

MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S.A.

PROJETO MARINS

MAPEAMENTO DE SEMI DETALHE PARA CARVÃO NA ÁREA DE MARINS -
CERRO AZUL (RESERVA - IPIRANGA, ESTADO DO PARANÁ)

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO



JULHO 1981

559-0-04
19-11-81
0-1-84
0-1-84
0-1-84

EQUIPE EXECUTORA

Antônio Jorge Vasconcellos Garcia
Maria Elizabeth Eastwood
Lúcio Carneiro Filho
Valesca Brasil Lemos

Laura Helena B. Lopes dos Santos
Emílio Carlos Prandi
Ana Barbosa da Silva
Milton Jorge Pereira
Milton Pereira
Terezinha Gomes B. Kishimoto

Supervisão:

José Maria Pinto Oliveira
Paulo Sérgio Gomes Paim

INDICE

	página
1.0 APRESENTAÇÃO	3
2.0 RESUMO	5
3.0 INTRODUÇÃO	8
4.0 ASPECTOS GEOGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA	11
4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	12
4.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	13
4.3 RELEVO	14
4.4 HIDROGRAFIA	15
5.0 METODOLOGIA	16
6.0 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	21
6.1 A FORMAÇÃO RIO BONITO NO ESTADO DO PARANÁ	31
7.0 TRABALHOS ANTERIORES NA ÁREA DO PROJETO MARINS	38
8.0 CONDICIONAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL	41
9.0 ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO	44
10.0 CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES LITOFACIO- LÓGICAS INDIVIDUALIZADAS	49
10.1 SEQUÊNCIA A1	51
10.2 SEQUÊNCIA A2	53
10.3 SEQUÊNCIA B	56
10.4 SEQUÊNCIA C1	58
10.5 SEQUÊNCIA C2	61
10.6 SEQUÊNCIA C3	65
10.7 SEQUÊNCIA D	67
10.8 SEQUÊNCIA E	68
10.9 SEQUÊNCIA F	70
10.10 SEQUÊNCIA G	71
10.11 SEQUÊNCIA H	73
10.12 SEQUÊNCIA I	76
10.13 SEQUÊNCIA J	78

	página
11.0 RESUMO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS A PARTIR DE ANÁLISES PETROGRÁFICAS, PALINOLÓGICAS E PALEOBOTÂNICAS	81
12.0 IDADE	86
13.0 PALEOGEOGRAFIA, INTERRELACIONAMENTO DE PALEOAMBIENTES E TECTÔNICA SEDIMENTAR	88
14.0 ASPECTOS ECONÔMICOS	101
15.0 CONCLUSÃO	109
16.0 BIBLIOGRAFIA	112

1.0 APRESENTAÇÃO

1.0 APRESENTAÇÃO

O presente volume contém o Relatório Final do denominado PROJETO MARINS, o qual consistiu de mapeamento de semi-detalle para prospecção de carvão, em escala 1:25.000, cobrindo uma área, estabelecida pela MINEROPAR-Minerais do Paraná S/A, de 198 km² situada ao sul da cidade de Reserva, no Estado do Paraná.

O trabalho, ora apresentado em sua forma definitiva, adveio do Contrato de Prestação de Serviços nº 003/81, firmado entre a MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A e a TECNOTEMA - Estudos e Projetos S/C Ltda, datado de 03.02.1981.

As informações contidas neste volume são complementadas pela coleção dos DESENHOS DO PROJETO, que fazem parte do Volume 2 do referido Projeto, bem como pelo Volume 5 que encerra os resultados dos ESTUDOS PETROLÓGICOS, PALINOLÓGICOS E PALEBOTÂNICOS realizados na área.

Curitiba, 31 de julho de 1981.

2.0 RESUMO

2.0 RESUMO

O presente trabalho expõe os resultados obtidos através do mapeamento geológico de semi-detulhe, em escala 1:25.000, nas regiões de Marins, Fazenda Marçal, Remanso, Morro Chato, Serra do Caixão, Tuneiras, Cerro Azul e Irara, entre as cidades de Reserva e Ipiranga, no Paraná, o que substanciou o denominado PROJETO MARINS.

No decorrer dos trabalhos, foram descritos 374 pontos, em alguns dos quais foram detalhadamente levantados 56 perfis estratigráficos. De posse destes dados e das descrições de 8 furos de sondagem realizados pela CPRM/MINEROPAR (5) e NUCLAM (3), foram confeccionadas 2 seções estratigráficas, 13 seções geológicas e 2 diagramas estratigráficos.

Através da análise dos atributos sedimentológicos das litologias descritas, foi possível obter um satisfatório conhecimento das prováveis situações de deposição das mesmas. Um estudo integrado, utilizando, fundamentalmente, dados sedimentológicos e amparado por informações provenientes de análises petrográficas, físico-químicas, palinológicas e paleobotânicas dos sedimentos carbonosos e/ou fossilíferos encontrados, viabilizou a elaboração de uma coluna estratigráfica composta, onde os níveis analisados foram devidamente situados.

Características distintas foram observadas com relação às unidades litofaciológicas do Membro Triunfo, ao norte e ao sul da área, o que conduziu a uma subdivisão do mesmo em distintas seqüências sedimentares.

Algumas destas seqüências individualizadas representam particularidades paleoambientais, possivelmente restritas. Porém, a caracterização das mesmas permitiu um melhor entendimento da dinâmica sedimentar atuante na área.

Cinco esboços paleogeográficos foram elaborados, numa tentativa

de melhor representar a provável evolução geológica, à época da sedimentação das diversas seqüências.

Um mapa geológico, na escala do mapeamento (1:25.000), e um mapa litológico do Membro Triunfo, compatível com a escala do trabalho, mostram a distribuição das seqüências aflorantes.

Os dados disponíveis até esta oportunidade, permitiram o estabelecimento de dois blocos prioritários de pesquisa: o Bloco Marins-Fazenda Marçal (Prioridade 1) e o Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão (Prioridade 2). No primeiro foi possível estabelecer, a nível de semi-detálhe, aproximadamente a área de abrangência da camada de carvão de interesse econômico que mostra uma espessura média de 50 centímetros. Deste modo, calcula-se uma reserva em torno de 2,5 milhões de toneladas ROM, no Bloco Marins-Fazenda Marçal.

O Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão apresenta espessuras significativas de sedimentos carbonosos, porém a qualidade dos mesmos coloca o bloco em um nível de prioridade inferior a Marins-Fazenda Marçal.

3.0 INTRODUÇÃO

3.0 INTRODUÇÃO

A área estudada ocupa uma extensão de 198 km², e se localiza ao sul da cidade de Reserva, Estado do Paraná, aproximadamente sobre o eixo principal do arqueamento de Ponta Grossa, estrutura positiva com desenvolvimento acentuado no Permiano Inferior e Médio. (Fig. 1).

Afloram na área sedimentos Permianos, representativos de quatro unidades litoestratigráficas da seqüência sedimentar gondwanica da Bacia do Paraná, a saber: Formações Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo e Irati.

Tendo em vista o interesse econômico no que diz respeito à prospecção de carvão, demonstrado na seqüência sedimentar da Formação Rio Bonito, o presente trabalho mantém sua atenção voltada a essa unidade, em especial para a sua porção inferior, representada pelo Membro Triunfo.

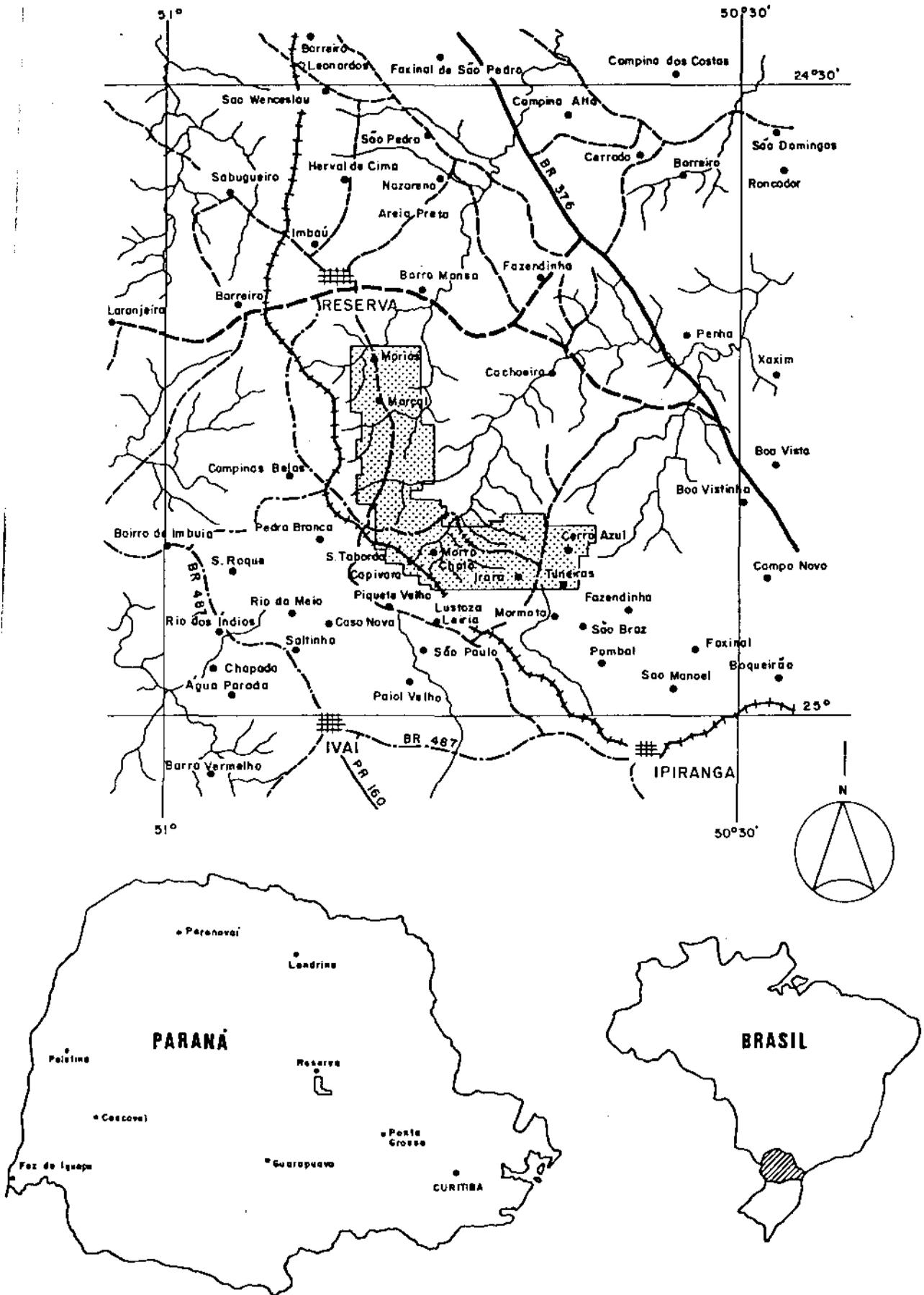
As litologias do Membro Triunfo encontram-se relativamente bem expostas, o que contribuiu para a realização de um satisfatório estudo paleoambiental, auxiliado por dados de furos de sondagem anteriormente realizados na área.

A associação evolutiva das seqüências litológicas do Membro Triunfo, de caráter progradante, com a sedimentação transgressiva do Membro Paraguaçu, pode ser verificada.

Especial atenção foi prestada às ocorrências de carvão, sedimentos carbonosos e fossilíferos encontradas, no sentido de identificar seus respectivos paleoambientes.

Ao estudo das características sedimentológicas foram incorporadas informações provenientes de análises petrográficas, físico-químicas, palinológicas e paleobotânicas dos sedimentos adequados, as quais apresentaram contribuições significativas na caracterização de tais ocorrências.

FIG. 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA



4.0 ASPECTOS GEOGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA

4.0 ASPECTOS GEOGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA

No presente item são enfocados alguns dos aspectos geográficos e geomorfológicos mais importantes acerca da área mapeada e da região circunvizinha.

4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A região abrangida pelo denominado PROJETO MARINS, estende-se desde as localidades de Marins até Cerro Azul, ao sul, envolvendo partes dos Municípios de Reserva, Tibagi e Ipiranga, situados na porção Centro Leste do Estado do Paraná.

A área compreende parte das folhas de Reserva, Campinas Belas e São Bento do Amparo, enquadrando-se entre as coordenadas 24º 42' 45" e 24º 52' 56" de latitude sul e 50º 37' 45" e 50º 50' 05" de longitude W de Greenwich, conforme ilustra o mapa em anexo.

A superfície total da área mapeada alcançou, ao final dos trabalhos, cerca de 350 km², sobrepassando os 198 km² de área originalmente proposta pela MINEROPAR.

Geograficamente, a área é delimitada ao norte pelo rio Imbaú e a leste pelo arroio Cerro Azul, sendo que ao sul e a oeste não se destaca nenhum acidente geográfico. O ponto culminante da região é na Serra do Caixão, com 1.090 metros de altitude em relação ao nível do mar.

O município de Reserva, onde tem início a área do Projeto, é atingido, partindo-se de Curitiba, pela BR-277 até São Luiz do Purunã para daí tomar-se a BR-376 (Rodovia do Café). Na altura do km 189, entra-se numa vicinal à esquerda (PR-441) que leva à cidade de Reserva. Até a PR-441, todo o percurso é feito por rodovias pavimentadas, estando o trecho estadual em obras de pavimentação.

O acesso à área dá-se a partir de Reserva em direção ao sul, por

estrada não pavimentada, num percurso de 6,5 km até a localidade de Marins, onde tem início a área do Projeto.

As vias de acesso mostram condições precárias de tráfego, sem revestimento e, na maioria das vezes, encontram-se abandonadas, dificultando a trafegabilidade mesmo em condições climáticas favoráveis.

Existe ainda o acesso ferroviário à região, feito por intermédio da Estrada de Ferro Central do Paraná, operado pela RFFSA e que cruza a área no seu canto sudoeste. A estação de embarque, importante para o caso do carvão, é Reserva, distante cerca de 20 km do extremo norte da área mapeada.

4.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A população residente nos municípios de Reserva, Tibagi e Ipiranga é da ordem de 60.500 habitantes, sendo mais populoso o município de Tibagi com uma população de 25.500 habitantes. A população rural predomina na área, correspondendo a 82% do total residente.

A mão de obra ativa, na região envolvida, é da ordem de 23.700 pessoas, concentrada principalmente em atividades agropecuárias e silvicultura.

As atividades econômicas predominantes são a agricultura, desenvolvida principalmente no município de Reserva, nos cultivos de soja, feijão, arroz e milho, nos quais é importante o grau de mecanização alcançada. A parte correspondente ao município de Tibagi destaca-se pela pecuária, compreendendo bovinos, suínos, equinos e, em menor expressão, ovinos. Nas proximidades de Ipiranga, registra-se intensa atividade na implantação de reflorestamentos de *Pinus ellioti*, *Eucaliptus* e outros lenhos, de propriedade das Indústrias Klabin do Paraná, para produção de papel e celulose.

As atividades industriais são bem pouco desenvolvidas, restringindo-se às indústrias madeireiras e de alimentos, sendo as últimas em pequeno número. O comércio é incipiente, como decorrência do índice de desenvolvimento da região, sendo a estrutura bancária atendida apenas por 4 agências de bancos comerciais.

4.3 RELEVO

A área de Marins situa-se no Segundo Planalto Paranaense, no compartimento representado pelo Planalto de Ponta Grossa, o qual contém sedimentos paleozóicos e mesozóicos não perturbados por movimentos orogênicos, suavemente inclinados para W, SW e NW, conforme define R. MAACK (1968).

Em virtude da deposição destes sedimentos, suavemente inclinados para oeste, forma-se uma paisagem geral de escarpas típicas de cuestas, com as testas dirigidas para leste.

Apesar das altitudes médias situadas entre 700 e 800 m, que chegam até 1.000 a 1.100 metros nas áreas mais elevadas, a faixa que apresenta uma evolução de denudação periférica exibe caracteres típicos, em função das estruturas geológicas monoclinais ou sub-horizontais, soerguidas juntamente com a borda cristalina.

Além das estruturas monoclinais, falhamentos e fraturamentos, as intrusões de eruptivas básicas fazem com que o Segundo Planalto Paranaense ofereça variados aspectos geomorfológicos e topográficos, desenvolvidos em função do comportamento das rochas, face aos processos morfogenéticos que encontram ambiente adequado para uma ampla e variada problemática da dissecação diferencial.

O planalto modelado nos arenitos permianos desenvolve faixas de larguras e altitudes variadas, alcançando cotas de 1.000 a 1.100 metros, sendo porém profundamente penetrados pela rede de drenagem que escava vales nas altitudes de 700-800 m, como ocorrido na Serra do Caixão, ao sul da área do Projeto. Remanescem, em locais semelhantes, como pontos mais elevados da área, as intru-

sões relativas aos "sills" de diabásio. Ainda como documento do magmatismo pós-Triássico, observa-se sistema de fendas de tração, dirigidas aproximadamente N40-60W, preenchidas por rochas eruptivas básicas, originando espigões alongados.

