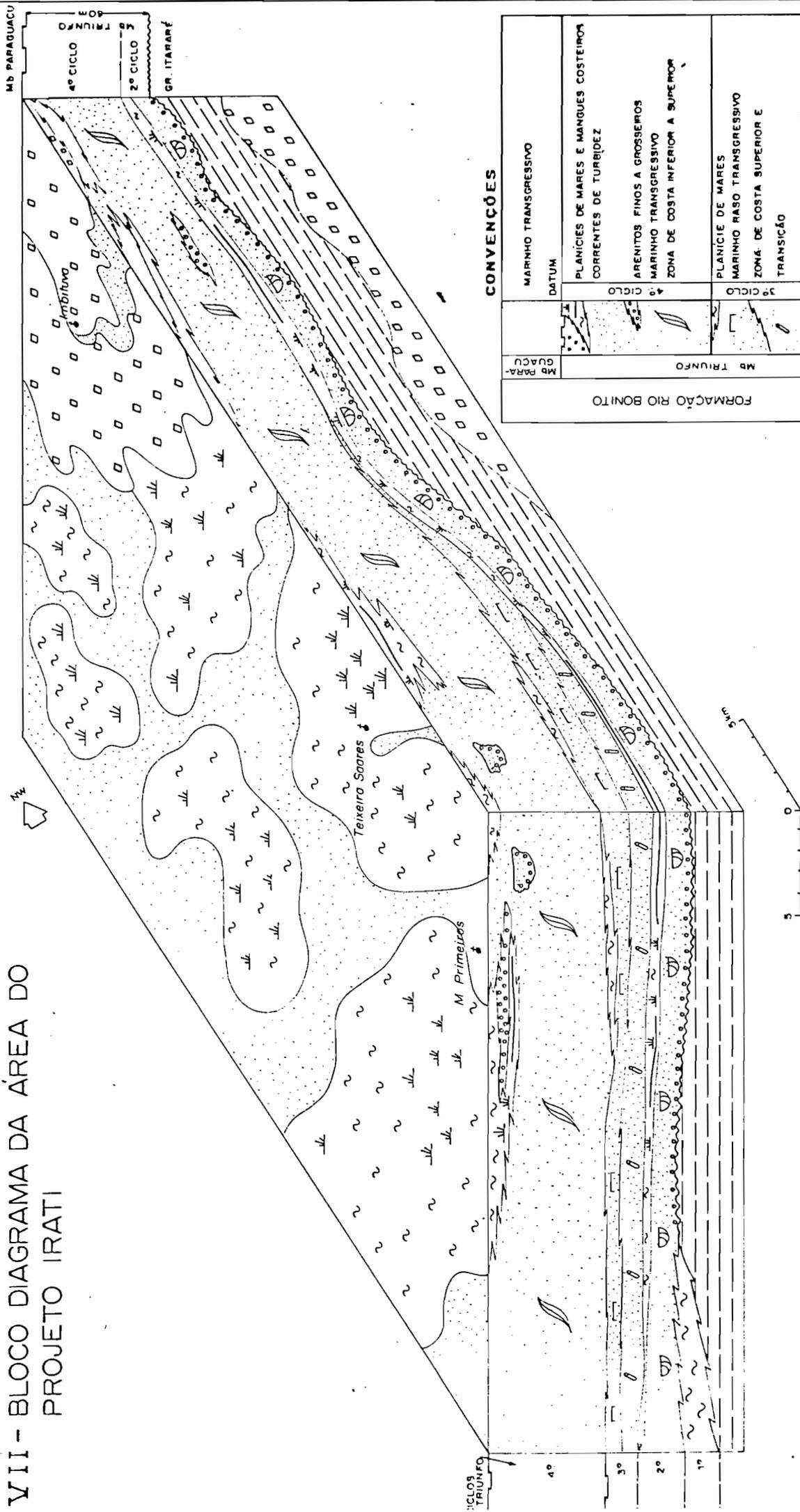
2 A LINHA DE COSTA AVANÇA PARA O MAR DEVIDO A PARADA RELATIVA DA SUBSÍDÊNCIA COM CONSEQUENTE ENTULHAMENTO.

VI - TERCEIRA PULSAÇÃO TRANSGRESSIVA  
MEMBRO PARAGUAÇU



RETOMADA DA SUBSÍDÊNCIA COM RECUE DA LINHA DE COSTA E IMPLANTÇÃO DAS CONDIÇÕES MARINHAS DO Mb PARAGUAÇU

# VII - BLOCO DIAGRAMA DA ÁREA DO PROJETO IRATI



## CONVENÇÕES

Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	MARINHO TRANSGRESSIVO	PLANÍCIES DE MARES E MANGUES COSTEIRAS
		DATUM	CORRENTES DE TURBIDEZ
Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	ARENITOS FINOS A GROSSEIROS	1º CICLO
		MARINHO TRANSGRESSIVO	2º CICLO
Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	ZONA DE COSTA INFERIOR A SUPERIOR	3º CICLO
		PLANÍCIE DE MARES	TRANSIÇÃO
Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	MARINHO RASO TRANSGRESSIVO	PLANÍCIE DE MARES E MANGUES COSTEIRAS
		ZONA DE COSTA SUPERIOR E	DISTRIBUTÁRIOS DELTAICOS - PROGRADAÇÃO
Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	TRANSIÇÃO	FOLHELHO PASSINHO
		PLANÍCIE DE MARES E MANGUES COSTEIRAS	SILTITOS ARGILOSOS MARINHOS
Mb PARA- GUACU	Mb TRIUNFO	PLANÍCIE DE MARES E MANGUES COSTEIRAS	PRODELTA
		DISTRIBUTÁRIOS DELTAICOS - PROGRADAÇÃO	
GRUPO ITARARÉ			

DATUM BASE Mb PARAGUACU  
 ESCALAS { V 1:2500  
 H 1:250.000

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

côm a deposição dos sedimentos do 4º ciclo.

- QUADRO IV** - Com o prosseguimento da subsidência e consequente recuo da linha de costa, foram depositados os arenitos transgressivos do 4º ciclo, tendo provavelmente por área fonte, os terrenos emergentes do Grupo Itararé.
- QUADRO V** - Avanço da linha de costa em direção ao mar devido a uma parada relativa da subsidência provocando o entulhamento progressivo da Bacia até o desenvolvimento de planície de maré e mangues costeiros, gerando sedimentos carbonosos e carvões.
- QUADRO VI** - Retomada de uma subsidência mais intensa provocando uma subida do nível do mar com consequente afastamento da linha de costa e a formação de sedimentos marinhos transgressivos do Membro Paraguaçu.
- QUADRO VII** - Bloco diagrama esquemático baseado nas seções estratigráficas mostrando o comportamento lateral das unidades mapeadas.

### 5. CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS

#### 5.1. CARVÃO

A atual campanha de mapeamento permitiu uma boa visualização no que tange as possibilidades econômicas para carvão no Membro Triunfo na área estudada.

O carvão ocorre preferencialmente em dois níveis ou seja nos pelitos carbonosos dos topos do 2º e 4º ciclos de sedimentação. Não foi registrada a existência de carvão no topo do 3º ciclo, fato este explicável pela própria gênese dos pelitos desta unidade. Notável observar a grande extensão horizontal porquanto suas ocorrências, considerando-se os dois níveis se distribuem por cerca de 100 km<sup>2</sup>. O carvão é

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

mais frequente no topo do 2º ciclo e neste caso preferencialmente numa área delimitada pelo polígono que envolvendo a BR-277 tem vértice em Boa Vista, Volta Grande, Mineiros Primeiros e Angai. Ocorre subordinadamente em menores extensões nas proximidades de Teixeira Soares e Imbituva.