4.4 HIDROGRAFIA

A rede de drenagem da área de Marins pertence à bacia hidrográfica do Rio Tibagi, principal afluente do rio Paranapanema.

Os principais coletores da área são os rios Imbaú, Imbauzinho, do Tigre, Areia Branca e Capivari, com inúmeros afluentes.

No estudo da paisagem física da região existe uma variedade de padrões de drenagem, os quais podem ser definidos como dendrítico, paralelo a sub-paralelo e angular.

As rochas, devido à sua relativa permeabilidade, ocasionam um maior infiltramento das águas superficiais, o que reflete em densidade média de concentração da drenagem.

Inúmeros cursos d'água conseqüentes, alinhados segundo a direção das principais linhas tectônicas, acham-se dispersos por toda a área, principalmente segundo as direções NE e NW.

5.0 METODOLOGIA

FIG. 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE PERFIS ESTRATIGRÁFICOS (AFLORAMENTOS E SONDAJENS)

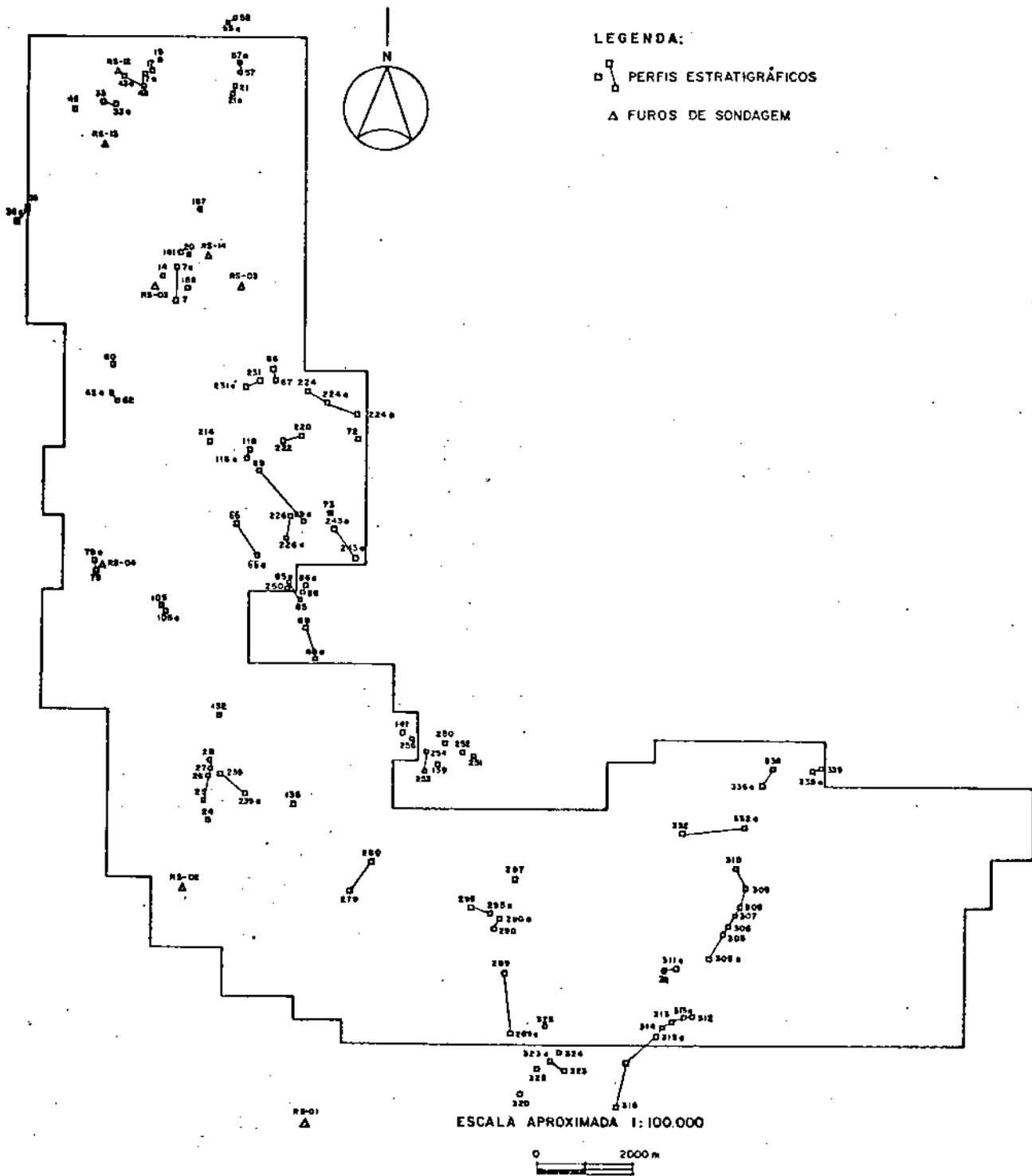
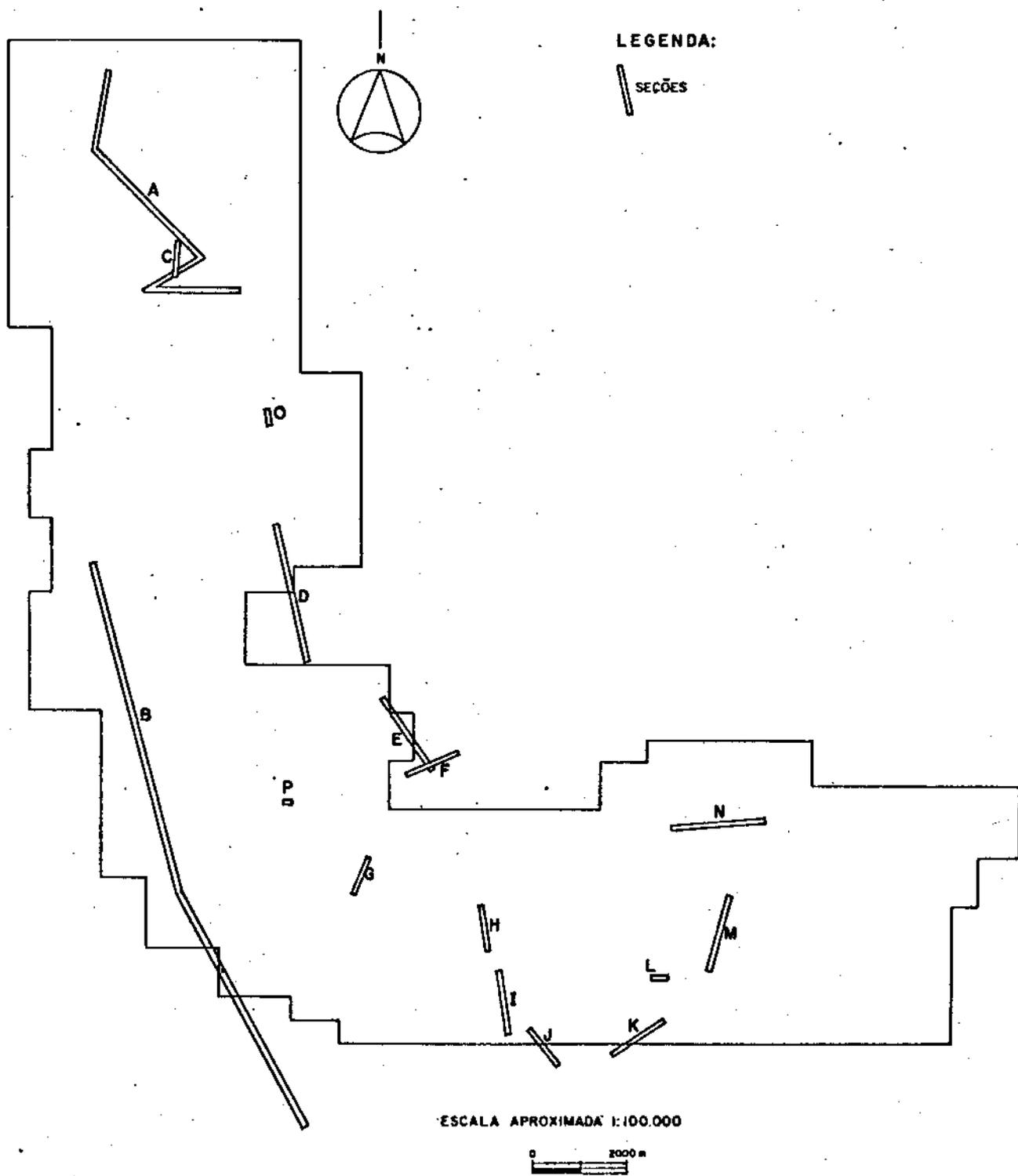


FIG. 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE SEÇÕES



Na caracterização dos prováveis ambientes deposicionais das seqüências litofaciológicas individualizadas foram utilizados critérios de interpretação, vinculados com tipos litológicos, estruturas sedimentares, seleção e maturidade dos sedimentos, forma e arredondamento dos grãos, tipo de contato basal entre unidades litológicas, cor, tamanho máximo de grãos e relação grão-matriz nos ruditos, bem como a presença de particularidades conspícuas de determinadas condições deposicionais, tais como presença de matéria carbonosa, de calcário, conteúdo fossilífero, etc.

O procedimento utilizado na construção de perfis estratigráficos, bem como os critérios empregados na descrição dos mesmos, procuram propiciar uma visualização dos dados capaz de ^{complicar} facilitar as interpretações paleoambientais e as correlações entre as seqüências litofaciológicas, além de expressar os caracteres sedimentológicos de uma forma gráfica adequada (GARCIA, A.J.V. e EASTWOOD, M.E., em preparação).

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

6.0 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

6.0 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A subdivisão do Grupo Tubarão, mais aceita atualmente, é aquela proposta por R.L. SCHNEIDER, et alii (1974) em trabalho apresentado por ocasião do 28º Congresso Brasileiro de Geologia, quando elevam o Grupo Tubarão à categoria de supergrupo e o caracterizam da seguinte maneira:

SUPER	GRUPO	FORMAÇÃO PALERMO		
		FORMAÇÃO	MEMBRO SIDERÓPOLIS	
			MEMBRO PARAGUAÇU	
GRUPO	GUATÁ	RIO BONITO	MEMBRO TRIUNFO	
			FORMAÇÃO RIO DO SUL	
			FORMAÇÃO MAFRA	
TUBARÃO	GRUPO	FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE		
		ITARARÉ		

Entretanto, estudos recentes tem demonstrado uma maior aplicação desta proposição, apenas para os estados de Santa Catarina e Paraná, onde, mesmo assim, sua utilização não pode ser generalizada.

F. PILATTI (1980) destaca a dificuldade em separar a "seqüência superior" da Formação Rio Bonito, na região de Imbituva, Teixeira Soares, São João do Triunfo e São Mateus do Sul. De acordo com este autor, a "seqüência inferior" pode ser perfeitamente interpretada como equivalente ao Membro Triunfo porém a "seqüência superior" apresenta marcante processo de interdigitamento, sendo difícil, separar os Membros Paraguaçu e Siderópolis.

Estudos detalhados da seqüência gondwânica inferior da margem leste da Bacia do Paraná, permitem verificar que a dinâmica deposicional responsável pela sedimentação do Grupo Itararé e Forma-

ção Rio Bonito, viu-se influenciada pela ação de elementos estruturais, os quais geraram características peculiares nos processos deposicionais.

A sedimentação na área abrangida pelo Estado do Paraná, viu-se controlada, fundamentalmente, por dois desses elementos: o Arco de Ponta Grossa, ao norte, e o Alto de Porto União, ao sul.

O arqueamento de Ponta Grossa teve considerável desenvolvimento a partir do Permiano Inferior, influenciando na deposição dos sedimentos do Grupo Itararé. O auge deste arqueamento deve ter se dado no Permiano Médio (P.C.SOARES et alii, 1974), ainda influenciando na deposição do Membro Triunfo, o qual teria iniciado sua sedimentação já no Permiano Inferior, como se verá a seguir. No Permiano Superior, "os últimos movimentos ascendentes da estrutura parecem ter afetado também a Formação Palermo" (A. NORTHFLEET et alii, 1969).

O Alto de Porto União é uma estrutura dômica pouco conhecida. Porém, as isópacas da porção superior do Grupo Itararé indicam que durante sua deposição, o Alto de Porto União já existia, separando uma sub-bacia em Santa Catarina e outra no Paraná (R.A.MEDEIROS, 1973).

Diversos aspectos litofaciológicos apresentados pelas seqüências sedimentares do Grupo Itararé e Formação Rio Bonito sugerem particularidades nas suas dinâmicas deposicionais, condicionadas exatamente pela atuação da tectônica mais ou menos pronunciada em determinadas regiões da margem cratônica da bacia.

Após um longo período de não deposição e erosão, provocado por um levantamento epirogenético generalizado da bacia, o qual causou a regressão do mar Devoniano, a Bacia do Paraná foi retomada por um novo evento subsidente no Carbonífero Superior. Assim sendo, na porção setentrional da bacia se deu a deposição de sedimentos continentais flúvio-lacustres constituintes da denominada Formação Aquidauana, que aflora atualmente nos estados de Mato

Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

Enquanto isso, ainda no Carbonífero Superior, em São Paulo, Paraná e Santa Catarina depositavam-se sedimentos continentais flúvio-lacustres, sob forte influência glacial, do Grupo Itararé. Em São Paulo, os sedimentos do Grupo Itararé depositados sob tais condições parecem estar vinculados ao que P.C.SOARES (1972) denominou de "Fácies do Tipo Tietê". No Paraná e norte de Santa Catarina, tais sedimentos fazem parte da denominada Formação Campo do Tenente, a qual tem sua faixa aflorante reconhecida ao longo da margem leste da bacia, desde o Arco de Ponta Grossa até as proximidades do Alto de Porto União, deixando de aflorar ao sul de São Bento do Sul.

A parcela glacial da seqüência sedimentar do Grupo Itararé parece apresentar, ao norte (região de São Paulo), uma maior influência de glaciações predominantemente terrestres (P.M.B., LANDIM, 1970), enquanto que ao sul (região do Paraná), a presença de folhelhos marinhos é sugestiva de glaciações basicamente marinhas de base molhada (A.J.VIEIRA e E.MAINGUÊ, 1972).

No Permiano Inferior, uma série de eventos tectônicos atuantes na região abrangida pela Bacia do Paraná deu origem a diferenças litofaciológicas importantes dentro da seqüência sedimentar do Grupo Tubarão.

Um soerguimento, iniciado provavelmente no começo do Permiano Inferior, na margem norte-nordeste da bacia, teria provocado o encerramento parcial da deposição da Formação Aquidauana, com conseqüente erosão de parte dos sedimentos depositados na fase subsidente anterior. Alguns autores (F.F.M.ALMEIDA, 1956; P.M.B.LANDIM, 1970; P.C.SOARES & P.M.B.LANDIM, 1973 e A.C.ROCHA CAMPOS et alii, 1977) consideram os sedimentos, a nordeste do Estado de São Paulo, equivalentes à parte superior do Grupo Itararé (Conjuntos C e D de A.C.ROCHA CAMPOS et alii, op. cit.), tendo em vista, a presença de seqüências avermelhadas ("Formação Aquidauana") estratigraficamente acima das intercalações marinhas de Hortolân-

día e Capivari, como registros de um prosseguimento das condições inerentes a seqüências do "Tipo Aquidauana", na porção nordeste da bacia.

Ao sul, o arqueamento do Arco de Ponta Grossa influenciou a sedimentação, de tal modo desde então, que os sedimentos do Grupo Itararé na região do arco são muito "mais arenosos e possivelmente mais continentais do que nas duas depressões deposicionais complementares formadas ao sul de São Paulo e norte de Santa Catarina" (A.NORTHFLEET et alii, op.cit).

A partir do Arco de Ponta Grossa para norte, a sedimentação ocorreu condicionada à denominada Depressão de São Paulo. O Itararé depositado nesta depressão mostra uma seqüência sedimentar não separável nos moldes propostos por R.L.SCHNEIDER et alii (op.cit.). Na depressão de São Paulo, por sua vez, é possível identificar a existência de elementos estruturais, responsáveis igualmente pelo controle regional da sedimentação. São eles: o Alinhamento de Paranapanema (elemento positivo) e o Alinhamento de Tietê (elemento negativo).

Após a sedimentação continental flúvio-lacustre, sob forte influência glacial, ter-se processado, operou-se no Permiano Inferior (A.NORTHFLEET et alii, op.cit) uma transgressão na bacia a partir do sul, a qual veio dar origem aos depósitos glácio-marinhos do Itararé conhecidos, no Paranã e Santa Catarina, com a denominação de Formação Rio do Sul. Esta sedimentação glácio-marinha teve um considerável desenvolvimento na Depressão de Santa Catarina, ao sul do Alto de Porto União. Em São Paulo e no Paranã, sua homogeneidade deposicional se viu comprometida pela atuação dos eventos tectônicos que permitiram uma heterogeneidade maior na deposição do Grupo Itararé.