As espessuras de carvão encontradas nas 44 ocorrências cadastradas variam de 10 a 90 centímetros com média de 20cm ou menos. (Vide tabela de ocorrências em anexo).

O carvão pode ser classificado como lignítico. O teor de cinzas em 03 amostras analisadas é relativamente alto podendo variar de 30 a 80%, sendo a matéria volátil de cerca de 10%, além de possuir aproximadamente 5% de enxofre contido na pirita. Seu poder calorífico médio é baixo, podendo atingir excepcionalmente 1.400 kcal/kg (base seca) conforme estudos do Instituto de Tecnologia do Paraná (em anexo).

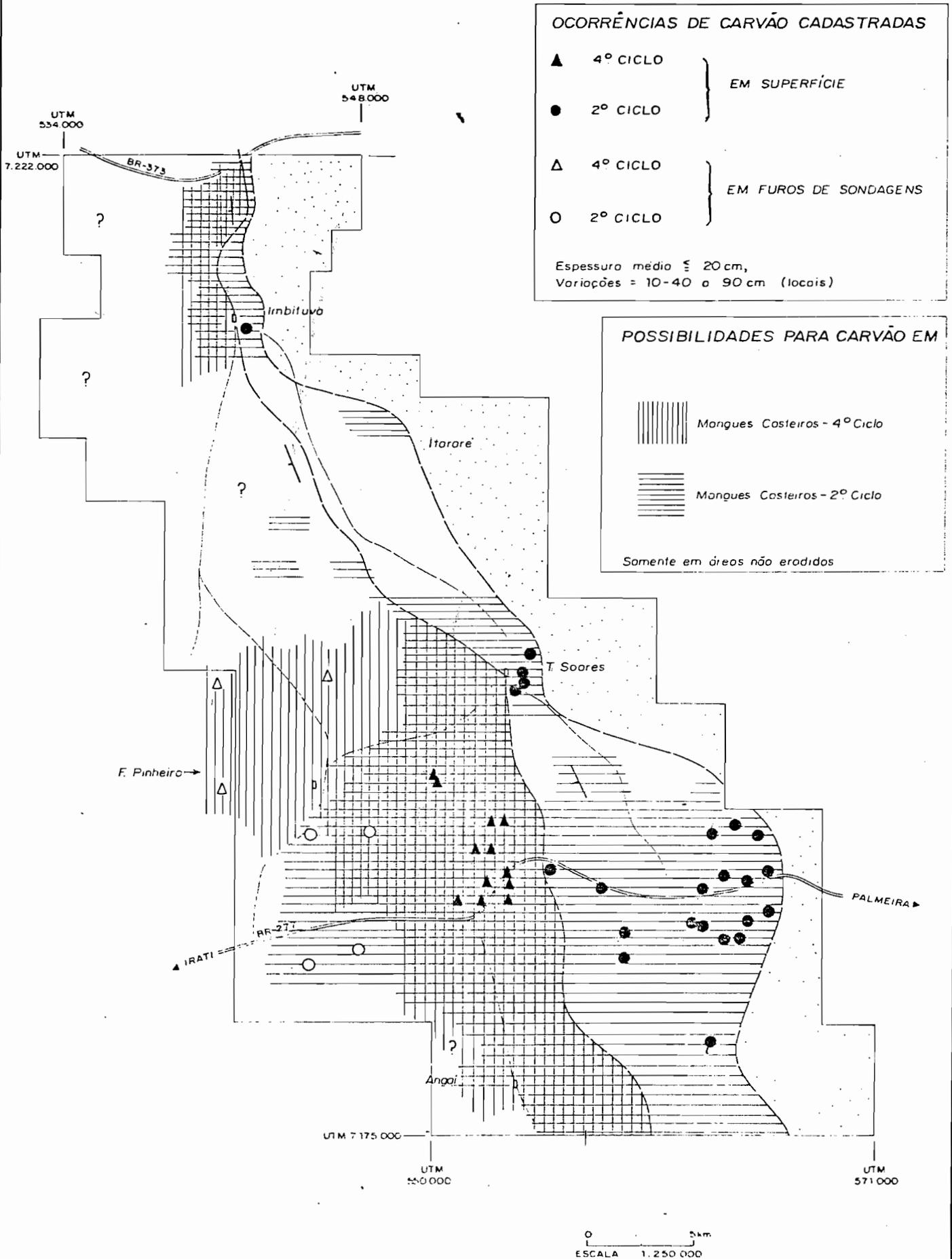
O carvão gerado em mangues costeiros é predominantemente autóctone para o 2º ciclo e permite supor certa aloctonia para o 4º ciclo (seção IT-10), segundo análises palinológicas realizadas pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (em anexo). A distribuição espacial e estratigráfica mostra que os níveis de carvão do 4º e 2º ciclos são se acham sobrepostos nas proximidades norte de Boa Vista, numa faixa de 10 km de extensão, até Teixeira Soares (Vide figura anexa).

A maioria desses níveis ou lentes de carvão aparecem nas encostas dos morros e próximo a pequenas quedas d'água, que em muito facilitaria uma possível lavra em pequenas galerias. Os meios de transporte na área são a Rede Ferroviária Federal S/A e as estradas de rodagem que dão acesso a BR 277 e a BR 373.

Em conformidade com a Ordem de Serviço nº 01 / 80 do Convênio que gerou este trabalho, está-se apresentando em anexo, um mapa na escala de 1:50.000 com áreas alvo e proposições de sondagens, principalmente locadas ao sul da BR277 onde é possível encontrar-se porções mais espessas dentro do extenso mangue costeiro do 2º ciclo. Assim também para avaliar o potencial e a continuidade do carvão do 4º ciclo.

A malha de sondagens prevista é quadrada de cerca de 2 km de lado, posicionada na rede UTM das Folhas de

# MAPA DA ÁREA DO PROJETO IRATI DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS PARA CARVÃO



Imbituva, Teixeira Soares e Palmeira.

A campanha em proposição prevê 109 furos, totalizando 9.710 metros, com profundidade média de 100 e máxima de 150 metros. (Vide tabela anexa).

A maioria dos furos assenta-se nas encostas diretamente sobre a parte basal do Membro Paraguaçu, devendo atravessar toda a sequência do Membro Triunfo até atingir o Folhelho Passinho, na base.

### 5.2. URÂNIO

No que diz respeito ao urânio em toda a área mapeada (828 km<sup>2</sup>) foram detectadas 23 anomalias radiométricas ( $\geq 300$  cps), tendo apenas 4 delas valores superiores a 500 cps (Anomalias 4, 5, 19 e 20) (Vide tabela sintética de anomalias em anexo).

Em sua grande maioria estão localizadas em siltitos e argilitos carbonosos, sobretudo no topo do 2º ciclo (15 anomalias), como é o caso da anomalia nº 4 que registrou a mais elevada radioatividade, ou seja, 2500 cps numa espessura de cerca de 1,0 metro.

Além da maior parte das anomalias estarem posicionadas em sedimentos finos de mangues costeiros, vale ressaltar que a área estudada acha-se pouco tectonizada não propiciando através de fatores estruturais que fluxos hidrodinâmicos portadores de possíveis soluções mineralizantes percolassem as rochas em "armadilhas" estruturais ou estratigráficas.