A denominada Formação Mafra (Permiano Inferior) que ocorre aflorente desde a região do Arco de Ponta Grossa até as proximidades de Presidente Getúlio (SC), "transgredindo" o Alto de Porto União, possivelmente represente a manutenção de condições litorâneas

as a continentais sobre o flanco SW do Arco de Ponta Grossa, durante o início da transgressão que culminou com a deposição dos sedimentos da Formação Rio do Sul.

A Formação Rio do Sul tem sua faixa aflorante reconhecida desde o sul de Santa Catarina até o nordeste do Paraná, tendo sua seção-tipo definida na região do Rio do Sul (SC), ao sul do Alto de Porto União.

Em São Paulo, a continuação do soerguimento da margem NE da bacia provocou uma sedimentação atribuída ao Grupo Itararé, distinta das demais regiões ao sul. Existem, nesta região, registros de esporádicas ingressões marinhas, enquanto que na região sudoeste da bacia o mar teria estado sempre presente. Até a fronteira com o Paraná, o Itararé apresenta variações litofaciológicas que caracterizam alternância de períodos de maior e menor atividade tectônica e sugerem um retrocesso de uma deposição glácio-marinha em direção SW com o avanço de condições mais continentais nesta direção (A.NORTHFLEET, et alii, op.cit; A.C.ROCHA CAMPOS et alii, op.cit; A.R.SAAD, et. alii, 1979) ainda no Permiano Inferior. Na região de São Paulo, a fase de sedimentação marinha do Grupo Itararé é representada pelas seqüências caracteristicamente depositadas nestas condições, denominadas Araçoiaba, Hortolândia e Capivari.

Deste modo, ainda no Permiano Inferior, os soerguimentos ocorrentes na margem cratônica nordeste e leste da Bacia do Paraná permitiram que tivesse início uma fase de sedimentação regressiva na região. Esta fase regressiva está representada no topo da seqüência atribuída ao Grupo Itararé em São Paulo, onde os sedimentos ainda mostram uma certa influência da glaciação que estava em seu final.

No norte do Paraná (Siqueira Campos, Wenceslau Brás), uma sedimentação caracteristicamente fluvial, associada provavelmente a condições litorâneas (praias, planícies e canais de maré, etc.) e contendo camadas de carvão, encontra-se intercalada entre paco-

tes de diamictitos. O pacote superior de diamictitos apresenta espessuras da ordem de 40 a 50 m jazendo em contato irregular sobre uma seqüência arenosa com aproximadamente 80 m e que apresenta estruturas cruzadas acanaladas e plano paralela. Na seqüência arenosa, intercalam-se pacotes pelíticos que contêm carvão e fósseis vegetais (folhas), os quais foram analisados e apresentam uma associação paleoflorística atribuída ao Permiano Inferior (Sakmario-Artinskiano) (M.G.SOMMER, C.A.S.DAVID e L.M.OLIVEIRA, em preparação), com ausência de Glossopterideas.

Os fósseis vegetais encontrados na seqüência acima referida mostraram formas reduzidas, o que também ocorreu com relação aos esporos.

Os dados disponíveis permitem supor que também no norte do Paraná os sedimentos progradantes iniciais da fase regressiva que se esboçava, também se depositaram sob certa influência de clima frio (glacial).

Sedimentos progradantes, estratigraficamente localizados acima do Grupo Itararé, e ainda sob influência glacial são encontrados em Santa Catarina, na região de Rio do Sul, onde a sedimentação sob influência glacial desenvolve-se na seqüência das Formações Rio do Sul e Rio Bonito/Membro Triunfo, compreendendo dois episódios: um inferior com depósitos glácio-marinhos profundos e um superior, com desenvolvimento de uma seqüência de sedimentação deltáica. A seqüência deltáica que se estabelece sobre os depósitos glácio-marinhos profundos representam a progradação dos terrígenos grosseiros do Membro Triunfo sobre os finos da porção superior da Formação Rio do Sul. "As últimas evidências de condições glaciais são observadas na parte inferior do sistema deltáico" (J.C.DE CASTRO, 1980).

O soerguimento da margem nordeste da bacia levou a região de São Paulo a uma situação de não deposição, sob efeito de erosão, de tal sorte que a seqüência inferior da Formação Rio Bonito não pode ser caracterizada (R.A.MEDEIROS e A.THOMAS Fº, 1973); P.C.SOA

RES, op.cit e outros). Somente ao fim do Permiano Médio e Superior, a região foi recoberta por uma sedimentação predominantemente constituída por siltitos marrom-arroxeados, siltito amarelo-esverdeados e siltitos cinza-esverdeados/amarelos associados a arenitos imaturos, camadas de calcário ou silex, representativa da Formação Tatuí ("equivalente homotáxica ao Grupo Guatã-Paraguaçu e Palermo nos estados do sul, não constituindo contudo uma mesma unidade litoestratigráfica", P.C.SOARES, op.cit.).

No Paraná e Santa Catarina, o prosseguimento do processo regressivo culminou com a deposição dos sedimentos progradantes do Membro Triunfo (Permiano Inferior-Médio ?), os quais foram recobertos posteriormente (ainda no Permiano Médio ?) pelos sedimentos transgressivos do Membro Paraguaçu.

Em resumo, verifica-se que provavelmente, enquanto no sul os eventos regressivos e transgressivos responsáveis pela sedimentação dos Membros Triunfo e Paraguaçu se deram de forma contínua, sem interrupção significativa na deposição, em São Paulo, o soerguimento foi de tal modo intenso que inicialmente proporcionou a deposição de uma seqüência regressiva ainda sob influência de clima glacial, porém culminou com a interrupção da deposição e conseqüente erosão. Ficaria então caracterizada uma discordância entre as seqüências progradantes e as transgressivas (P.C.SOARES, op.cit).

Um dado bioestratigráfico importante é o de que as seqüências transgressivas desta fase (Formações Tatuí, Palermo e Irati) são mais novas de sul para norte (A.NORTHLEET et alii, op.cit. portanto, "a transgressão seria proveniente do sul e teria se estabelecido pene-contemporaneamente no flanco leste e finalmente atingido a plataforma de São Paulo (Relatório Integrado - Carvão em São Paulo, Paraná e Norte de Santa Catarina, R.F.DAEMON e A.M.A-BOARRAGE, 1976).

Alguns autores mencionam que a base da Formação Rio Bonito no flanco NW do Arco de Ponta Grossa é contemporânea ao topo do Gru

po Itararé em São Paulo, no qual se encontra o carvão de Cerquilho (R.F.DAEMON e A.M.ABOARRAGE, op. cit.)^{???} O fato de que próximo a Siqueira Campos e Wenceslau Brás o evento prográdante apresenta alguma influência glacial vem colaborar esta assertiva. Porém, o intervalo superior do Grupo Itararé em São Paulo no qual ocorre o carvão de Cerquilho apresenta representantes da Flora Glossopteris, enquanto que a seqüência prográdante de Ribeirão Novo (NE do Paraná) não registrou até o momento a presença de tal flora, indicando deste modo uma idade anterior aquela de Cerquilho.

Com relação especificamente à Formação Rio Bonito e seus três membros propostos por R.L.SCHNEIDER et alii (op. cit.), observa-se que o Membro Triunfo, basal, tem sua faixa aflorante reconhecida desde o sul de Santa Catarina até o nordeste do Paraná.

O Membro Paraguaçu ocorre em Santa Catarina, Paraná e São Paulo, estando sua seção-tipo definida na localidade homônima situada no nordeste do Estado de Santa Catarina. Em São Paulo, como já foi referido, este membro é agrupado com a Formação Palermo, dentro da denominada Formação Tatuí. Em Santa Catarina, de acordo com relatório da CPRM (R.F.DAEMON e A.M.ABOARRAGE, op.cit.) é caracterizada uma 2ª fase prográdacional dentro da Formação Rio Bonito, estando esta representada por arenitos grosseiros e conglomeráticos e carvão de ambiente flúvio-deltáico, localizados na porção intermediária do Membro Paraguaçu.

O Membro Siderópolis, por sua vez, parece estar condicionado fundamentalmente à Depressão de Santa Catarina, onde se estende de maneira contínua dentro da faixa aflorante.

O Membro Siderópolis, representando um evento regressivo entre o Membro Paraguaçu e a Formação Palermo, seria o 3º dentro da Formação Rio Bonito. Este evento parece ter sido mais significativo na região de Santa Catarina, porém indícios do mesmo ocorrem em outras regiões da bacia (flanco SW do Arco de Ponta Grossa^{???} e flanco NW do Arco de Ponta Grossa).

No flanco SW do Arco de Ponta Grossa ocorre, entre os furos IV-06-PR (altura de Teixeira Soares) e PP-17-PR (altura de Ipiranga), na porção superior da Formação Rio Bonito, um interdigitamento entre sedimentos possivelmente correspondentes aos Membros Paraguaçu e Siderópolis (R.F.DAEMON e A.M.ABOARRAGE, op. cit.; F. PILATTI, op. cit).

No flanco NW do arco, na região de Siqueira Campos, no topo de arenitos finos, siltitos e argilitos avermelhados, marrom-chocolate e vinhados com níveis calcíferos, ocorrem arenitos médios de grãos bem arredondados e altamente selecionados com espessura da ordem de 12 m. O fato de se encontrarem entre seqüências caracteristicamente depositadas em ambiente marinho raso (Paraguaçu e Palermo) pode levar ao entendimento de que tais arenitos são correlacionáveis ao Membro Siderópolis.

Abstem-se aqui de considerações a respeito do Grupo Itararé e Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul, onde as condições de sedimentação foram igualmente particulares, condicionadas fundamentalmente à disposição paleogeográfica do Escudo Uruguaio-Sulriograndense (A.R.S.FRAGOSO CEZAR, 1980).

No que diz respeito às relações de contato entre as unidades acima referidas, verifica-se que, como não poderia deixar de ser, existem variações ao longo da faixa leste de afloramentos na Bacia do Paraná.

O contato Itararé-Rio Bonito pode se apresentar nítido, com uma seqüência inferior de siltitos e folhelhos cinza escuro, em alguns locais com aspecto várvido, representativos do Itararé e uma seqüência superior de arenitos finos a médios e até grosseiros, associados a níveis carbonosos do Rio Bonito. Este contato pode se dar também de forma transicional, onde os sedimentos vão aumentando gradativamente sua granulometria para o topo, ou mesmo de forma recorrente (nordeste do Paraná, região de Siqueira Campos, Wenceslau Brás e no furo RS-05 na região de Reserva-PR).

O contato superior da formação Rio Bonito com a Formação Palermo pode mostrar-se concordante nítido ou transicional, podendo ser identificado com relativa facilidade quando ocorrem arenitos no topo da Formação Rio Bonito, que contrastam com os siltitos cinza-esverdeados do Palermo. Na ausência de tais arenitos, o reconhecimento deste contato se torna prejudicado, pela similaridade das litologias das duas unidades. Tem-se recorrido, neste caso, ao uso de perfilagem "raios gama", pois é muito comum uma quebra nestes perfis junto ao contato Rio Bonito-Palermo (F.PILATTI, op. cit.).

6.1 A FORMAÇÃO RIO BONITO NO ESTADO DO PARANÁ

Diversos trabalhos já foram realizados abordando as litologias do Grupo Tubarão no Paraná, trabalhos estes especialmente dirigidos a pesquisa de petróleo e carvão.

A.J.VIEIRA e E.MAINGUÉ (op.cit.) abordam a Formação Rio Bonito no Paraná, subdividindo-a em duas fácies:

- a. "Fácies Anta Brava", apontada como aflorante no Paraná desde a altura de Ponta Grossa (sul da área mapeada) até a região de Tomazina - Jaboti.

Esta fácies foi caracterizada como constituída por uma seqüência de "arenitos e siltitos de cores claras na qual, via de regra, podem ser distinguidos 3 membros.

- a₁. - um membro arenoso basal, com conglomerado ou arenito grosseiro na base;
- a₂. - um membro médio de siltitos verde amarelados, localmente com carvão e folhelho carbonoso; e
- a₃. - um membro superior formado por areias e siltitos intercalados.

Estes autores afirmam que, no nordeste do Paraná, numa linha passando aproximadamente por Tomazina-Jaboti, esta fácies desaparece e em sua posição estratigráfica acha-se uma seqüência por eles denominada de "Fácies Carlópolis".

- b. A "Fácies Carlópolis" apresenta uma seqüência de arenitos finos, siltitos e argilitos de coloração avermelhada, marrom-chocolate e vinháticos, com níveis calcíferos e, localmente, camadas bem desenvolvidas de calcário.

A "Fácies Anta Brava" teria sido depositada em ambiente fluvial com áreas palustres, enquanto a "Fácies Carlópolis" foi interpretada como tendo se depositado em ambiente epinerítico.

Esta variação litofaciológica identificada por A.J.VIEIRA e MANGUÊ (op. cit.) para a seqüência sedimentar da Formação Rio Bonito no Paraná parece estar plenamente coerente com o estabelecimento de condições distintas durante a sua deposição, condições estas que, no caso, estiveram controladas principalmente pelo aqueamento de Ponta Grossa.

De acordo com alguns autores (S.M.ANDRADE e P.C.SOARES, 1971); A. THOMAZ Fº e R.A.MEDEIROS, 1972) "uma discordância separa o Itararé e o Rio Bonito no norte do Paraná. O intervalo basal da Formação Rio Bonito não teria se depositado e as fácies do intervalo médio assentariam diretamente sobre as unidades do Grupo Itararé". (A.THOMAZ Fº e R.A.MEDEIROS, 1973).

Ocorre que, no norte do Paraná, existem sedimentos fluviais progradantes no topo do Itararé, localizados entre pacotes de diamictitos ou não. Sendo assim, parece claro que uma fase regressiva ao final do evento Itararé pode ser perfeitamente caracterizada nesta região. Em São Paulo, esta fase regressiva é colocada dentro do Grupo Itararé e, em decorrência de um soerguimento acentuado da margem cratônica da bacia, estaria separada por uma superfície de discordância da fase transgressiva que se sucedeu na região (P.C.SOARES, op.cit).

Com a constatação de tal superfície de discordância no norte do Paraná, a colocação de tais sedimentos regressivos no Itararé é feita como em São Paulo. Todavia, poder-se-ia atribuir-lhes uma designação coerente com suas características mais significativas e representativas de uma ou outra unidade, já que o contato entre ambas parece ser aí recorrente (PROJETO RIBEIRÃO NOVO, MINEROPAR - TECNOTEMA, 1981). Esta forma de contato entre a Formação Rio do Sul e Membro Triunfo já foi sugerida inclusive para a região de Rio do Sul (SC) e Alfredo Wagner (SC) por JOEL DE CASTRO (1980) conforme pode se interpretar nos perfis de síntese estratigráfica da seqüência Rio do Sul - Triunfo apresentados na fig. 3 (pág.82). Este autor considera Triunfo as primeiras seqüências que identificam a progradação da frente deltáica (Triunfo) sobre o prodelta (Rio do Sul).

Trabalhos recentes como os de L.T.CAVA e R.G.MARQUEZAN (1979); F. PILATTI (op.cit.) R.F.DAEMON et alii (1981), realizados no sudeste do Estado do Paraná, na região abrangida por Imbituva, Irati, Teixeira Soares, São João do Triunfo e São Mateus do Sul, tem mostrado uma preocupação com relação às variações litofaciológicas apresentadas pelas unidades litoestratigráficas da Formação Rio Bonito. Estes autores seguem, em seus trabalhos, a proposição de subdivisão da Formação Rio Bonito sugerida por R.L.SCHNEIDER et alii (op.cit.) em três membros: Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, da base para o topo.

No Paraná, os Membros Triunfo e Paraguaçu, mostram uma associação litofaciológica que permite uma identificação segura dos membros.

Como mencionado anteriormente, o Membro Siderópolis no Paraná parece apresentar-se um tanto descaracterizado. Este fato se deve a diversos fatores, os quais exerceram um controle diferencial na dinâmica deposicional desta unidade. R.L.SCHNEIDER et alii (op.cit.) identificam os contatos entre os membros da Formação Rio Bonito como concordantes e trabalhos posteriores têm demonstrado também a existência de interdigitamentos entre tais unidades.

O Membro Triunfo foi proposto como sendo essencialmente arenoso, com abundante estratificação cruzada, consistindo 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". Um ambiente flúvio-deltáico foi atribuído a esta seqüência.

O Membro Paraguaçu é representado por uma seqüência de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados ou arroxeados, marrom e avermelhados, intercalados com camadas de arenitos finos e leitos de rochas carbonáticas. Seu ambiente deposicional foi interpretado como marinho transgressivo. São identificados ainda sedimentos de planícies de marés, "depósitos de canais, barras, barreiras e possivelmente acumulações distais de sistemas deltáicos".