A divergência dos fatores acima leva a concluir que a potencialidade para urânio, na área prospectada é geologicamente reduzida.

Observações estas comprovadas quer pelas seções levantadas quer pelas sondagens anteriormente executadas pela CPRM e NUCLAM.

### 5.3. ELEMENTOS ASSOCIADOS

Resultados analíticos quantificando a existên

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

cia dos elementos U, Cu, Zn, Fe, Mo, As, S, Ca, V, Se, G, Ba, e C, não são mencionados no presente relato e serão apresentados assim que os dados das 75 amostras enviadas ao laboratório, estejam disponíveis. Para uma melhor interpretação destes dados encontra-se em anexo fichas de controle de amostragem, para que nelas sejam plotados os respectivos resultados.

Alguns testes químicos qualitativos, realizados no laboratório da sede do Projeto, mostraram ligeiras reações positivas para cobre em amostras de carvão. Sob lupa binocular, pode-se observar uma estrita associação destas reações de cobre com a pirita. Suspeita-se que o cobre esteja contido em solução sólida nos cristais de pirita, uma vez que não foram identificados seus minerais.

Vale ressaltar que eventualmente a estrutura cristalina da pirita pode assimilar até 600 ppm de Cu, não se constituindo porém, em um bem mineral economicamente explorável.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Projeto Irati foi realizado dentro do cronograma previsto pela Ordem de Serviço 01/80 do Convênio Mineropar/Nuclebrás, ou seja, mapeamento geológico de 815 km<sup>2</sup> em 10 meses.

Ficou definido através do presente trabalho:

- a caracterização litológica e a distribuição dos três ciclos de sedimentação do Membro Triunfo que ocorrem na área;
- o modelo paleogeográfico;
- o potencial geológico para os bens minerais prospectados.

O 2º ciclo deposicional encontrado em toda a área é representado por arenitos grosseiros a conglomeráticos, esbranquiçados, com estratificações cruzadas encimados por siltitos argilosos, carbonosos e carvões. Caracteriza uma sequência prográdacional deltáica.

O 3º ciclo de ocorrência limitada a porção sul é constituído por arenitos médios a finos, amarelados, bioturbados e banqueados, seguidos por vezes de siltitos argilosos

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

cinza, laminados. Denota uma deposição transgressiva em ambiente de mar costeiro em zona estuarina; consequência do afoamento da planície deltáica.

O 4º ciclo encontrado em toda a área, é formado por um pacote heterogêneo de arenitos amarelados sotopostos por siltitos argilosos e carvões. Esta unidade é interpretada como sendo de sedimentos transgressivos, fruto do retrabalhamento pelo mar de areias advindas de terrenos continentais e despejados em zona estuarina.

O modelo paleogeográfico encontrado se encaixa dentro do sistema progradacional deltáico e estuarino na borda leste da Bacia do Paraná, que se acha na área, pouco tectonizada.

No que tange as possibilidades econômicas para urânio e carvão, pode-se concluir o seguinte:

- Não foram constatadas em superfície e nem em profundidade (furos de sondagens anteriormente realizados), valores radiométricos significativos para urânio, tanto nos folhelhos carbonosos como nos arenitos intercalados do Membro Triunfo, devido a ausência de estruturas estratigráficas, tect nicas e processos concentradores favoráveis para esse elemento.

A existência de inúmeras ocorrências de carvão de espessuras centimétricas e de baixo poder calorífico, situadas nos mangues costeiros dos topos do 2º e 4º ciclos mostram-se economicamente pouco significativas, mas indicam a gera o abundante deste bem mineral na área, não se devendo excluir a possibilidade de espessuras maiores e de melhor qualidade virem a ser encontradas nas áreas selecionadas. Por esses motivos propõe-se um plano de sondagens de cerca de 10.000 metros de cunho estratigráfico, na metade sul do Projeto e na região de Imbituva.

O mapa e o relatório apresentado serve como arma importante para futuros trabalhos como sondagens, lavras, hidrologia, levantamentos geoquímicos, como também aventar hipóteses econômicas para outros bens minerais na região.

**NUCLEBRÁS**  
**EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.**

**7. BIBLIOGRAFIA**

Aboarrage. M & Daemon - 1975 - "Relatório Integrado Projetos Carvão" - CPRM - D.A.D.

Barrabê, L. Feys R. - "Geologia do Carvão" - CPRM - Diretoria da Área de Pesquisa - Tradução: Aboarrage A, Daemon R, Santos A, Barradas Y.

Blatt, H. Mid Mton. G & Murray R-1972 - "Origin of Sedimentary Rocks - "by Prentice - Hall. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

\*

Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná - 1978 - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina - Governo do Paraná, Secretaria da Agricultura, 41 p.

Conybeare, C & Crook, K - 1968 - "Manual of sedimentary Structures" - Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra A.C.T.

Curragey, J. - 1964 - "Transgressions and Regressions" - In: Miller R.L. ed., Papers in Marine Geology (Shepard Commemorative volume). N. York.

Daemon R. F.- 1978 - "Resultados para a Pesquisa do Urânio Advindas do Mapeamento Faciológico área de S. J. do Triunfo. NUCLEBRÁS - ECUR. PM. Nota Técnica 02/78.

Fischer W, Brown. L. Scott A., McGowen T. - 1969 - "Delta Systems in the Explorations for Oil and Gas" - Bureau of Economic Geology. The University of Texas at Austin Texas.

**NUCLEBRÁS**  
**EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.**

Fischer W., Proctor C., Galloway W., Nigle J. - 1970 - "Depositional Systems in the Jackson Group of Texas Their - Relationship to Oil, Gas, and "Uranium". Bureau of Economic Geology. The University of Texas at Austin - Texas.

Ginsburg, R. - 1975 - "Tidal Deposits" A Casebook of Recent Examples and Fossil Counterparts - Springer-Verlang, Berlin Heidelberg. New York.

\*\*  
X Medeiros R., Filho A., Roncarati H. - 1971 - "Projeto Rio Bonito". Petrobrás. DEXPRO-DESUL - Relatório nº 402.

Medeiros R., Schaller H., & Friedman G.- 1971 - "Facies Sedimentares" - Rio de Janeiro (CENPES) Divisão de Documentação Técnica elatentes (DIDOP), Ilha do Fundão.

X Mullman H., Schneide R., Tommes E. Medeiros R., Daemon R., Nogueira A. - 1974 - "Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná" DEXPRO, DESUL relatório 444.

X Pettijohn, F. Potter. P, Siever R.- 1972 - "Sand and Sandstone" Library of Congress Catalog Card Number 79-168605.

X Pettijohn & Potter - 1964 - "Atlas of Sedimentary Structures" Springer Verlag, New York.

X Reineck H. & Singh. I. - 1973 - "Depositional Sedimentary Environments" ISBN 3-540-06115-0 Spreinger Verlag Berlin Heidelberg New York.

X "Sedimentary Environments and Facies", Editado por H.G. Reading, Black-well Scientific Publications, 8 Jonh Street London WC1N2ES.

# NUCLEBRÁS

## EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

Schneider R. & Castro.J. - 1975 - "Análise Estratigráfica, Sedimentologica e Possibilidades Petrolíferas da Formação Rio Bonito no Sudeste do Paraná Petrobrás - Rel. DESUL.

Swanson, V.-1960 - "Oil Yield, and Uranium Content of Black Shales" United State Government Printing Office, Washington.

Seanson V.- 1961 - "Geology and Geochemistry of Uranium in Marine Black Shales" - United States Government Printing Office, Washington.