O Membro Siderópolis, segundo R.L.SCHNEIDER et alii (op.cit),"consiste de camadas de arenitos finos a muito finos, cinza escuros, intercalados com leitos de argilitos e folhelhos carbonosos e com desenvolvimento local de leitos de carvão. Laminação plano-paralela e ondulada, associada por vezes com estratificação cruzada de pequeno porte, predomina neste intervalo litoestratigráfico. Localmente ocorrem arenitos médios a grosseiros". Os mesmos autores (op. cit) interpretam o Membro Siderópolis como depositado em ambiente marinho litorâneo, progradante sobre a seqüência transgressiva do Membro Paraguaçu.

Nestes termos, o Membro Triunfo se caracteriza por ser predominantemente arenoso, enquanto o Paraguaçu se mostraria basicamente pelítico. Duas outras características permitiriam, segundo o exposto por R.L.SCHNEIDER et alii (op. cit.), distinguir os dois membros: no Triunfo aparecem sedimentos carbonosos não encontráveis no Membro Paraguaçu, estando este caracterizado pela presença de leitos carbonáticos.

Trabalhos de R.F.DAEMON e A.M.ABOARRAGE (op.cit.) e F. PILATTI (op.cit.) demonstram que, tanto no Membro Triunfo, como no Mem-

bro Paraguaçu ocorrem sedimentos carbonosos, bem como cimento ou passagens calcíferas. Não sendo tais características, entretanto, critério seguro de distinção entre tais unidades. Todavia, o maior ou menor desenvolvimento de uma ou de outra parece ser importante, pois o Membro Paraguaçu contém sedimentos calcíferos em proporções mais significativas que o Membro Triunfo, enquanto que este apresenta um melhor desenvolvimento de sedimentos carbonosos, em especial no Paranã, onde se caracteriza com a unidade mais visada na busca deste bem mineral.

No que se refere ao Membro Siderópolis, esta unidade, representativa de um evento regressivo entre o Membro Paraguaçu e a Formação Palermo, apresenta um desenvolvimento mais proeminente em Santa Catarina. Contudo, no Paranã, este evento regressivo parece poder ser identificado na região nordeste do Estado (Siqueira Campos-Wenceslau Brás) e também no flanco SW do Arco de Ponta Grossa, entre os furos IV-06-PR e PP-17-PR, como referido anteriormente.

Relatórios do Projeto Triunfo (L.T.CAVA e R.G.MARQUEZAN, op.cit.) e do Projeto Irati (R.F.DAEMON et alii, op.cit.), realizados pela NUCLEBRÁS, apresentam uma divisão do Membro Triunfo em 4 ciclos deposicionais no Estado do Paranã, conforme apresenta no quadro 1, onde se procurou resumir as informações contidas nestes dois trabalhos.

JOEL DE CASTRO (op.cit.) apresenta um perfil esquemático entre os furos PN-23, PN-20, PN-17, PN-15 e PN-9, onde estabelece pequenos eventos transgressivos e regressivos dentro do pacote sedimentar do Membro Triunfo, em Santa Catarina. Guardando as distinções, pode-se inferir comparações entre o perfil apresentado neste trabalho e a subdivisão do Membro Triunfo nos 4 ciclos estabelecidos nos relatórios anteriormente citados.

QUADRO 1 - SUBDIVISÃO
(CAVA, ...)

FACIES/CICLOS SEDIMENTARES	LITOLOGIAS	ESTRUTURAS, TEXTURAS E CONTATOS											MORFOLOGIA DOS GRÃOS (FORMA ARREDONDAMENTO E ESFERICIDADE), SELEÇÃO E MATURIDADE	CORRELAÇÃO
		MSLA	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL	MSL		
4º CICLO			<p>Caulinicos</p> <p>Mal selecionados, imaturos, caulinicos.</p> <p>Grãos subangulares e subarredondados, seleção moderada, submaturos.</p>	quartz grão										
3º CICLO			<p>Seleção moderada, imaturos.</p> <p>Grãos subarredondados, seleção moderada, submaturos, (matriz argilosa).</p> <p>Grãos subangulares a subarredondados, mal selecionados, submaturos (matriz argilosa).</p>	pirite quartz micas arenite (feldspato) conglomerados de nitrato										
2º CICLO			<p>Arenitos finos siltico, mal selecionados, diamictitos com grãos subangulosos a subarredondados.</p> <p>Mal selecionados, imaturos, matriz argilosa abundante.</p>	diamictitos de se, quartzito ca. siltite grãos pato, ca.										
1º CICLO			<p>Submaturos.</p> <p>Mal selecionados, imaturos (caulinicos).</p>	micáceo feldspatosos.										

SUBDIVISÃO DO MEMBRO TRIUNFO EM CICLOS DEPOSICIONAIS
(CAVA, LT. e MARQUEZAM, R.G, 1979, DAEMON, R.E, 1981) MODIFICADO

MA I- DE	COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS	RELAÇÕES GRÃO/ MATRIZ/CIMENTO	COR	FÓSSEIS	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
	quartzo, feldspato e grão lítico.		amarelo avermelhado preto avermelhado amarelados (quando alterados)		Em alguns locais não é possível caracterizar o 4º Ciclo, em especial quando associado aos depósitos do 1º e 2º Ciclos. Passagem gradacional para o Paraguaçu através de fácies planícies de <u>marés</u> . Nódulos e correções limoníticas por <u>vazas piritosas</u> .
	piritosos quartzo, feldspato e micas. arenitos quartzosos (feldspato e micas) conglomerados com seixos de quartzito, arenito e diamictito.		rosa, cinza, preto, arroxeados esbranquiçados, laranja, amareladas <u>pálidas</u> . esbranquiçados (<u> frescos</u>), amarelo-alaranjados (quando alterados).		
	diamictitos com seixos de arenitos, gnaiss, quartzito e granito com matriz argilosa. siltitos micáceos. grãos de quartzo, feldspato, grãos líticos, mica.		siltitos amarelados; diamictitos de cor cinza azulada; folhelhos carbonosos cinza claro ou escuro. brancos quando frescos, laranja-amarelo <u>pálido</u> quando alterados.	⚡	Nódulos piritosos associado aos níveis carbonosos. Diamictitos com estrutura de escorregamentos e fraturas preenchidas por material calcífero. Esta associação não é constante lateralmente.
	micáceos. feldspáticos piritosos.		amarelos (cor de alteração) amarelo-avermelhados (alterados) cinza esverdeado (alteração amarelo-claro) cinza médio (pretos)	⚡ ☉ ☽ ☿	O contato do 1º Ciclo com o Itararé se dá através de um conglomerado basal, constituído principalmente por seixos de quartzo, quartzito e feldspatos. Apresenta variações laterais para o 2º e 4º Ciclo.

IONAIS MODIFICADO

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES	PROVÁVEL AMBIENTE DEPOSICIONAL	TRANSGRESSÃO REGRESSÃO
<p>Em alguns locais não é possível caracterizar o 4º Ciclo, em especial quando associado aos depósitos do 1º e 2º Ciclos.</p> <p>Passagem gradacional para o Paraguá através de fácies planícies de marés.</p> <p>Nódulos e correções limoníticas por vezes piritosas.</p>	<p>Sedimentação carbonosa associada a manguez costeiros, em fase transgressiva.</p> <p>Depósitos de planície de maré.</p> <p>Os sedimentos trazidos pelos rios durante o 2º ciclo servem de matéria prima para a formação do 4º ciclo que se caracteriza por uma fase de re-trabalhamento destes sedimentos pelo mar em decorrência de transgressão.</p>	<p style="text-align: center;">↑ T</p>
	<p>Sedimentação carbonosa associada a nova fase de abandono do sistema distributário, na planície deltáica. Ao final do ciclo, em alguns locais, novo avanço dos rios.</p> <p>Ambiente de planície de marés. Afogamento da planície deltáica. Depósitos de barreiras transgressivas.</p> <p>Ainda influência de canais distributários.</p>	<p style="text-align: center;">↑ R ↑ T ↑ R ↑ R</p>
<p>Nódulos piritosos associado aos níveis carbonosos.</p> <p>Diamictitos com estrutura de escorregamentos e fraturas preenchidas por material calcífero.</p> <p>Esta associação não é constante lateralmente.</p>	<p>Argilitos, siltitos, folhelhos e carvão. Depósitos de transbordamentos com argilitos e folhelhos ricos com restos de plantas, apresentando níveis de paleosolo e carvão. Diamictitos de origem ligada a correntes de lama próximo a paleolinha de costa. Afogamento de planície deltáica ao final do 2º ciclo.</p> <p>Depósitos de barra em pontal e canal distributário (planície deltáica).</p>	<p style="text-align: center;">↑ T ↑ R</p>
<p>O contato do 1º Ciclo com o Itararé se dá através de um conglomerado basal, constituído principalmente por seixos de quartzo, quartzito e feidapatos.</p> <p>Apresenta variações laterais para o 2º e 4º Ciclo.</p>	<p>Lagunas costeiras (?)</p> <p>Fácies de planície de maré, associada a canais distributários inferiores ou canais de maré e depósitos de manguez costeiros. Predominam siltitos arenosos e arenitos finos. Associam-se depósitos de barra de desembocadura de distributário.</p> <p>Arenitos muito finos a finos, submaturos e com laminação ondulada (depósitos de frente deltáica).</p> <p>Arenitos médios a grosseiros de canais distributários; arenitos com "coarsening upward" de barreiras e cordões litorâneos, associados a folhelhos carbonosos e/ou carvões de manguez costeiros.</p>	<p style="text-align: center;">↑ R ↑ R</p>

LEGENDA DO QUADRO 1

LITOLOGIAS	ESTRUTURAS	FÓSSEIS	CONTATOS
 DIAMICTITOS PARACONGLOM. (>15% MATRIZ)	 MACIÇA	 FOLHAS NÃO IDENTIFICADAS	 PLANO PARALELO
 ARENITO GROSSO CONGLOMERÁTICO	 ESTRATIFICAÇÃO PLANO PARALELA POUCO DEFINIDA	 MATÉRIA ORGÂNICA DISSEMINADA	 CONTÍNUO
 ARENITO FINO ARENITO MUITO FINO	 ESTRATIFICAÇÃO PLANO IRREGULAR ONDULADA		 IRREGULAR/EROSIVO CONTÍNUO
 SILTITO	 MARCAS ONDULARES SIMÉTRICAS		
 ARGILITO	 ESTRATIFICAÇÃO PLANO PARALELA		
 CARVÃO	 ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA PLANAR		
 FOLHELHO CARBONOSO	 ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA ACANALADA		
 SILTITO ARENOSO / ARENITO MUITO FINO SILTICO	 ESTRATIFICACAO CRUZADA "FESTOON"		
 ARENITO MÉDIO	 CRUZADA POR ONDAS "TRUNCATED WAVE RIPPLES" OU "HUMMOCKY"		
	 "FLASER"		
	 INTRACLASTOS (SALMAS DE ARGILA)		
	 ESTRATOS LENTICULARES		
	 BIOTURBAÇÃO		
	 CONGREGÕES E NÓDULOS		

7.0 TRABALHOS ANTERIORES NA ÁREA DO PROJETO MARINS

7.0 TRABALHOS ANTERIORES NA ÁREA DO PROJETO MARINS

Poucos trabalhos foram realizados na área abrangida pelo PROJETO MARINS, até a presente data, o que se constitui em fato notável, comparativamente a outras áreas no Paraná.

EUZÉBIO DE OLIVEIRA (1917) é o pioneiro nos estudos da área, mencionando ter observado "a 3 km ao sul da Fazenda Marins, na Fazenda Marçal, a ocorrência de uma camada de carvão de 0,25 m de espessura". Este mesmo autor registra uma ocorrência de carvão piritoso em Morro Chato, com 0,20 m de espessura.

D.S.ODDONE (1939) destaca o significado de uma série de intrusivas básicas na região de Reserva, explicando "o levantamento da Série Tubarão, a leste da Vila de Reserva", ao mesmo tempo que menciona "a função de muro exercida pelos diques básicos na região, que resguardaram a área dos processos erosivos que a peneplanizaram".

R.LENZ (1980) descreve a ocorrência de Marins, "6 km ao sudeste de Reserva aflora, no leito dum riacho na propriedade da Fazenda Marins (UTM x 7.268, - ; Y 518,-) uma camada com mais de 0,10 m de carvão listrado, predominado durênio, muito piritoso".

Segundo este autor, uma análise imediata do carvão de Marins acusou os seguintes resultados, em base seca:

- Umidade higroscópica	=	1,4%
- Cinzas	=	35%
- Materiais voláteis	=	14%
- Carbono fixo	=	51%
- Enxôfre	=	24%
- Poder calorífico	=	4.726 kcal/kg

Citações de três outros trabalhos realizados na área de Reserva foram encontrados na bibliografia pesquisada, porém não foi pos-

sível consultá-los, pois tratam-se de relatórios internos da PETROBRÁS, quais sejam:

- * JOHN THOMAS STILL, "Geological report on Reserva in Teresa Cristina area, Paraná State", Rel. DESUL nº 77-maio/1956.
- * P. CONDREN and P. TOOMEY, ES-13, "Refraction on Survey Line 13-R-30", Rel. DESUL nº 200-nov/1960.
- * RAPH BOONOV, "A Review of VLF Refraction on Line 13-R-30,0-1-PR (Ortigueira) to R-L-PR (Reserva), Paraná Basin", Rel. DESUL nº 201-dez/1960.

8.0 CONDICIONAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL

8.0 CONDICIONAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL

O Membro Triunfo é constituído por uma associação litológica que identifica uma fase de caráter predominantemente regressivo, estabelecida na Bacia do Paraná em virtude de pronunciados soerguimentos na margem cratônica leste da mesma.

Após a deposição dos sedimentos marinhos da Formação Rio do Sul, a região estudada, submetida à influência do soerguimento que se processava a leste (arqueamento de Ponta Grossa), passou a receber, ainda no Permiano Inferior, um aporte maior de sedimentos continentais. Estes sedimentos avançaram por sobre os depósitos marinhos anteriores, dando início à sedimentação do Membro Triunfo.

Provavelmente no início de sua deposição, esta seqüência regressiva tenha sofrido a influência, direta ou indireta, das condições glaciais, que terminavam na bacia. Com o decorrer do tempo, a sedimentação se processava, permitindo, em alguns locais, a instalação de um regime deposicional com características deltáicas.

O sistema deltáico é um ambiente complexo e sua complexidade quanto à geometria, distribuição dos subambientes etc, se vê vinculada à atuação de quatro principais fatores: o regime fluvial, a dinâmica dos processos costeiros (ondas e marés), o comportamento tectônico regional e o clima (J.P.MORGAN, 1970).

Um delta é, por natureza, um ambiente regressivo progradante; ocorre porém, ser comum esporádicas ingressões "marinhas", as quais recobrem temporariamente parte do ambiente deltáico emerso, provocando interrupções no avanço da progradação ou um desvio da mesma, com conseqüente desvio dos canais distributários. Cada "lobo" pode, portanto, apresentar fases regressivas construtivas e fases transgressivas destrutivas (R.C.SELLEY, 1978).

A região estudada apresenta evidências de ter estado submetida a esta complexidade de processos e sob tais condições formaram-se as turfeiras que originaram os carvões aí encontrados atualmente.

As ocorrências carbonosas estão localizadas, sem dúvida, dentro da seqüência progradante do Membro Triunfo. Porém, suas geneses não podem, pelo menos em parte, ser desvinculadas da fase transgressiva subsequente, responsável pela deposição do Membro Paraguaçu.

As relações entre subsidência e aporte parecem ter sido importantes no condicionamento da dinâmica deposicional na área, sendo que tais aspectos serão abordados com mais detalhes em itens posteriores deste relatório.

9.0 ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO

9.0 ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO

A seqüência estratigráfica completa da área é apresentada na coluna estratigráfica composta (Quadro 2).

As Formações Palermo, Irati e Serra Geral não são pormenorizadas, pois o detalhamento em campo destas unidades não se constituía em objetivo do presente trabalho.

As características sedimentológicas das seqüências representativas do Grupo Itararé e dos Membros Triunfo e Paraguaçu, da Formação Rio Bonito, encontram-se representadas de forma sumária nesta coluna. A variabilidade vertical e lateral destas seqüências, bem como seus prováveis ambientes deposicionais são igualmente expostos.

Maiores detalhes quanto às variações litofaciológicas são observadas em um diagrama estratigráfico (Volume 2), onde perfis colunares de furos de sondagem e afloramentos são correlacionados, na tentativa de melhor visualização de tais aspectos.

A coluna estratigráfica do Membro Triunfo, na região estudada, apresenta características peculiares com relação ao norte da área (Bloco Marins-Fazenda Marçal) e ao sul (Bloco Remanso-Morro Chato), evidenciando por si só uma dinâmica sedimentar distinta entre estas regiões. Tal aspecto será abordado em tempo oportuno.

Uma tentativa de estabelecimento de evolução paleogeográfica foi realizada e encontra-se apresentada em 5 esboços paleogeográficos os quais, procuram mostrar, em linhas gerais, 5 fases evolutivas, nas quais cada seqüência, ou grupo delas, teriam se depositado. A região da Serra do Caixão não se encontra representada nestes esboços, tendo em vista a complexidade de falhamentos e intrusões de diabásio na área, que dificultam um melhor entendimento de sua evolução paleoambiental.

LEGENDA DA COLUNA ESTRATIGRÁFICA COMPOSTA

LITOLOGIAS

-  FOLHELHO CARBONOSO
-  CARVÃO
-  ARGILITO
-  SILTITO ARGILOSO
-  SILTITO ARENOSO / ARENITO MUITO FINO SILTICO
-  SILTITO
-  ARENITO FINO
ARENITO MUITO FINO
-  ARENITO MÉDIO
-  ARENITO GROSSO
-  ARENITO GROSSO CONGLOMERÁTICO
-  ORTOCONGLOMER. (<15% MATRIZ)
-  DIAMICTITOS PARACONGLOMER. (>15% MATRIZ)

ESTRUTURAS

-  ESTRATOS LENTICULARES
-  "MOTTLES"
-  BIOTURBAÇÃO
-  INTRACLASTOS (GALHAS DE ARGILA)
-  ESTRATIF. DE CARGA / "BALL AND PILLOW"
-  "FLASER"
-  LENTICULAR
-  ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA ACANALADA
-  ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA CUNEIFORME PLANAR
-  ESTRATIFICACAO CRUZADA PLANAR
-  ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA ASSINTOTICA
-  ESTRATIFICAÇÃO PLANO PARALELA
-  MARCAS ONDULARES SIMÉTRICAS
-  ESTRATIFICAÇÃO PLANO IRREGULAR ONDULADA

CONTATOS

-  PLANO PARALELO
-  CONTÍNUO
-  IRREGULAR / EROSIVO CONTÍNUO

FÓSSEIS

-  RAÍZES
-  FOLHAS IDENTIFICADAS
-  SEMENTES
-  TALOS / CAULES
-  FRAGMENTOS CARBONOSOS
-  TRONCOS TRANSPORTADOS

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

- Py - PIRITA
-  - CARBONATO
-  - ESCASSAS
-  - MODERADAS
-  - ABUNDANTES

TAMANHO MÁXIMO DOS GRÃOS NOS RUDITOS



RELAÇÃO GRÃO-MATRIZ NOS RUDITOS

-  90-100% clastos
 -  70-90%
 -  50-70%
 -  30-60%
 -  10-30%
 -  0-10%
- MATRIZ EM PRETO

"MATRIX SUPPORTED"

As principais ocorrências de carvão ou sedimentos carbonosos encontradas em afloramento estão associadas à porção superior do Membro Triunfo, evolutivamente vinculadas à fase transgressiva representada pelo Membro Paraguaçu.

**10.0 CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES LITOFACIOLÓGICAS
INDIVIDUALIZADAS**

10.0 CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES LITOFACIOLÓGICAS INDIVIDUALIZADAS

Diversos caracteres presentes nas rochas sedimentares permitem inferir prováveis ambientes onde as mesmas teriam se depositado, definindo fácies sedimentares.

De acordo com o conceito de R.C.MOORE (1949): "Fácies sedimentares constituem parte restrita em área, de uma determinada unidade estratigráfica que exhibe características significativamente diferentes das outras partes da unidade". Conforme R. C. SELLEY (1970) cinco parâmetros principais são utilizados na caracterização das fácies sedimentares: geometria, litologia, paleontologia, estruturas sedimentares e padrão de paleocorrentes.

As características sedimentológicas, fundamentalmente litologias e estruturas sedimentares, verificadas tanto lateral como verticalmente, viabilizaram uma subdivisão do Membro Triunfo na área, em distintas litofácies. Tais litofácies foram agrupadas dentro de nove "seqüências sedimentares" (C1, C2, C3, D, E, F, G, H e I), as quais individualizam diferentes situações paleoambientais. Dentro de cada seqüência foi possível, em alguns casos, identificar subambientes característicos prováveis.

Quatro outras seqüências sedimentares descritas, três delas (A1, A2 e B) correspondentes à Formação Rio do Sul (Grupo Itararé), sotoposta ao Membro Triunfo e a quarta (Seqüência J) atribuída ao Membro Paraguaçu, da Formação Rio Bonito, a qual recobre transgressivamente as seqüências do Membro Triunfo.

A distribuição lateral e vertical das distintas seqüências permite considerar o seu macroambiente deposicional com características que viabilizam atribuir-lhe uma configuração deltáica.

G.T.MOORE e D.O.ASQUITH, (1971) definem um delta como: "The sub-aerial and submerged contiguous sediment mass deposited in a body of water (ocean or lake) primarily by the action of a river".

Esta definição deve subentender que os sedimentos podem ser re-trabalhados por forças outras que as fluviais porêm, não devem ser transportados para longe da massa principal do delta, permanecendo próximo ao mesmo.

Cada seqüência sedimentar será a seguir descrita individualmente, e para cada uma delas, apresentada sua descrição sumária, seus prováveis paleoambientes deposicionais, suas relações com as demais seqüências e sua distribuição na área estudada.

10.1 SEQUÊNCIA A1

A seqüência A1 foi identificada em subsuperfície nos furos RS-04, RS-02 e RS-05, representando uma variação lateral da seqüência A2.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Predominam arenitos muito finos-silticos e siltitos arenosos, cinza esbranquiçados, com passagens argilosas, apresentando microestratificação cruzada planar e acanalada, estruturas de carga, "ball and pillow".

Ocorrem também arenitos finos, esbranquiçados, bem selecionados e micáceos, com estratificação plano-irregular e microestratificação cruzada acanalada.

De maneira geral, são litologias com seleção moderada a boa e composicionalmente submaturas a maduras.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Considerando a faciologia deltáica, as características desta seqüência, sugerem uma deposição em ambiente de frente deltáica.

A sedimentação de frente deltáica pode apresentar diferenças litofaciológicas que são função da profundidade de deposição, da proximidade de uma desembocadura de distributário, da velocidade

com que as correntes fluviais adentram no corpo d'água e dos distintos mecanismos de dispersão dos sedimentos. Tal sedimentação mostra, em larga escala, uma granocrescência ascendente, registrando a passagem dos sedimentos finos de fácies prodeltáica ("offshore face") para uma seqüência predominantemente arenosa de "shoreline facies".

A porção intermediária da seqüência de frente deltáica contém principalmente sedimentos siltico-argilosos com repetidas intercalações siltico-arenosas. Sedimentos mais grosseiros, arenitos finos, representam incursões de detritos trazidos por canais distributários inferiores, refletindo uma certa proximidade de uma região de desembocadura de distributário.

Na porção intermediária para a superior da seqüência de frente deltáica podem ocorrer arenitos bem selecionados com estruturas sedimentares que refletem retrabalhamento por ondas dos sedimentos trazidos do continente (H.G.READING., 1979).

As estruturas cruzadas, planares e acanaladas, e estruturas de carga presentes nas litologias da seqüência A1 permitem inferir uma associação a desembocadura de distributários, com a presença de depósitos de barras de desembocadura e, provavelmente, de barras distais.

Os contatos gradacionais entre as litologias indicam suaves variações na velocidade de fluxo, revelando alterações no mecanismo de transporte e dispersão dos sedimentos.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

A seqüência A1 representa uma sedimentação de frente deltáica não submetida ao aporte de sedimentos transportados por fluxo de densidade, os quais são encontrados em regiões mais próximas a uma costa com releve pronunciado.

Onde sedimentos transportados por densidade ocorreram, identificam-se pacotes de diamictitos intercalados no topo de seqüências

de frente deltáica. Nestas regiões, tal associação foi denominada de seqüência A2.

O diagrama estratigráfico (Volume 2), permite verificar que as seqüências A1 e A2 representam variações laterais e verticais dentro do ambiente de frente deltáica, estando a seqüência A2 caracterizada pela presença de intercalações de pacotes de diamictitos.

A seqüência A1, de certa forma, configura o início da fase regressiva que culminou com a sedimentação do Membro Triunfo, sendo portanto discutível sua colocação estratigráfica nesta ou naquela unidade.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

A seqüência A1 como definida, ou seja, representativa de uma sedimentação de frente deltáica que não contou com o aporte de sedimentos transportados por fluxo de densidade, pode ser caracterizada nos furos RS-04, RS-02 e RS-05.

Sua presença nestes furos determina uma distribuição, em subsuperfície, apreciável na área.

Uma espessura máxima de 33 m é constatada no furo RS-05. Contudo é de se esperar uma espessura total algo superior, tendo em vista que os furos de sondagem não mostram tendência alguma que sugira sua não continuidade em profundidades maiores daquelas que foram atingidas.

10.2 SEQUÊNCIA A2

Caracterizada no furo RS-05 e registrada em afloramentos nas regiões da Serra do Caixão, Cerro Azul, Tuneiras e Irara (extremo sudeste da área estudada), e possivelmente em alguns afloramentos no seu extremo nordeste.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Siltitos arenosos, arenitos muito finos-sílticos, medianamente selecionados, submaturados. Arenitos finos a médios, e até grosseiros, mal selecionados e imaturos, micáceos. Estratificação plano irregular, microestratificação cruzada planar e acanalada, são as estruturas sedimentares visíveis mais comuns.

Composicionalmente mais arenosa que a seqüência Al. Intercalam-se diamictitos com grânulos e seixos, desde bem arredondados até subangulosos (facetados) de granito, quartzo, gnaiss, xisto, arenito muito fino, síltico e argilito de variáveis dimensões. A matriz destes diamictitos é síltico-argilosa a síltico-arenosa, constituindo em torno de 70-90% da rocha.

Nas regiões da Serra do Caixão, Cerro Azul, Tuneiras e Irara os diamictitos intercalam-se em sedimentos algo mais pelíticos, constituídos por siltitos argilosos ou argilitos sílticos, aparentemente maciços, com fratura conchoidal, de cor cinza, amarelada por alteração.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Os sedimentos de frente deltáica estão sujeitos a um contínuo re-trabalhamento por ondas e correntes. Este fato tende a conferir a tais litologias uma seleção razoável. Contudo, nem todos os sedimentos de frente deltáica apresentam-se necessariamente bem selecionados.

Próximo à desembocadura de distributários, os arenitos podem apresentar-se mal selecionados e imaturos. Têm-se, nestas regiões, depósitos associados a canais distributários submersos e a barras de desembocadura. Períodos de maior aporte continental podem favorecer um incompleto re-trabalhamento dos sedimentos, permanecendo os mesmos em condições de seleção não muito distintas daquelas em que saíram dos canais distributários.

Além destas considerações, a proximidade da área-fonte também é um fator importante na granulometria e seleção dos sedimentos. Os locais, onde a seqüência A2 ocorre, situavam-se relativamente próximos à área-fonte.

Os diamictitos que ocorrem intercalados nesta seqüência são interpretados como depósitos de densidade que aportavam à frente deltáica em regiões mais próximas à costa. Suas características sugerem uma influência direta ou indireta da fase glacial que se encerrava.

Estes depósitos de densidade não atingiam somente regiões próximas à desembocadura de distributário. Alcançavam também regiões mais distais da frente deltáica e provavelmente áreas onde ocorria uma sedimentação bem mais fina, sob condições ambientais mais tranquilas (prodelta).

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

As relações da seqüência A2 com a seqüência A1 são comentadas no item referente às relações desta.

A presença de bioturbação na seqüência C1 sugere uma certa mudança com respeito ao aporte de material e à dinâmica sedimentar. Contudo, a presença de diamictitos ainda se faz sentir naquela seqüência.

Parte do ambiente atribuído para a seqüência A2 prevê um considerável aporte de sedimentos trazidos pelos canais distributários, o que tornaria menos comum a ocorrência de bioturbação.

Todavia, dado algum exclui a possibilidade de que os subambientes específicos destas duas seqüências encontravam-se lateralmente distribuídos.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Esta seqüência parece representar, como já mencionado, depósitos de frente deltáica naquelas regiões localizadas mais próximas a áreas continentais elevadas.

Sua distribuição na área estudada se faz presente em afloramentos no extremo sudeste, nas regiões da Serra do Caixão, Cerro Azul, Tuneiras e Irara. Alguns afloramentos, no extremo nordeste da área, permitem cogitar de sua presença também nesta região. Em furo de sondagem, foi identificada apenas no RS-05.

Na região da Serra do Caixão e Cerro Azul encontram-se espessuras da ordem de 40-60 m (pontos 355, 359 e 360 e pontos 350, 349 e 348).

10.3 SEQUÊNCIA B

Esta seqüência foi identificada apenas em afloramentos e seus caracteres sedimentológicos sugerem uma origem direta ou indiretamente vinculada com o período glacial registrado em outras unidades litológicas.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Estão presentes, nesta seqüência, diamictitos com grânulos, seixos, blocos e matacões de composição variada (arenito-fino, siltito, argilito, quartzo, granito, xisto e gnaiss), com diâmetro máximo de até 45 cm. Estes fragmentos encontram-se caoticamente dispersos, ou mais raramente em concentrações lenticulares, em uma matriz siltico-argilosa de coloração cinza esverdeada, amarela por alteração.

Os seixos e blocos são desde arredondados até subangulosos, apresentando forma discóide, ovóide ou facetada. Os fragmentos de rocha granítica e metamórfica mostram um grau incipiente de alteração.

Estes diamictitos apresentam percentagem de grão em relação à matriz, que varia de 10-30% até 50-70%.

Associam-se arenitos muito finos-sílticos, com grânulos dispersos, sem estrutura interna visível.

Na base dos diamictitos, ocorre um pacote síltico argiloso com estratificação plano-irregular a plano-paralela, caracterizada por intercalações rítmicas milimétricas de siltitos, de cor amarelada ou cinza claro, e argilitos de cor cinza médio com tons esverdeados.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

O aspecto várvido da seqüência de ritmitos e a continuidade lateral das intercalações sugere uma deposição subaquosa (lacustre) sujeita a variações rítmicas das condições de deposição.

A associação destas rochas com diamictitos de matriz síltico-argilosa, apresentando uma ampla variação de tamanho de grãos, partículas grosseiras com um mau arredondamento, algumas facetadas, e caoticamente distribuídas, permite considerar esta seqüência como tendo se depositado em lagos periglaciais (R.F. FLINT, 1971). O grau incipiente de alteração dos minerais lábeis de alguns fragmentos sugere um fraco intemperismo químico na área-fonte.

Portanto, atribue-se para a seqüência B uma deposição em ambiente lacustre periglacial, sujeito ao aporte de sedimentos transportados por fluxo de densidade, proveniente de uma área forte com fraco intemperismo químico.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

O condicionamento paleoclimático ao qual provavelmente estavam submetidos os paleoambientes deposicionais das seqüências B, A2, e até mesmo C1, apresentam certas afinidades, as quais permitem supor uma relativa contemporaneidade entre suas deposições.

A seqüência B, contudo, representa uma associação litofaciológica algo isolada das demais, pois trata-se de uma associação provavelmente lacustre, enquanto aquelas representam depósitos de frente deltáica/prodelta.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

A seqüência B foi identificada em afloramentos a sudeste da Fazenda Marçal, nos pontos 67, 68, 69 e 218, não tendo sido verificada em outro local da área mapeada.

Sua espessura máxima aflorante é de aproximadamente 60 m e foi encontrada num perfil levantado entre os pontos 67 e 68.

10.4 SEQÜÊNCIA C1

Caracterizada inicialmente no furo RS-05 e posteriormente em alguns afloramentos próximos à Serra do Caixão, sua localização estratigráfica e suas atribuições paleoambientais podem ser melhor entendidas, se esta seqüência for considerada dentro de uma ordem evolutiva concebida após a análise das demais.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Ocorrem, na referida seqüência, arenitos finos a muito finos, por vezes silticos, amarelados, medianamente a mal selecionados, com estratificação plano-irregular e microestratificação cruzada planar e acanalada. Evidências de bioturbação são encontradas junto aos níveis mais silticos.

Em contato irregular erosivo sobre estas litologias verifica-se, no furo RS-05, a presença de um diamictito com 10-30% de seixos e grânulos de siltito, arenito, granito e quartzo, em uma matriz siltico-arenosa, cinza médio a esverdeada.

Sobre o diamictito, ocorrem arenitos finos com grânulos, medianamente a mal selecionados, com microestratificação cruzada planar

e que foram considerados como fazendo parte da seqüência C2.