Tschudy. R. & Scott. R. - 1969 - "Aspects of Palynology" John Wiley & Sons, Inc, Library of Congress Catalogue Card - Number: 73-84968.

Vatan, A. - 1967 - "Manual de Sedimentologie" Editions Technip, 7 Rue Nelaton, Paris 15<sup>e</sup>.

\*\*\*

Willianson, I. - "Coal Mining Geology" - Capítulo 18 - CPRM - D.A.P. Tradução Daemon R, Abqarrage A, Santos A, Barrada V.

### RELATÓRIOS INTERNOS

- PROJETO TRIUNFO - Avaliação de Área - 1976
- PROJETO TRIUNFO - Mapeamento Geológico - 1977
- PROJETO S.MATEUS DO SUL - Mapeamento Geológico - 1978
- PROJETO TRIUNFO - Sondagem - 1978
- NOTA TÉCNICA Nº 2 - Roberto Ferreira Daemon

# NUCLEBRÁS

EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S.A.

- \* Bourgeois, J., 1980 - A transgressive shelf sequence exhibiting hummocky stratification: The Cape Sebastian Sandstone (Upper Cretaceous), southwestern Oregon Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 50, nº 3, pp. 681-702. Il.
- \*\* LOCKZY, L & LADEIRA E.A. (1976) - "Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica" - São Paulo Editora Edgar Blücher Ltda, pp. 528 , p. ilustr.
- \*\*\* Walker, R.G. 1979. Facies Models 7. Shallow marine sands. In: Geoscience Canada, Reprint Series 1, Facies Models, Ed. R.G. Walker, - Geological Association of Canada, pp. 75-89, Il.



FOTO 1

Contato erosivo Folhelho Passinho (Grupo Itararé) e arenitos grosseiros, base do 2º ciclo (Mb. Triunfo-Fm. Rio Bonito). Seção IAx-4

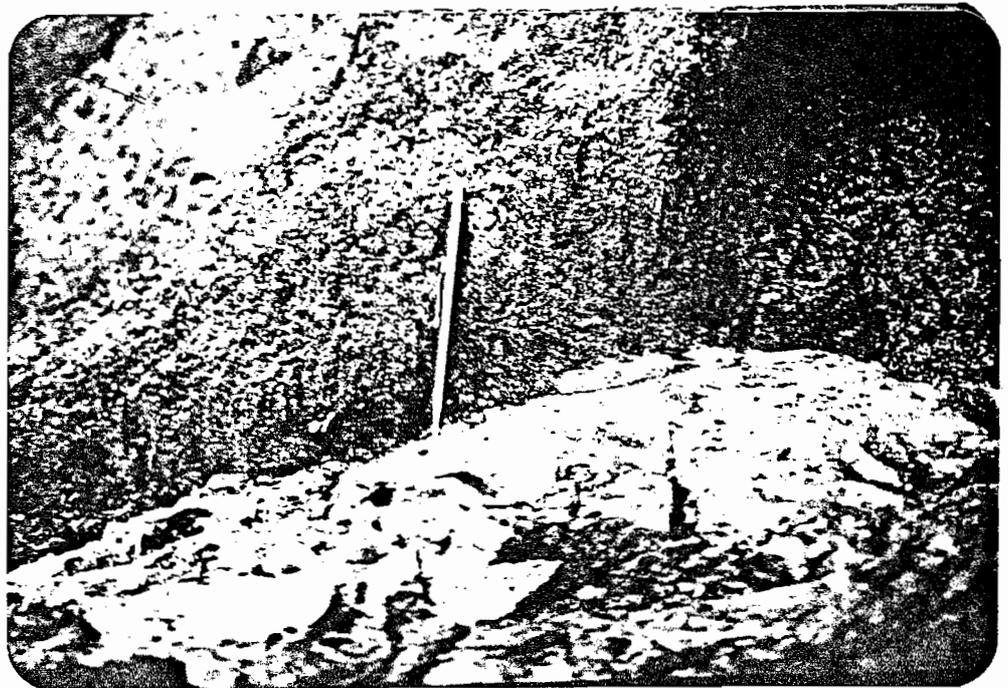


FOTO 2

Detalhe foto anterior: Mostrando conglomerado basal do 2º ciclo e Folhelho Passinho.

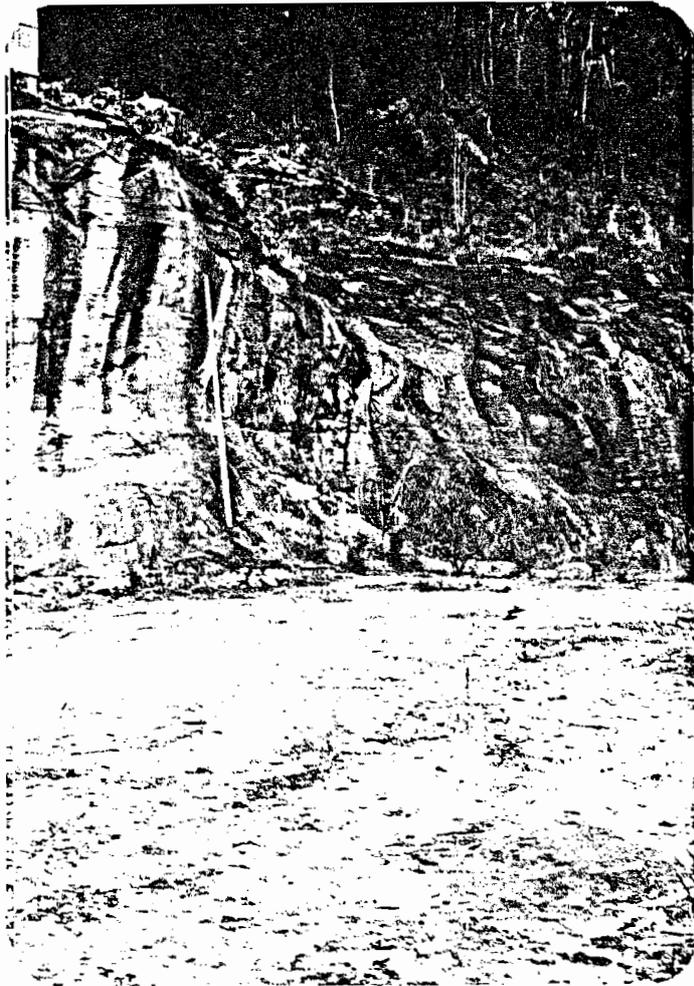


FOTO 3

Vista parcial do afloramento ASC-29, Seção IT-1. Arenitos grosseiros com estratificação cruzada acanalada encimados por interlaminação de siltitos, argilitos carbonosos e um nível de carvão.



FOTO 4

Detalhe da foto anterior. Arenitos grosseiros, do 29º ciclo, com estratificação cruzada, acanalada de médio porte.

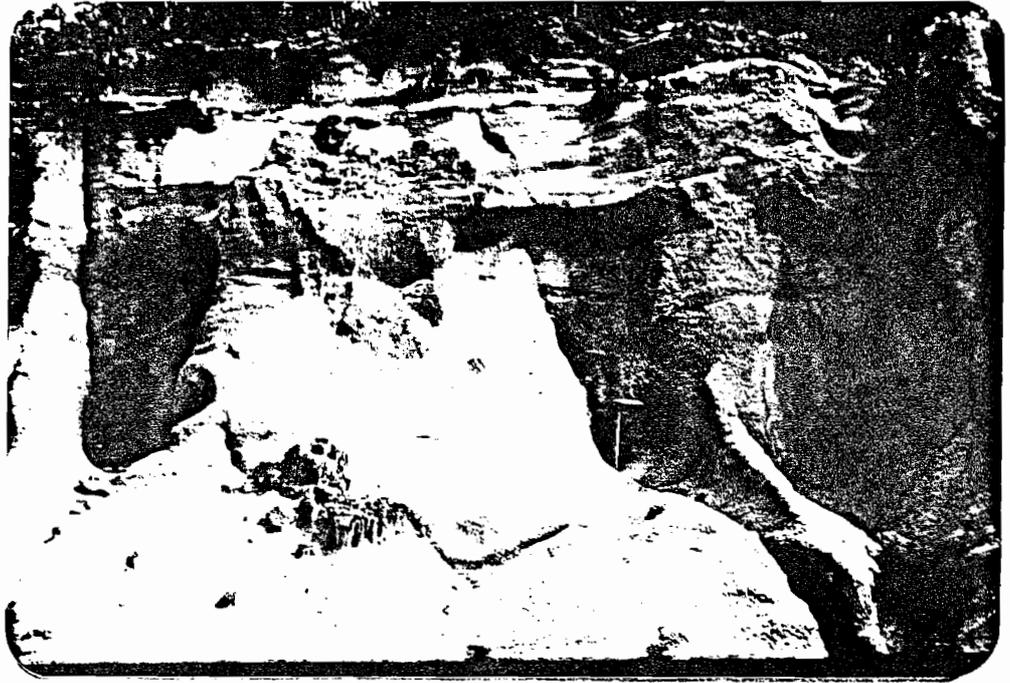


FOTO 5

Arenito grosseiro de estratificação cruzada planar e acanalada do 2º ciclo. Seção IT-1.



FOTO 6

Fragmentos do Folhelho Passinho incluído no arenito grosseiro, base do 2º ciclo. Seção IAx-4.



FOTO 7

Interlaminação de siltitos e argilitos com estruturas plano-paralelas e marcas de onda lenticulares. Tais sedimentos - marcam o topo do 2º ciclo. Seção IT-1.



FOTO 8

Nível de carvão, intercalado a siltitos e argilitos do topo do 2º ciclo. Seção IT-2.

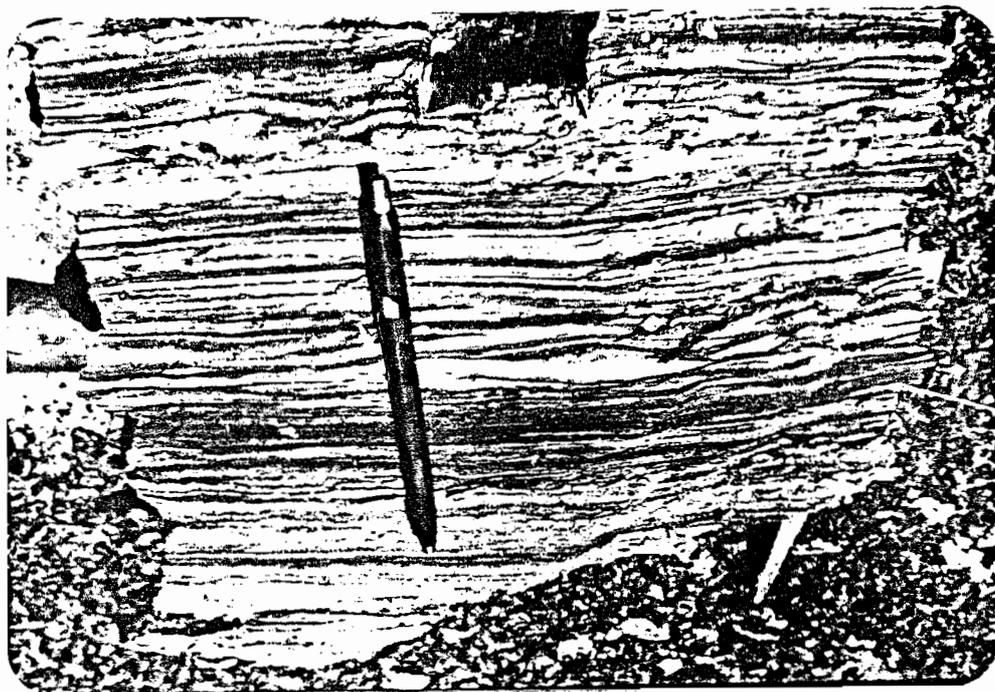


FOTO 9

Detalhe da Foto 7. Topo do 29º ciclo.



FOTO 10

Bioturbação na transição 29º ao 30º ciclo.  
Siltitos e argilitos com estruturas plano-paralelas. Seção IT-1.



FOTO 11

Contato por falha dos siltitos e argilitos carbonosos do topo do 2º ciclo com os arenitos finos com argilas floculadas do 3º ciclo, à direita. Seção IT-1.

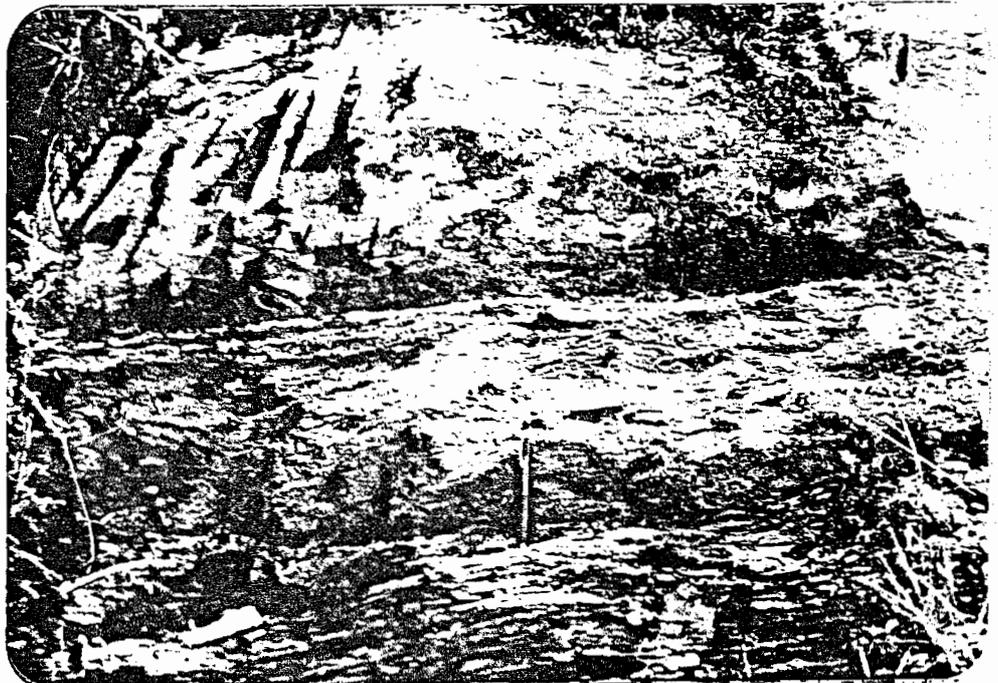


FOTO 12

Arenito fino bioturbado com galhas de argila do 3º ciclo.