Em alguns locais, próximos à Serra do Caixão, foram encontrados arenitos finos a médios, bem a moderadamente selecionados, com passagens pelíticas e grânulos e seixos bem arredondados dispersos, sob siltitos argilosos cinza esverdeados, amarelados por al teração, e com fratura conchoidal. Estes siltitos argilosos pas sam lateralmente para espessos pacotes de diamictito, os quais, por sua vez, podem associar-se a níveis pelíticos contendo fragmentos de matéria vegetal e bioturbação.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Em alguns depósitos associados à desembocadura de distributários pode ser comum a presença de bioturbações, caso a sedimentação tenha se dado sob condições de proteção do fluxo rápido de sedimentos detríticos. Tais condições de proteção ocorrem, por exemplo, quando da construção de diques subaéreos junto à desembocadura (J.C.HORNE et alii, 1978).

As estruturas cruzadas e os tipos litológicos encontrados na seqüência C1 sugerem uma atuação de canais distributários inferiores e mesmo de ondas. As bioturbações refletem uma relativa proteção à ação destes agentes, possivelmente sob ação de marés (ambiente de planície de maré).

Os diamictitos presentes na seqüência são interpretados novamente como depósitos de fluxo de densidade, os quais podem estar vinculados direta ou indiretamente ao final da fase glacial precedente.

Depósitos de areias litorâneas recobertos parcialmente por siltitos argilosos, depositados sob condições mais tranquilas (marinho raso) foram encontrados, aos quais também se associam diamictitos e níveis pelíticos bioturbados. Sobre tais pelitos e diamictitos, ocorre uma nova associação não muito espessa de areias litorâneas, as quais são recobertas pelos pelitos e arenitos da seqüência J.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQUÊNCIAS

As seqüências A2 e C1 apresentam algumas afinidades, as quais de finem uma certa contemporaneidade.

Porque colocar a primeira, estratigraficamente, dentro da Formação Rio do Sul e a segunda no Membro Triunfo ?

Parece claro que, o limite entre estas unidades litoestratigráficas em determinadas regiões da bacia apresenta características transicionais. Verifica-se a recorrência de litologias atribuídas à Formação Rio do Sul (Grupo Itararé), estratigraficamente acima de litologias passíveis de serem consideradas como pertencentes ao Membro Triunfo (Formação Rio Bonito).

No furo RS-05, a porção inferior da seqüência C1 mostra uma associação litológica perfeitamente passível de ser atribuída ao Membro Triunfo, semelhantemente ao que se verifica em alguns afloramentos próximos à Serra do Caixão (pontos 290, 295, 297). No furo RS-05, tais litologias são sobrepostas por diamictitos, enquanto nas proximidades da Serra do Caixão são também sobrepostas por siltitos argilosos muito semelhantes sedimentologicamente aos pelitos denominados informalmente de Passinho, locados estratigraficamente dentro do Grupo Itararé. Associados aos diamictitos e siltitos argilosos, semelhantes aos denominados de Passinho, encontram-se também pelitos intensamente bioturbados e contendo fragmentos de matéria vegetal carbonizada, incluindo até mesmo troncos.

A seqüência A2 apresenta igualmente uma associação litofaciológica que, de certo modo, possibilitaria sua colocação estratigráfica dentro do Membro Triunfo. Todavia, o predomínio de diamictitos, de litologias finas e a ausência de atributos que permitissem colocá-la no Membro Triunfo, com maior segurança, tornam-a mais afim com o Grupo Itararé.

A seqüência C1 foi colocada no Membro Triunfo utilizando o mesmo

critério, ou seja, o predomínio de características sedimentológicas de suas litologias consideradas mais afins com esta unidade.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Esta seqüência foi caracterizada no furo RS-05 e em alguns afloramentos próximos à Serra do Calxão, onde são encontrados diamictitos e siltitos-argilosos sobre seqüências arenosas atribuídas ao Membro Triunfo (pontos 290, 295 e 297).

Sua espessura máxima identificada, em furo de sondagem (RS-05), considerando o topo do diamictito inferior como o limite da seqüência imediatamente sotoposta, é de aproximadamente 20 m.

10.5 SEQUÊNCIA C2 {base Mb. Triunfo

A seqüência representa o avanço definitivo dos sedimentos progredentes do Membro Triunfo na área. Identificada em furos de sondagem e em afloramentos, esta seqüência, no norte da área (região de Marins-Fazenda Marçal), mostra certas particularidades evolutivas, em relação à litofácies correlacionável ao sul.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Na região de Marins-Fazenda Marçal, a seqüência C2 é bem mais espessa que a litofácies correlacionável ao sul.

Verifica-se ao norte uma associação litológica de arenitos finos, bem a moderadamente selecionados, maduros e submaduros, esbranquiçados e amarelados, ocasionalmente calcíferos; grânulos e seixos bem arredondados são comuns, dispersos ou concentrados em níveis lenticulares dentro dos pacotes arenosos.

Arenitos médios e grosseiros, medianamente a mal selecionados, submaduros a imaturos também ocorrem.

Níveis conglomeráticos com seixos de composição variada, com até

10 cm de diâmetro máximo, são comuns na base dos pacotes arenosos, enquanto que no topo podem ocorrer passagens pelíticas (silítico-argilosas) com estratificação plano-irregular ou plano-paralela.

Estratificação cruzada planar de baixo ângulo e assintótica, de médio a grande porte, são as estruturas mais conspícuas nos arenitos finos, quando estes não se apresentam aparentemente maciços. Estrutura "flaser" e bioturbação por vezes estão presentes.

Nos níveis pelíticos, encontram-se nódulos de pirita e fragmentos de matéria carbonosa dispersos.

No sul da área, esta seqüência é menos espessa e sua presença foi identificada apenas em furos de sondagem. Constituem-se de arenitos finos a médios, com grânulos e seixos dispersos, estratificação plano-irregular ou cruzada planar. Níveis conglomeráticos ocorrem na base e, para o topo, verifica-se a presença de passagens pelíticas, que se confundem com os pelitos da seqüência C3.

Uma granocrescência ascendente é possível ser identificada nos arenitos finos a médios, em alguns afloramentos descritos no norte da área.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Os caracteres sedimentológicos desta seqüência permitem atribuir-lhe condições de deposição em ambiente litorâneo, sendo possível identificar aspectos que sugerem subambientes de planície de maré e atuação de canais distributários.

A seqüência C2 parece representar, em seu conjunto, um fácies de areias litorâneas (praias, barras (?) e ilhas de barreira) próximo a regiões de desembocadura de distributários. Os canais distributários que aportavam no norte da área possivelmente apresentavam uma atuação de tal modo incipiente, que os sedimentos car-

reados para o "mar" sofreram significativo retrabalhamento.

A faciologia sugerida para esta seqüência se vê caracterizada pela presença de arenitos finos, razoavelmente selecionados, associados a arenitos médios e grosseiros, mal selecionados e imaturos com base erosional, os quais representam épocas de maior contribuição continental.

As evidências de planície de maré, aliadas as demais, viabilizam caracterizar a seqüência C2, dentro da faciologia deltáica, como tendo se depositado em ambiente litorâneo com a presença de ilhas de barreiras, praias (?), próximo à desembocadura de canais distributários de incipiente atuação.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Via de regra, entre duas seqüências sedimentares, as relações de contato que ocorrem na vertical refletem relações laterais semelhantes e vice-versa (W.C.KRUMBEIN., e L.L.SLOSS., 1969).

A seqüência C2 mantém relações de contato gradacional com as seqüências C1 e C3. Os atributos sedimentológicos de tais seqüências não são empecilhos para que, lateralmente, suas relações se deem de forma semelhante.

A seqüência C3 representa uma particularidade ambiental, no topo da seqüência C2, favorável à formação de sedimentação carbonosa. Tal condição favorável parece ter relação com fases de afogamento parcial do sistema deltáico, que permitiram a formação de pântanos costeiros.

Estas fases de afogamento são representadas em diferentes posições da coluna estratigráfica composta. No sul da área, o afogamento responsável por tais condições, dentro da seqüência C2, é representado pela seqüência D, enquanto que no norte é identificado na seqüência J, ambas em contato gradacional com as unidades inferiores.

As seqüências sedimentares do Membro Triunfo, no norte (Marins-Fazenda Marçal) e no sul da área, apresentam evidências de terem ocorrido certas particularidades, no decorrer da evolução paleo ambiental de cada uma destas regiões.

Uma maior manutenção do equilíbrio entre aporte e subsidência teria ocorrido no norte, permitindo a formação de um pacote litológico representativo de fácies relativamente persistentes na vertical (C2 e C3). Enquanto isso, no sul, com a taxa de aporte relativamente maior que a subsidência, a progradação se deu de forma mais pronunciada e os constantes avanços e recuos do "mar" permitiram uma maior variação litofaciológica na coluna estratigráfica (C2, C3, D, E, F, G, H e I).

A fase de afogamento caracterizada pela seqüência D, no sul, não representa o afogamento definitivo do sistema deltáico nesta região. Este afogamento "definitivo" se deu aí, aproximadamente na mesma ocasião que no norte, e está representado em ambas as regiões pela seqüência J.

Sendo assim, ainda se depositavam sedimentos das seqüências C2 e C3 no norte, quando no sul se depositavam as areias e pelitos das seqüências G, H e I.

Relações laterais entre estas seqüências são verificadas ao longo da faixa aflorante do Membro Triunfo, entre a região de Marins-Fazenda Marçal e a área de Remanso-Morro Chato.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

A seqüência C2 ocorre, em superfície, apenas no norte da área mapeada, aflorando em quase toda a região de Marins-Fazenda Marçal. Ao sul, foi identificada em subsuperfície nos furos RS-04 e RS-02, onde apresenta uma espessura aproximada em torno de 6-13m. No norte, atingiu até cerca de 60 m em afloramento.

10.6 SEQUÊNCIA C3

As ocorrências significativas de carvão, com espessuras em torno de 50 cm, na região de Marins-Fazenda Marçal, estão vinculadas a esta seqüência.

No sul, esta seqüência, em subsuperfície, contém apenas folhelho carbonoso.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Arenitos muito finos, sílticos, cinza, piritosos; síltitos-argilosos carbonosos de cor cinza, amarelos por alteração; e carvão.

Os carvões encontrados na região de Marins-Fazenda Marçal, descritos em detalhe no Volume 5 do presente relatório, estão associados, via de regra, a níveis pelíticos inferior e superiormente. São carvões finamente bandeados, com altas proporções de vitrinite e exinita. Os teores de enxôfre são da ordem de 7,9%, enquanto os argilo-minerais constituem em média 35,5%

Características sapropêlicas foram constatadas nos carvões de Marins-Fazenda Marçal e a presença de algas nos níveis carbonosos foi registrada através de análises palinológicas e petrográficas.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A sedimentação carbonosa da seqüência C3 pode ser melhor analisada, em termos paleoambientais, na região de Marins-Fazenda Marçal onde se encontra aflorante, permitindo um adequado entendimento de sua evolução.

Seus caracteres sedimentológicos, aliados aos das litologias associadas, sugerem uma deposição em mangues costeiros, vinculados a corpos arenosos litorâneos (barreiras) em regiões interdistributárias.

Dados palinológicos e petrográficos indentificam, através da presença de algas, a permanência de uma lâmina d'água recobrando a turfeira em determinadas ocasiões de sua evolução.

Estratigraficamente, acima das ocorrências de sedimentos carbonosos/carvão são encontradas litologias indicativas de fases de afogamento do sistema deposicional progradante.

A palinologia caracteriza as turfeiras que deram origem aos carvões da seqüência C3, como constituídas por uma vegetação basicamente arbustiva com Licophitas, Filicophitas (fetos), Samambaias e Sphenophitas articuladas. Os fragmentos de Gimnospermas encontrados indicam uma procedência alóctone, proveniente de regiões mais elevadas.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Como mencionado anteriormente, as condições favoráveis à formação de carvão verificadas na seqüência C3, refletem uma particularidade paleoambiental estabelecida durante a evolução da porção superior da seqüência C2.

No curso evolutivo de deposição da seqüência C2, dados de furos de sondagem indentificam passagens pelíticas, onde condições igualmente favoráveis poderiam ter se estabelecido. Entretanto, os fatores sedimentológicos atuantes parecem não ter sido tão positivos como os verificados no topo da seqüência.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

O registro desta seqüência, na região sul da área, se faz apenas presente nos furos RS-04 e RS-02.

Na região de Marins-Fazenda Marçal, os afloramentos de carvão encontrados identificam uma direção geral de ocorrência aproximadamente NW-SE, possivelmente reflexo da disposição espacial dos corpos arenosos, aos quais estariam associados os mangues costei

ros.

A continuidade lateral dos pacotes carbonosos/carvão é um fato verificado, pois em cada ravina inspecionada, onde se supunha a presença dos mesmos, esta foi confirmada (pontos 7-7a, 189, 193, 20, 181, 187, 9, 19 e 18). Considerando ainda os dados de furos de sondagem, tal continuidade fica melhor evidenciada (furos RS-03, RS-14 e RS-12).

A seqüência C3 apresenta, no norte, espessura em torno de 5 m onde, via de regra, aproximadamente 50 cm estão constituídos por carvão. No sul, em subsuperfície, folhelhos carbonosos com intercalações milimétricas de vitrênio, apresentam espessura em torno de 60 centímetros.

10.7 SEQUÊNCIA D

A seqüência D pode ser identificada apenas nos furos RS-04 e RS-02, caracterizando uma fase de afogamento parcial do sistema del-táico nestas regiões.

A. DESCRIÇÃO SUMARIA

Predominam arenitos finos a muito finos com laminação plano-irregular ou ondulada e microestratificação cruzada planar; arenitos médios, de seleção moderada a má, submaturos a imaturos. Interca lam-se níveis conglomeráticos com contato basal irregular, grânulos e seixos bem arredondados, ovóides, discóides e semi-esféricos.

Passagens pelíticas (siltico-argilosas) são comuns nesta seqüência. As estruturas sedimentares mais conspícuas são: lenticular, "flaser", estruturas de carga, "ball and pillow", estruturas de escape de fluídos, estratificação plano-irregular e ondulada, microestratificação cruzada planar e antidunas. No topo da seqüência, ocorrem bioturbações e fragmentos de matéria carbonosa.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Esta seqüência apresenta características sedimentológicas que sugerem sua deposição em ambiente de planície de maré. Arenitos mêdios e conglomeráticos são indicativos de atuação de canais de maré ou de distributários deltáicos inferiores. Provavelmente as sociam-se depósitos de barras de desembocadura. As condições de deposicionais desta seqüência refletem uma franca atuação de marés, possivelmente resultado de um avanço do domínio "marinho" sobre condições mais continentais (afogamento parcial do sistema deltáico), recobrando, em algumas regiões, os depósitos de pântanos pré-existentes. A presença de fragmentos de matéria carbonosa reflete a existência de condições para a formação de uma sedimentação carbonosa na área, naquela oportunidade.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Nos furos onde foi identificada, esta seqüência apresenta passagem gradacional para as seqüências C3, inferior e E, superior.

Outros aspectos referentes às relações da seqüência D são discutidos no item relativo às seqüências C2 e C3.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Sua constatação apenas nos furos RS-04 e RS-02 não permitem extrapolações seguras quanto a sua distribuição espacial nos limites da área mapeada. As espessuras verificadas são da ordem de 20 metros.

10.8 SEQÜÊNCIA E

Tal como a anterior, a seqüência E foi caracterizada apenas em furos de sondagem (RS-04 e RS-02).

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

São identificados arenitos predominantemente finos, até médios e grosseiros, com passagens siltico-argilosas, prevalecendo uma seleção moderada a má. Grânulos e seixos arredondados, ovóides, discóides e semi-esféricos dispersos são comuns na seqüência.

Estratificação plano-irregular, estratificação cruzada planar e assintótica, "climbing ripple", são estruturas sedimentares comuns nos arenitos. No topo da seqüência ocorre um nível carbonoso, ao qual se associam inferiormente pacotes com estrutura "flaser" e bioturbação. Passagens calcíferas ocorrem ao longo de toda a seqüência no furo RS-02.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Com o prosseguimento da fase de afogamento parcial do sistema deltáico, da qual a seqüência D seria precursora, a ação das ondas e correntes se tornam significativas, provocando o retrabalhamento parcial dos sedimentos provenientes do continente.

A seqüência E representa uma fácies de areias litorâneas, onde se associam fácies de mangues costeiros. Alguns caracteres sedimentológicos sugerem a presença de depósitos do tipo "crevasse splay" e/ou "levees".

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Inferiormente, a seqüência E nos furos em que foi caracterizada, grada a partir da seqüência D, refletindo um contínuo aumento da atuação de ondas e/ou correntes.

Superiormente, no furo RS-04, o contato com a seqüência F é irregular. No furo RS-02 não foi possível identificar a seqüência F, estando a seqüência H diretamente sobre a seqüência E, em contato irregular erosivo.