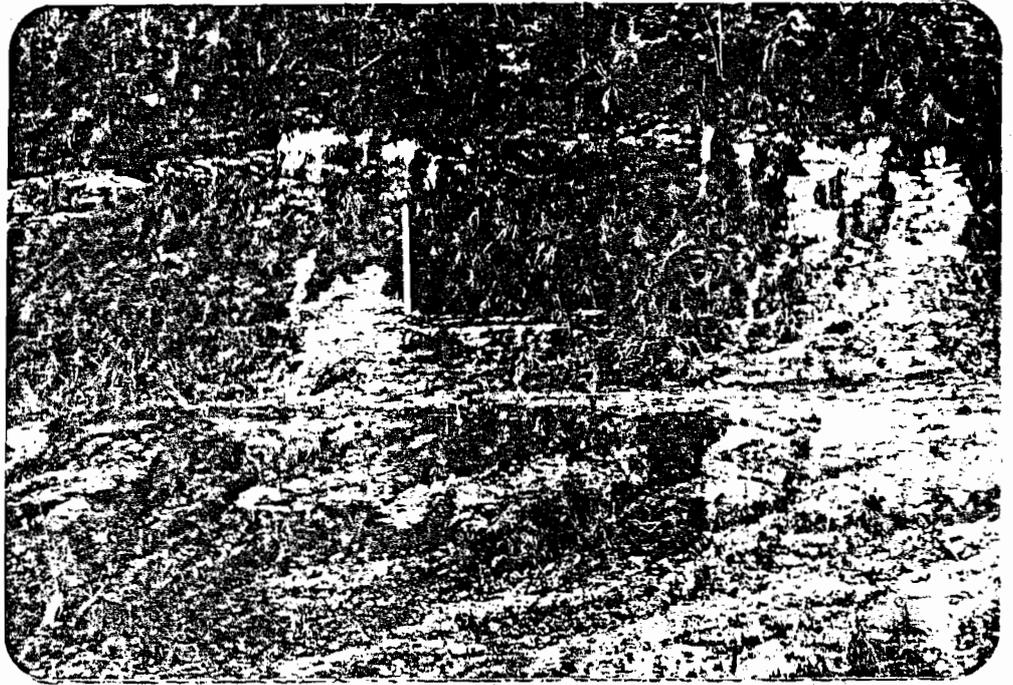


FOTO 13

Arenitos do 3º ciclo, mostrando na porção média-inferior o carácter maciço devido a bioturbação. Na porção média-superior o arenito apresenta-se banqueado com flocos de argila e estratificação subparalela. Seção IT-1.

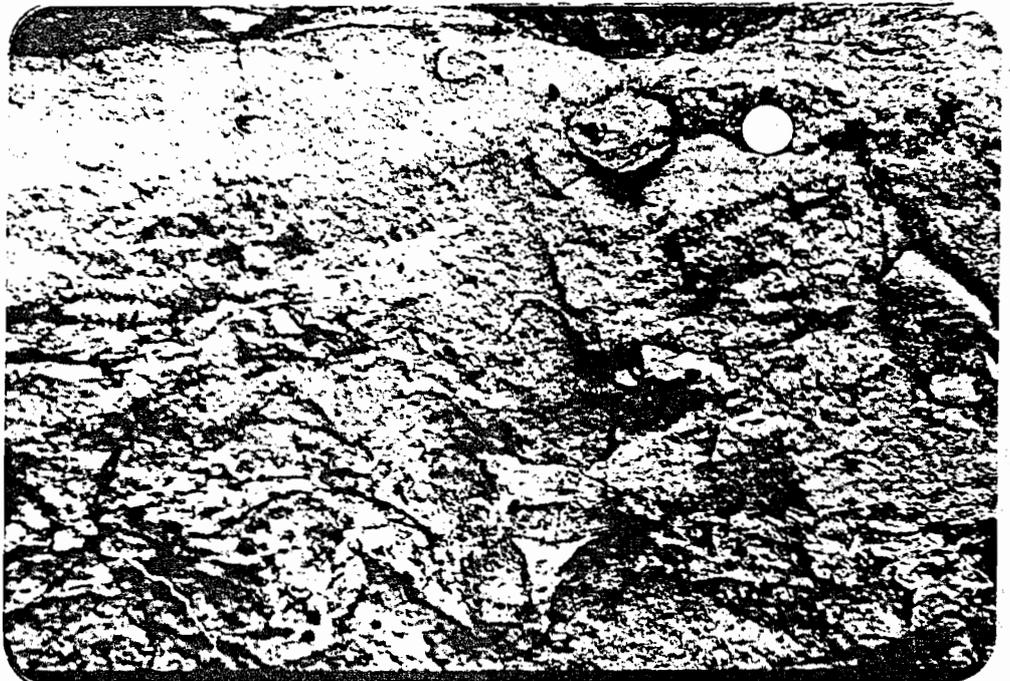


FOTO 14

Detalhe de carácter maciço devido a bioturbação na porção média inferior do 3º ciclo. Tubos com 4 cm de diâmetro. Seção IAx-6.



FOTO 15

Arenitos do 3º ciclo, mostrando a porção média-superior. Estratificação subparalela e banqueamento com flocos de argila. Seção IT-1.

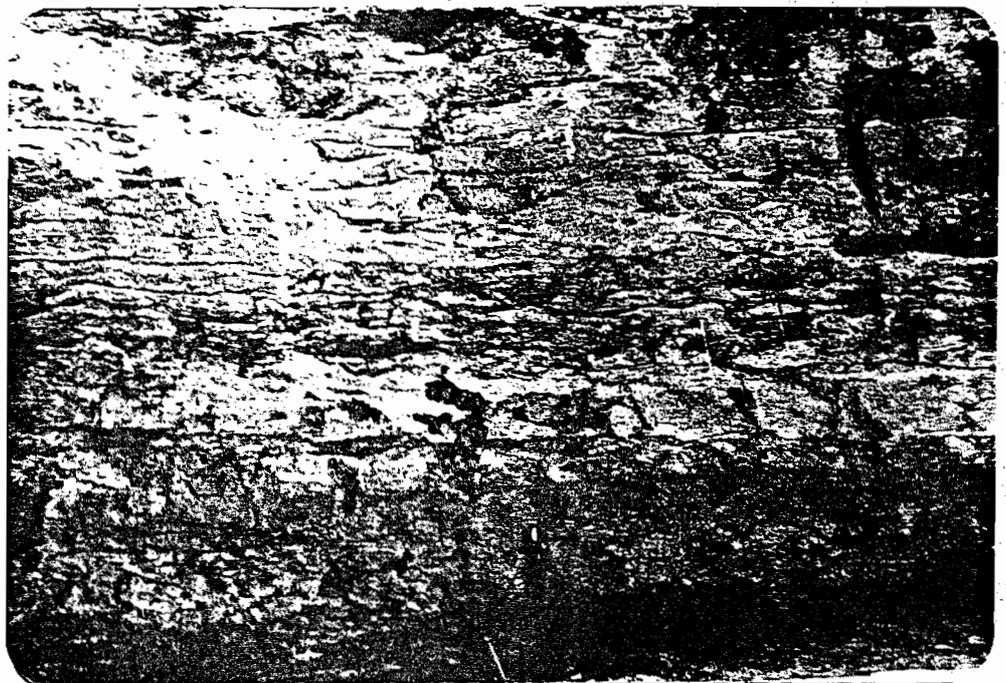


FOTO 16

Detalhe da foto anterior. Flocos de argila nos arenitos banqueados do 3º ciclo. Seção IT-1.