A falta de dados não permite grandes extrapolações quanto às suas relações laterais.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Localizada apenas nos furos RS-04 e RS-02, o que se pode afirmar é que esta seqüência apresenta um aumento de espessura em direção ao furo RS-02, onde atinge 36 metros.

10.9 SEQÜÊNCIA F

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Seqüência de reduzida espessura, constituída predominantemente por arenitos finos e muito finos, silticos, por vezes com passagem de arenito médio. Ocorrem também passagens argilosas.

Estratificação plano-paralela e ondulada, microestratificação cruzada planar e assintótica, estruturas de carga, "ball and pillow", "flaser" e bioturbações.

Grânulos e seixos bem arredondados dispersos ocorrem no topo.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Ambiente de planície de maré com fácies de canal associada (diques naturais submersos ?).

Esta seqüência possivelmente representa uma situação de ambiente de planície de maré, protegido por corpos de areias litorâneas. A seqüência F pode ser interpretada como precursora da fase progredante registrada nas seqüências superiores.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Contato inferior irregular com a seqüência E; superiormente passa gradacionalmente para as litologias da seqüência G.

Lateralmente, pela análise dos furos de sondagem, deve acumular-se a partir do furo RS-04 em direção ao RS-02, onde possivelmente se interdigite com as seqüências E, G, H ou I.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Localizada apenas no furo RS-04, a seqüência F representa um registro geológico aparentemente restrito. A falta de dados não permite maiores considerações quanto à sua distribuição espacial. Entretanto, sua espessura, em torno de 9 m, permite supor-lhe uma relativa extensão lateral.

Supõe-se um acunhamento das seqüências D, E e F em direção ao continente.

10.10 SEQUÊNCIA G

Identificada em superfície e furo de sondagem, esta seqüência aflora ao sul da área, basicamente na região de Remanso-Morro Chato, associada às litologias das seqüências H e I.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Arenitos predominantemente finos até médios, seleção desde boa até má, submaturos a imaturos e passagens pelíticas (siltico-argilosas). Grânulos e seixos bem arredondados, de forma ovóide, discóide e semi-esféricos, e composição variada (principalmente quartzo e arenito), dispersos, estão presentes.

Por vezes, ocorrem níveis lenticulares conglomeráticos com grânulos, seixos e clastos de argila.

Estratificação plano-irregular, cruzada planar e assintótica "truncated wave ripple" ("hummocky"), marcas ondulares e galhas de argila são as estruturas sedimentares mais comuns observadas.

Arenitos grosseiros mal selecionados e imaturos, com base irregu

lar podem ocorrer; associam-se estratificação plano-irregular e cruzada acanalada.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A seqüência G é constituída fundamentalmente por arenitos, basicamente finos e moderadamente selecionados. Suas estruturas sedimentares e associações litofaciológicas permitem considerá-la como um fácies de areias litorâneas, (praias, barreiras) associado a fácies de canal distributário e diques naturais (provavelmente submersos).

Pelo menos parte da deposição destas areias deve ter ocorrido em áreas do tipo bacias interdistributárias, as quais geograficamente poderiam receber a denominação de "golfos". Tais regiões teriam sido gradativamente preenchidas por sedimentos trazidos pelos canais distributários, os quais eram retrabalhados total ou parcialmente por ondas.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Visualmente associados com as areias litorâneas da seqüência encontram-se arenitos grosseiros, mal selecionados e imaturos; tais sedimentos ocasionalmente podem ser considerados pertencentes a esta seqüência.

Ocorre porém que, em certas regiões, as características sedimentológicas das litologias grosseiras viabilizam a individualização de uma seqüência com forte contribuição de canais distributários, no caso, a seqüência H.

A seqüência I, possivelmente, represente uma continuidade do processo sedimentar verificado na seqüência G, porém com uma maior contribuição dos canais distributários.

A passagem da seqüência F para a G se dá de forma gradacional.

Aspectos referentes às relações entre as seqüências C2 e G foram abordados no item correspondente àquela seqüência.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

As areias da seqüência G, com todas as litofácies associadas, o correm, em superfície, numa área aproximada de 10 Km², próximo às localidades denominadas Remanso e Morro Chato.

Alguns afloramentos bem definem esta seqüência tais como, por exemplo, os pontos 66, 88, 89, entre outros.

Em furo de sondagem, foi caracteristicamente evidenciada no furo RS-04. A espessura máxima encontrada foi de 40 metros do ponto 89.

10.11 SEQUÊNCIA H

Esta seqüência representa, na região sul da área mapeada, uma fase de expressiva progradação. Sua identificação nos furos RS-04 e RS-02, quase no topo da seção do Membro Triunfo, caracteriza um avanço do sistema deltáico "mar" a dentro, antes do afogamento definitivo do mesmo pela transgressão que depositou o Membro Paraguauçu, sobreposto.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Arenitos grosseiros a médios, mal selecionados e imaturos; arenitos finos com seleção moderada, submaturos e micáceos. Siltitos arenosos e siltitos argilosos, cinza escuros, amarelados por alteração, micáceos e ocasionalmente carbonosos, com fragmentos de vegetais carbonizados e estratificação plano-irregular ou plano paralela.

Os arenitos, via de regra, apresentam estratificação plano-irregular, cruzada planar de baixo e alto ângulo, cruzada assintótica e acanalada e galhas de argila.

Os siltitos arenosos ou argilosos carbonosos apresentam espessuras da ordem de 2 a 5 m e sua estratificação é caracterizada por alternâncias milimétricas a centimétricas de cores claras (matéria mineral) e escuras (matéria carbonosa), e pela presença de abundante mica nos planos de estratificação.

Bioturbações por raízes foram encontradas junto aos níveis carbonosos do ponto 139.

Análises petrográficas dos pontos 260 e 139 identificaram significativa presença de algas associadas aos sedimentos carbonosos. No ponto 139, o pacote carbonoso superior consiste de um carvão finamente laminado (com lâminas esparsas de vitrênio), constituído praticamente por detritos orgânicos (vitrodetrinita, inertodetrinita, colinita e alginita). Os teores de argilo-minerais atingem até 55% da rocha.

No ponto 260, tem-se um espesso pacote (aproximadamente 5 m) de siltito argiloso carbonoso, composto basicamente por argilo-minerais (85%), possuindo aproximadamente 15% de inertodetrinita e vitrodetrinita; as algas são menos abundantes que no ponto 139.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

As litofácies desta unidade apresentam marcante atuação de canais distributários. Algumas associações litofaciológicas podem ser interpretadas como depósitos de canal, de barra em pontal e de diques naturais.

Os pelitos associados são atribuídos de maneira genérica a depósitos de transbordamento.

A presença da lâmina d'água associada à sedimentação carbonosa foi constatada através das amostras analisadas nos pontos 260 e 139.

Um atributo marcante nos sedimentos carbonosos/carvão associados

a esta seqüência é a característica detrítica da matéria orgânica; além deste aspecto, verifica-se uma relativa abundância de matéria mineral. Tais aspectos, aliados à presença de lâmina d'água durante a deposição destes sedimentos, sugerem estar-se diante de uma sedimentação em zonas periféricas de baías interdistributárias, submetidas a constantes contribuições de sedimentos provenientes dos canais distributários, através de processos de transbordamento ("crevasse splay" ?).

A presença de fragmentos de matéria carbonosa em algumas litologias que se encontram sobre os sedimentos carbonosos sugerem o retrabalhamento de sedimentos carbonosos já depositados.

Considerando-se os dados disponíveis, atribui-se a sedimentação carbonosa da seqüência H, como vinculada a processos de erosão e redeposição de sedimentos carbonosos anteriormente depositados. Tal aspecto pode ser relacionado à expressiva atuação dos canais distributários, os quais podem apresentar constantes mudanças de curso, ou mesmo pela ação de ondas em alguns casos.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Caracteristicamente marcada pela presença erosiva dos canais distributários, parte das litologias desta seqüência apresentam contato irregular erosivo com a seqüência inferior (G).

Considerando-se a distribuição dos paleoambientes deposicionais, pode-se igualmente esperar passagens transicionais entre ambas.

A seqüência I apresenta também uma significativa atuação de canais distributários e retrabalhamento por ondas, de tal sorte que o contato desta seqüência com os pelitos da seqüência H, no furo RS-04, é marcado por uma superfície irregular erosiva.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Ao longo de uma faixa de direção aproximadamente NE-SW, na região de Remanso-Morro Chato, dados de afloramentos e furos de sondagem registram uma expressiva atuação de canais distributários nesta área. São os pontos 110, 111, 112, 113, 114, 130, 131 e o furo RS-04.

Além destes, tem-se significativa influência de canais nos pontos 86, 139, 255 e 259.

A espessura máxima verificada em subsuperfície para a seqüência está em torno de 10 m (furos RS-04 e RS-02).

10.12 SEQUÊNCIA I

Esta seqüência, no sul da área, marca o topo do Membro Triunfo. É constituída por areias depositadas em ambiente litorâneo.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Arenitos, desde finos até médios e grosseiros, seleção moderada a má e granocrescência ascendente estão presentes.

Ocorrem níveis conglomeráticos com grânulos e seixos. Estratificação plano-irregular, cruzada assintótica, cruzada cuneiforme ("herring bone crossbedding") e galhas de argila, foram as estruturas sedimentares verificadas. Os arenitos são localmente calcíferos e ocasionalmente ocorrem grânulos e/ou seixos dispersos.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Ainda nesta fase permaneciam as condições progradantes na área; o avanço da linha de costa determina uma granocrescência ascendente.

Os caracteres sedimentológicos presentes e sua associação lito-

faciológica sugerem a presença de depósitos arenosos litorâneos (ilhas de barreira), próximos a regiões de desembocadura de distributário, de tal sorte que os sedimentos que ali aportavam se expunham total ou parcialmente ao retrabalhamento pelos processos "marinhos" (ondas, correntes e/ou marés).

Associam-se provavelmente depósitos de canais distributários submersos e barras de desembocadura.

As areias litorâneas associadas a depósitos de ilhas de barreira ou cordões litorâneos, são em geral finas a médias, porém em litorais com energia de onda relativamente alta, ocorrem seqüências progradacionais com areias grosseiras.

As areias grosseiras são depositadas na praia e na "shoreface" superior, enquanto, as areias finas são distribuídas na "shoreface" inferior.

Via de regra, as ilhas de barreira encontram-se separadas por canais de maré. Nestes canais, o fluxo é bipolar, ocasionando estratos cruzados do tipo espinha de peixe ("herring bone crossbedding"), típicos destas regiões.

Muitas areias que aportam à lagunas ou baías protegidas por barreiras são atribuídas à ação de marés. As areias de enchente de maré alcançam as lagunas/baías através dos canais de maré e, ao darem entrada no corpo d'água, as correntes diminuem, sendo os sedimentos aí depositados.

Todas estas considerações, aliadas àquelas procedidas na discussão das seqüências G e H, parecem esboçar a dinâmica sedimentar dominante no sul da área, por ocasião da deposição das litofácies superiores do Membro Triunfo, e sua associação evolutiva com a fase transgressiva subsequente não pode ser esquecida.

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQUÊNCIAS

A seqüência I apresenta, em furo de sondagem, contato irregular erosivo com os pelitos superiores da seqüência H. Enquanto isso, suas areias passam, para o topo, gradacionalmente aos pelitos da seqüência J.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

Torna-se difícil caracterizar uma área específica de ocorrência da seqüência I, tendo em vista sua íntima associação com as litofácies das seqüências G e H. Contudo, sua caracterização no furo RS-04 e associações litológicas semelhantes nos pontos 139, 323, et., permitem melhor individualizá-la na porção sul da área, onde a fase progradante foi mais significativa. Sua espessura máxima verificada foi de 17 m no furo RS-04.

10.13 SEQUÊNCIA J

Esta seqüência é atribuída ao Membro Paraguaçu, da Formação Rio Bonito. O Membro Paraguaçu personifica a fase transgressiva que se processou na bacia após a sedimentação do Membro Triunfo.

A. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

Na seqüência J ocorrem siltitos, siltitos argilosos e arenosos, arenitos finos a muito finos, calcíferos, seleção moderada a boa, micáceos e cores em tom de marrom, arroxeadado, esverdeado e amarelo.

Ocorrem também arenitos médios a grosseiros, mal selecionados e imaturos, com cimento calcífero e por vezes calcita recristalizada preenchendo micro-fraturas.

A seqüência é predominantemente fina, porém, associam-se litologias mais grosseiras.

Alguns arenitos apresentam-se intensamente silicificados constituindo, em afloramento, bancos endurecidos que se destacam em relação a litologias mais friáveis.

Estratificação plano-irregular, cruzada planar e acanalada são as estruturas mais comuns quando os pacotes não apresentam aspecto maciço, com os pelitos mostrando fratura conchoidal.

Galhas de argila ocorrem na base dos arenitos, quando estes erodem os pelitos.

B. INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Esta seqüência é representativa do início de uma nova fase transgressiva na bacia. Seus atributos sedimentológicos sugerem deposição em ambiente subaquoso (marinho raso).

Observa-se a recorrência de sedimentos grosseiros, semelhantes aos que ocorrem nas seqüências do Membro Triunfo. Tal fato representa o período de transição de uma sedimentação com características predominantemente regressiva/progradante para uma sedimentação transgressiva, que culminará com o domínio de condições "marinhas" na bacia (Formações Palermo e Irati).

C. RELAÇÕES COM AS DEMAIS SEQÜÊNCIAS

Os dados disponíveis caracterizam uma passagem gradacional entre a seqüência J e as seqüências I e C2/C3, significando, um contato transicional entre Triunfo e Paraguaçu.

A nível de afloramento, comumente utiliza-se a adjetivação "recorrente" para contatos transicionais onde a passagem de uma litologia a outra se dá desta forma. Isto ocorre quando as mudanças nas condições de deposição não se dão rapidamente. A nova condição vai gradativamente se introduzindo, de modo a permitir ainda ocasionais predomínios da antiga condição.

Este fato parece ter ocorrido a nível regional com relação ao evento transgressivo que originou a deposição do Membro Paraguaçu pois, mesmo sob o domínio das novas condições, ainda recorrem litologias geneticamente vinculadas com as seqüências do Membro Triunfo.

D. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESPESSURA

A seqüência J caracteriza o Membro Paraguaçu indiviso. Assim sendo, considera-se área aflorante da seqüência J toda a região colorida de laranja no mapa geológico (Volume 2), que se estende desde o norte até o sul da área mapeada.

A espessura máxima verificada em furo de sondagem foi de 44m, sem contudo ter o furo atingido a unidade imediatamente superior. Portanto, pode-se esperar espessuras algo superiores.