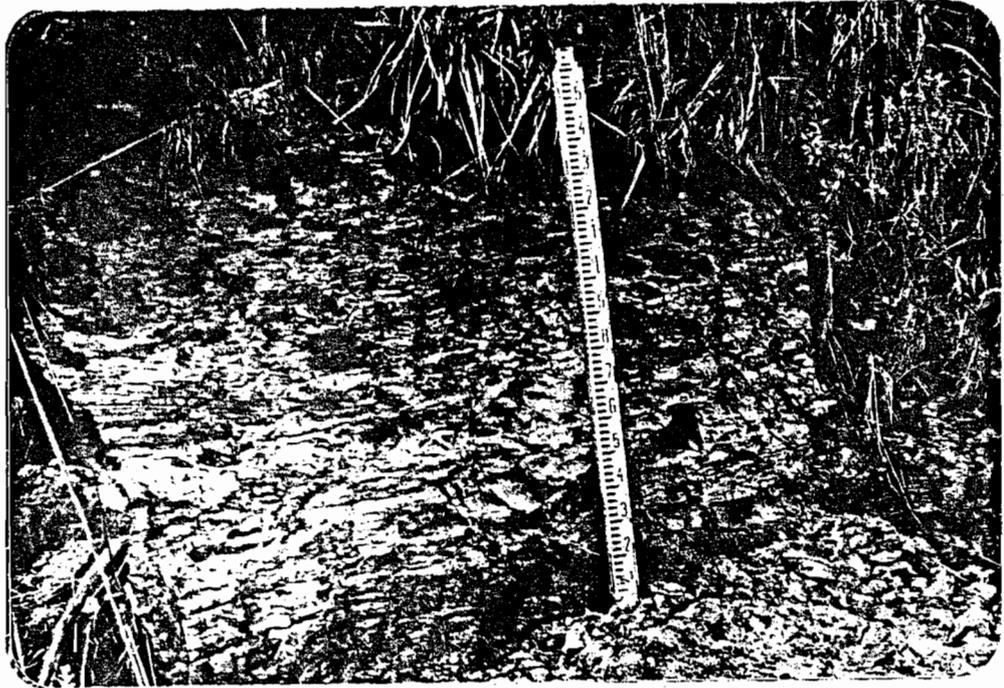


FOTO 17

Planície de Marê, topo do 3º ciclo. Na base, soleira de diabásio. Seção IT-1.

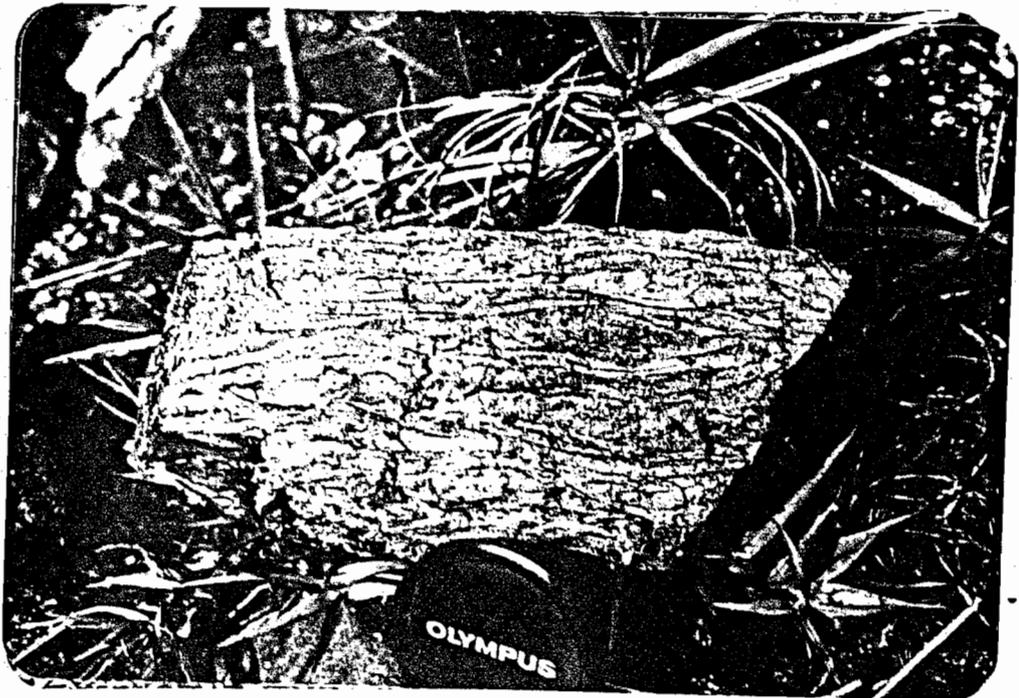


FOTO 18

Detalhe da foto anterior. Marcas onduladas mostrando estruturas "flaser" características. Em alguns pontos, nota-se tendência da formação de estruturas lenticulares. Seção IT-1.

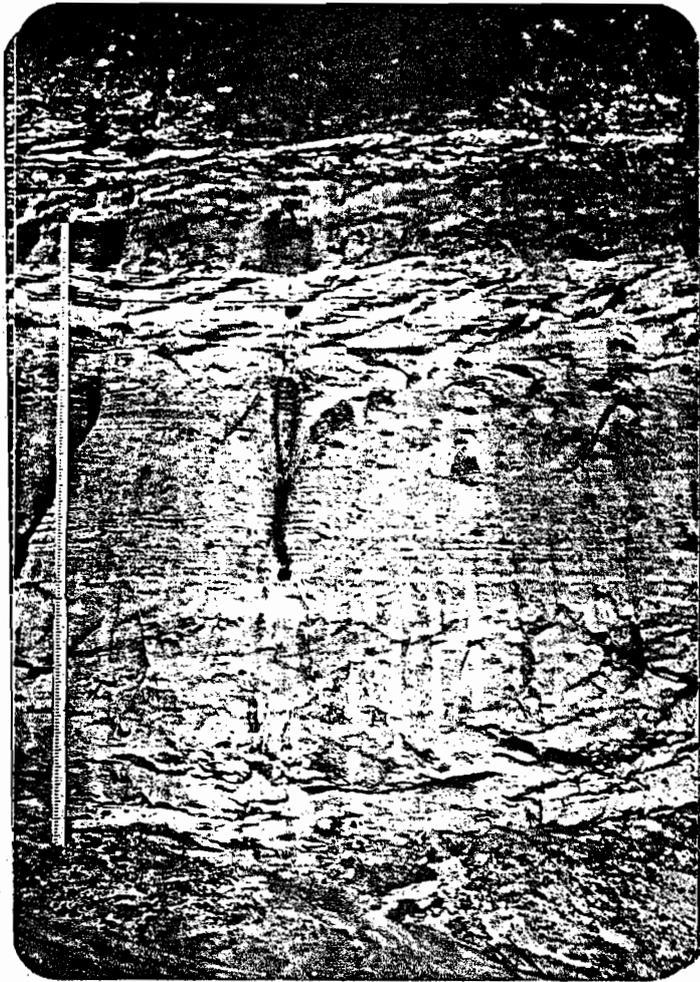


FOTO 19

Arenitos do 4º ciclo, mostrando cerca de 3 metros de arenitos de estratificação plano-paralela. Sobrepoem-se arenitos com estratificação sub-paralela e cruzada de cerca de 20º. A sequência termina com interlaminações argilo-arenosas com marcas de ondas. Seção IT-1.



FOTO 20

Detalhe da foto anterior, mostrando estratificação cruzada de cerca 20º. Relacionam-se provavelmente a dunas costeiras.



FOTO 21

Arenitos do 4º ciclo, mostrando megamarcas de ondas truncadas do tipo "hummocky". Seção IT-2.

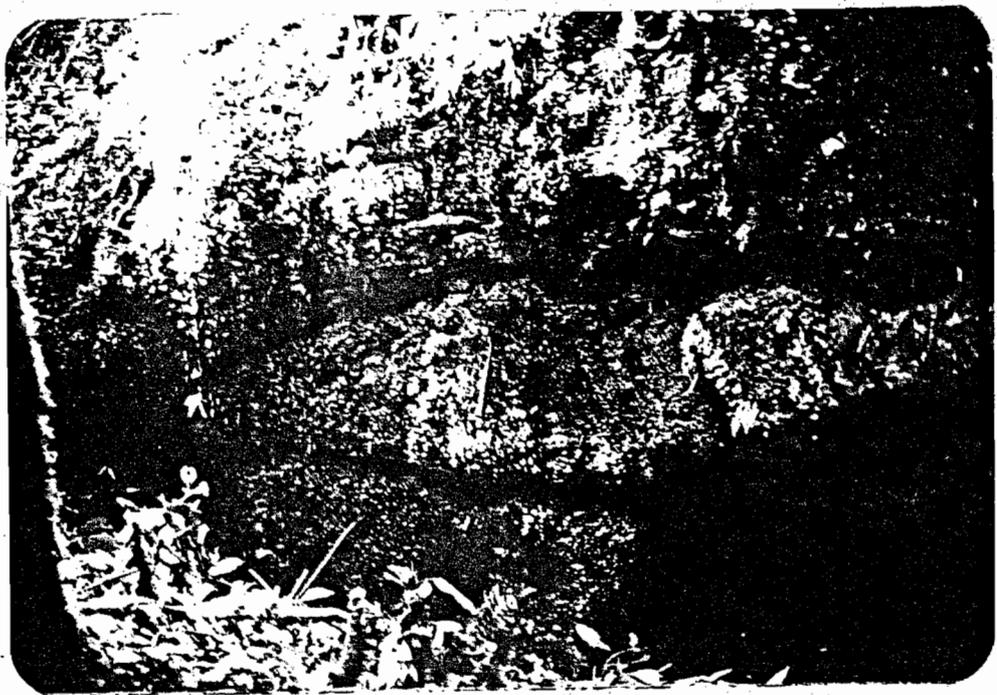


FOTO 22

Arenitos do 4º ciclo, mostrando em detalhe, uma megamarca de onda truncada do tipo "hummocky". Seção IT-9.

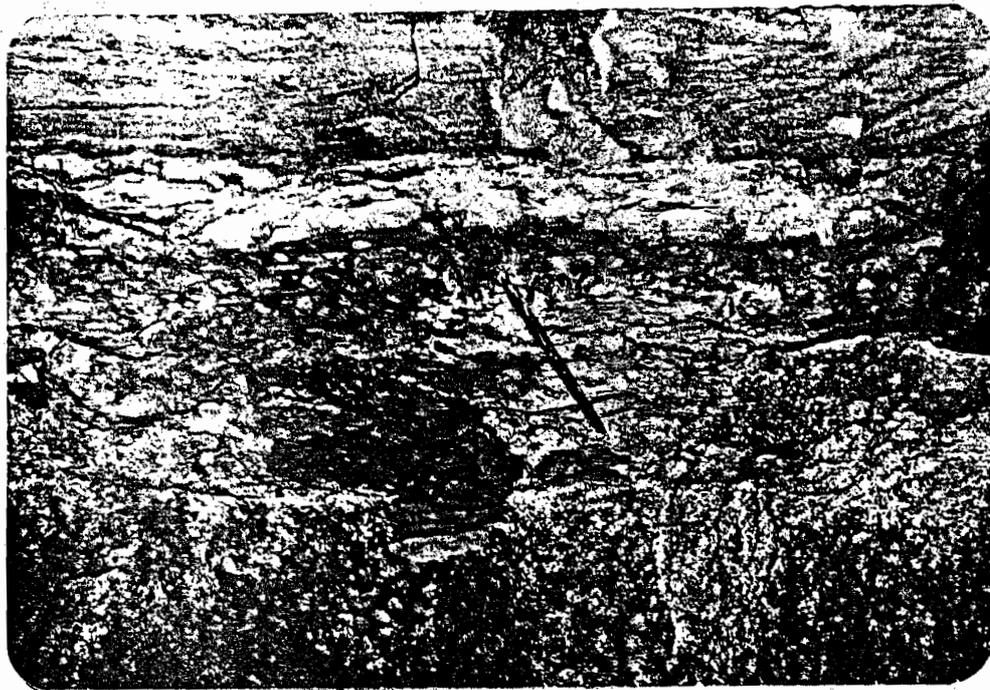


FOTO 23

Conglomerado polimicto com seixos bem arredondados. São níveis que se intercalam em arenitos - grosseiros do 4º ciclo, junto as megamarcas de ondas truncadas-"hummocky".



FOTO 24

Arenitos do Membro Paraguaçu com estratificação cruzada planar na base, e plano-paralela no topo, gerados em ambiente marinho litorâneo-Local: Fernandes Pinheiro.

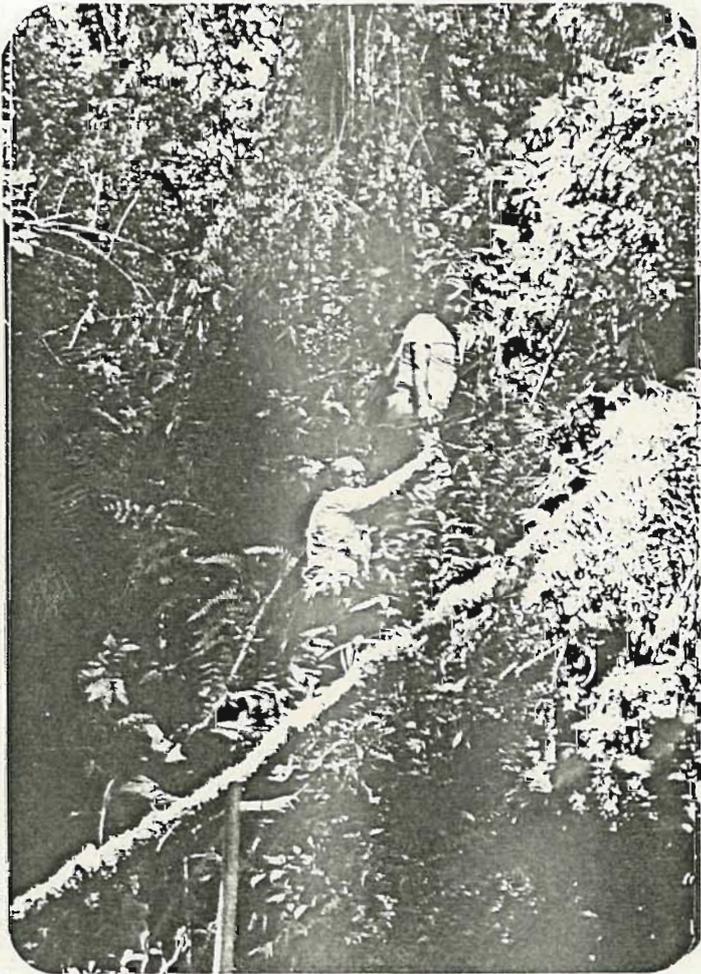


FOTO 25

Detalhe de acesso às  
drenagens.