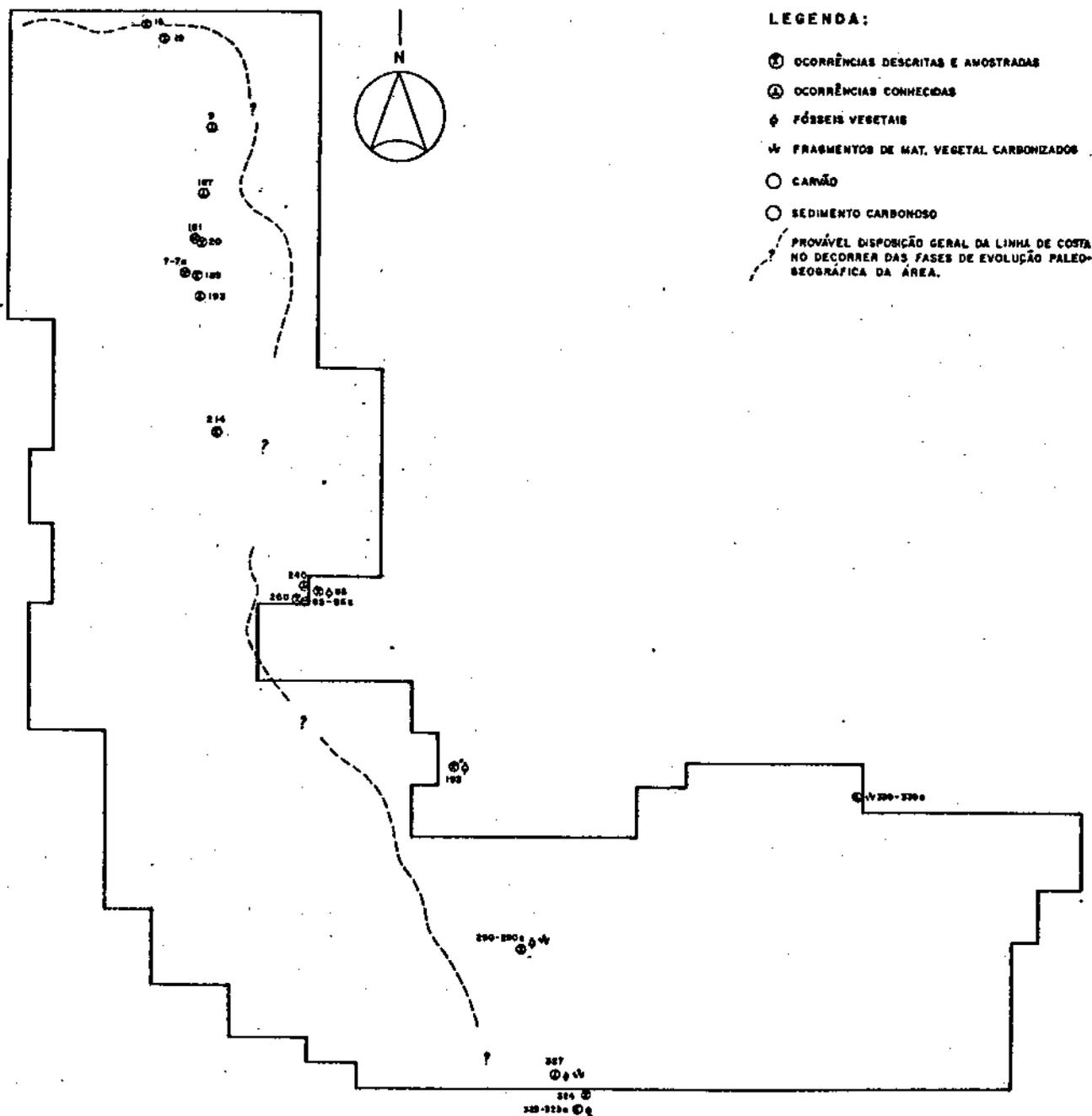
11.0 RESUMO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS A PARTIR DE ANÁLISES PETROGRÁFICAS, PALINOLÓGICAS E PALEBOTÂNICAS

11.0 RESUMO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS A PARTIR DE ANÁLISES PETROGRÁFICAS, PALINOLÓGICAS E PALEBOTÂNICAS

A conjugação dos dados petrográficos e palinológicos obtidos da análise dos sedimentos carbonosos/carvões da região de Marins-Fazenda Marçal permitem as seguintes conclusões:

- As turfeiras que originaram os carvões eram constituídas predominantemente por uma vegetação de porte arbustivo, com plantas do tipo esfenófitas-articuladas (*Laevigatosporites*), filicófitas-fetos e samambaias (*Punctatosporites*, *Punctatisporites*, *Granularisporites*) e licófitas (*Lundbladispora*, *Cristatisporites*). Poléns bissacados de *Gymnospermae* apresentam-se mal preservados, sugerindo transporte de áreas mais distantes ou de locais mais elevados;
- Supõe-se uma origem autóctone para estes carvões, ou seja, a formação de carvão deu-se dentro da mesma região onde cresciam as plantas que lhe deram origem. A presença de esporos reunidos em grupos de 4 (tetrades) reforça esta idéia, visto que, devido ao seu peso, estes esporos caem via de regra próximo à planta;
- A presença considerável de algas (*Portalites*, *Botryococcus*) na base, meio ou topo dos níveis de carvão analisados nesta área, sugere a existência de lâmina d'água sobre a turfeira, pelo menos em certas fases de sua evolução. As características gerais do pacote carbonoso permitem considerar o ambiente como higrófilo, isto é, pantanoso, úmido e de terras baixas, sujeito a esporádicos recobrimentos por uma lâmina d'água;
- As análises dos pontos 20, 181 e 189 (Fig. 4) registraram considerável presença de matéria orgânica amorfa. "De acordo com BROOKS (1977), este material é considerado como sendo originado em ambiente aquoso, relativamente rico em componentes lipídicos, tendo um maior potencial para a geração de hidrocarbonetos do que o material terrígeno".
Deste modo, "uma origem sapropélica poderia justificar a ocorrência desses elementos encontrados no carvão";

FIG. 4-MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE
SEDIMENTOS CARBONOSOS E FOSSILÍFEROS



ESCALA APROXIMADA 1:100.000



- As análises petrográficas dos carvões de Marins-Fazenda Marçal identificam um carvão com tendência ao fácies sapropélico ("cannel coal"). As amostras dos pontos 7 e 189 apresentam grande similaridade quanto à composição; subtraindo-se a matéria inorgânica do ponto 181, a colinita do ponto 20 e a piritita do ponto 214, estes mostram também grande similaridade com os dois anteriores;
- Os dados petrográficos e físico-químicos qualificam os carvões de Marins-Fazenda Marçal como do tipo Betuminoso Alto Volátil B/C.

As análises dos sedimentos carbonosos/fossilíferos registrados no sul da área, Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão, e localizados estratigraficamente associados às seqüências H, G e I, à exceção do ponto 290 cujas litologias estão na seqüência C1, apresentaram os seguintes resultados:

- Nos sedimentos carbonosos/carvão dos pontos 260 e 139, foi observado um alto conteúdo de detritos orgânicos e uma alta percentagem de matéria mineral (até 55%), tratam-se portanto, de sedimentos carbonosos formados às expensas de matéria orgânica detrítica;
- Alto conteúdo em alga no carvão do ponto 139, o aproxima do tipo "bog head";
- O conteúdo palinológico dos sedimentos carbonosos dos pontos 260, 85 e 324 revelou um predomínio marcante de uma microflora relacionável a plantas Gimnospêrmicas dos Grupos Coniferales, Cordaitales e Glossopteridales. Elementos de plantas do Grupo das Lycophytas são considerados acessórios. A associação esporopólinica destes pontos apresenta formas bem preservadas, indicando um transporte relativamente curto. Pode-se inferir para a mesma, um ambiente mesófilo-higrófilo, com vegetação de terras baixas e altas ou comunidade de encostas suaves e solos com melhor drenagem e relativa umidade (MARQUES TOIGO, M. et alii, 1981, inédito).
- Os conteúdos paleoflorísticos dos pontos 86, 139, 323 e 290 e respectivas considerações estão resumidos no quadro 3.

QUADRO Nº 3

PONTO	CONTEÚDO FOSSILÍFERO	CONSIDERAÇÕES PALEOAMBIENTAIS ETC.
86	<i>Annularia</i> (Verticílios) <i>Glossopteris</i> sp (?)	
139	Nível Superior: Raízes de vegetação rasteira; Rizomas, caules; Folhas muito fragmentadas. Nível Inferior: <i>Glossopteris</i> sp Sementes plastispérmicas- <i>Cordaicarpus</i> ? <i>Paracalamites</i> sp (fragmentos de caules articulados) Verticílios de <i>Annularia</i>	Nível Superior: Paleossolo com vegetação rasteira (Paleozóico ou Recente ?); Caules de vegetação arbustiva; Aporte de material vegetal fragmentado (associação de natureza detritica). Nível Inferior: Ambiente mesófilo (áreas planas periodicamente inundadas), com vegetais com porte de árvores e arbustos; Gimnospermas e pteridófitas em proporções semelhantes.
323	<i>Paracalamites</i> (85%) <i>Annularia</i> (10%) Folhas de Gimnospermas, referentes a <i>Cordaites</i> sp (5%)	A boa preservação das impressões fósseis apresentando os caules articulados, verticílios foliares presos aos nós, bem como o tamanho expressivo dos fragmentos (m = 20 cm), indicam uma hipo-aloctonia (transporte de pequena distância, não ultrapassando o ambiente circundante da bacia). Os gêneros <i>Paracalamites</i> e <i>Annularia</i> correspondem respectivamente ao caule e à folhagem de uma mesma planta, da ordem Equisetales; tais vegetais constituem elementos dominantes no primeiro nível de solo à beira de lagos e lagunas litorâneas, sendo excelentes demarcadores de linhas de costa quando fósseis. O conjunto de características apresentado pela assembléia indica uma associação à borda de corpos d'água (ambiente higrófilo). Fragmentos foliares de plantas de maior porte, adaptadas a solos bem desenvolvidos, também ocorrem, identificando uma certa influência de elementos provenientes de ambiente mesófilo.
290	Microfragmentos vegetais Estruturas de bioturbação ("borings"), verticais ou subverticais e estratificação ou em forma de U Impressões de tronco	Depósitos de águas rasas, sem retrabalhamento por ondas. Bioturbação atribuída a Artropodos (Crustáceos).

12.0 IDADE

O conteúdo palinológico dos sedimentos carbonosos/carvões da área de Marins, por correlação com outras associações palinológicas de carvões sulbrasileiros e argentinos, indica uma idade correspondente ao intervalo H₂-H₃ (R.F.DAEMON e L.P.QUADROS, 1970).

O mesmo tipo de comparação foi realizado com relação às associações palinológicas estabelecidas por A.C.ROCHA CAMPOS et alii (1977) e C.L.AZCUY, no prelo (in E.M.TRUSWELL, 1980) para o Itararé de São Paulo e a Bacia de Paganzo-Paraná (Argentina), respectivamente.

A associação palinológica de Marins mostra similaridade com as associações da Microflora II (A.C.ROCHA CAMPOS et alii, op. cit) e com a Palinozona III (C.L.AZCUY, no prelo, op. cit).

Deste modo, pode-se sugerir uma idade provavelmente Sakmariano-Artinskiano para a associação palinológica dos carvões de Marins.

A associação paleoflorística encontrada em amostras provenientes da área de Marins (pontos 86, 139 e 323) (Fig. 4) é relacionada ao Sakmariano-Artinskiano; podendo contudo, representar uma associação restrita ao Artinskiano.

As formas vegetais encontradas permitem correlacionar a taoflora de Marins com a taoflora B de A.C.ROCHA-CAMPOS e O. ROSLER (1978), cuja assembléia tipo é encontrada em São João do Triunfo (PR) e admite correlações também com as taofloras de Figueira e Teixeira Soares.

Comparativamente aos dados paleobotânicos da área de Ribeirão Novo, próximo a Wenceslau Brás (PR), a associação de Marins é mais jovem que a associação encontrada naquela área; as formas relativas a Paracalamites são, na assembléia de Marins, muito mais desenvolvidas que as procedentes da área de Ribeirão Novo, o que pode indicar um melhoramento climático.

**13.0 PALEOGEOGRAFIA, INTERRELACIONAMENTO DE
PALEOAMBIENTES E TECTÔNICA SEDIMENTAR**

13.0 PALEOGEOGRAFIA, INTERRELACIONAMENTO DE PALEOAMBIENTES E TECTÔNICA SEDIMENTAR

Os tipos de ambientes sedimentares e seus respectivos processos deposicionais são, em sua essência, os mesmos em qualquer sistema deltáico. Contudo, a geometria do delta, o arranjo espacial das litofácies e as espessuras de sedimentos acumulados variam de acordo com diversos fatores.

O comportamento tectônico da área-fonte e da bacia de deposição é fator de determinação da paleogeografia; enquanto esta, dita o tipo do sistema fluvial.

As relações de equilíbrio mantidas entre o regime fluvial e a dinâmica costeira (ação de ondas e marés) determinam, nos sistemas deltáicos, inúmeras configurações geométricas que se refletem na distribuição espacial dos seus subambientes.

As taxas de sedimentação (aporte) em relação às taxas de subsidência, determinam o grau de progradação e o grau de superposição (espessura) das litofácies deltáicas.

Diversos sistemas deltáicos distribuídos por todo o mundo já foram intensamente estudados de tal sorte que atualmente se verifica a existência de uma vasta bibliografia sobre o assunto. Este fato permite que, em alguns casos, ao estudar-se geologicamente determinada área, constatando-se estar diante de rochas depositadas em um sistema sedimentar de configuração deltáica, possa-se estabelecer algumas comparações com os sistemas deltáicos modernos, de modo a melhor compreender a evolução paleoambiental da área estudada.

Um dos fatores importantes no comportamento da dinâmica sedimentar é a tectônica, seja a da área fonte ou do próprio sítio de deposição.

O grau de tectonismo exerce papel importante na distribuição dos meios sedimentares, que, controlando a evolução da linha de costa, regula o período de retrabalhamento dos sedimentos antes de seu soterramento final.

Cada subambiente de um sistema deltáico apresenta certos tipos litológicos e/ou estruturas sedimentares que auxiliam na sua identificação, quando fósseis. Entretanto, os tipos de sedimentos depositados em qualquer subambiente vão depender, entre outros fatores, do tipo de sedimento transportado pelos rios.

Distintos aspectos registrados na coluna geológica de uma área refletem relações havidas entre aporte e subsidência. Via de regra, a continuidade vertical de uma mesma associação litológica sugere a manutenção de um estado uniforme do comportamento tectônico (W.C.KRUMBEIN e L.L.SLOSS., 1969); sistemas deltáicos em bacias de "rápida" subsidência não programam apreciavelmente, mantendo litofácies que tendem a persistir verticalmente (H. FUCHTBAUER., 1974).

Onde se tem a presença de detritos que chegam a uma bacia de afundamento relativamente "rápido", estes tendem a depositar-se em um complexo deltáico composto por areias soterradas e mantidas em um estado de relativa imaturidade (W.C.KRUMBEIN e L. L. SLOSS, op. cit); só se depositam areias limpas em áreas tectonicamente instáveis, e de afundamento rápido se estas forem herdadas (provenientes de um ciclo sedimentar anterior).

Existem sistemas deltáicos onde ocorrem alternâncias de períodos dominados por rios e períodos dominados por ondas. Nestes casos, durante os períodos de domínio fluvial, os sedimentos são transportados em direção ao "mar", ali se depositando com uma seleção relativamente pobre. Quando o suprimento de sedimentos diminui, a atuação de ondas e correntes propicia o retrabalhamento dos mesmos, com a deposição destes em bancos de areia ao longo da costa (L.F.BROWN e W.L.FISHER., 1976).

Com a erosão e o descenso contínuo da área de origem dos sedimentos, diminui o fluxo de material detrítico, e as regiões litorrâneas são ocupadas por pântanos, com as condições de evolução dos mesmos sendo mais favoráveis que nas fases anteriores, quando o aporte de detritos era maior. Sob tais condições, a formação da turfa é beneficiada e sua transformação posterior em carvão é função apenas do tempo geológico e do soterramento (W.C.KRUMBEIN e L.L.SLOSS., op.cit).

Com a diminuição do suprimento continental e a subsidência contínua da bacia de deposição, a tendência é que toda a região seja submetida a uma transgressão, com sedimentos "marinhos" recobrimdo os depósitos regressivos anteriores.

Em áreas onde o aporte continental é relativamente contínuo e mesmo ligeiramente superior à subsidência da bacia de acumulação, o sistema deltáico prograda apreciavelmente, de tal sorte, que a seção vertical apresenta uma maior variação de litofácies (W. C. KRUMBEIN e L.L.SLOSS., op.cit; H.FUCHTBAUER., op.cit). Uma taxa de sedimentação, relativamente alta, pode proporcionar, em períodos de cheia anual dos rios, um alto conteúdo inorgânico nos sedimentos dos pântanos associados ao sistema deltáico (J.C. COLEMAN. et. alii, 1964).

Em resumo, a geometria de um sistema deltáico e a distribuição de seus subambientes é, em essência, função da dinâmica dos processos costeiros (ondas e marés)* e da descarga fluvial em relação a tal dinâmica.

* CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ORIGEM DAS ONDAS E MARÉS

Dois agentes fundamentais podem ser responsabilizados pela formação de ondas sobre as superfícies dos mares, lagos e oceanos. O primeiro deles é a transmissão de energia do "oceano" através de um terremoto, uma explosão vulcânica ou um escorregamento de terra em suas margens e fundos. Tais ondas são determinadas de "tsu

nami" e se propagam a uma velocidade aproximada de 804 quilômetros por hora.

Outro processo de formação de ondas é aquele gerado pela atuação de ventos sobre a superfície dos oceanos, formando cristas cuja altura e periodicidade refletem a intensidade do vento.

O sentido de propagação dos ventos também exerce influência no processo de geração de ondas; ventos unidirecionais produzem cristas na superfície dos oceanos que se propagam, via de regra, no mesmo sentido. Ventos multidirecionais produzem o encrespamento da superfície dos oceanos, com a interferência de diferentes padrões de ondas e, por vezes, produzindo picos anormalmente altos.

A interferência do fundo se faz sentir quando as ondas se aproximam de águas rasas. A profundidade crítica para que esta interação seja efetiva é da ordem da metade do comprimento de onda de uma vaga ou onda. Quando esta condição se verifica, ocorre a diminuição do comprimento de onda e o aumento da amplitude. De forma simplificada, isto resulta de uma lei da hidrodinâmica, a qual reza que "a velocidade da onda é proporcional à raiz quadrada da profundidade da água"; isto é, a crista de uma onda desloca-se mais lentamente quanto mais rasa for a lâmina d'água, fazendo com que, por vezes, a frente de onda se desvie, influenciada pelas irregularidades da linha de costa (baías e promontórios). É evidente que a maior parte da energia das ondas iria se concentrar nos promontórios, de maneira que, haverá maior destruição e erosão nestas feições que nas baías (K.K. TUREKIAN, 1969).

A subordinação da força das ondas de "nearshore" (próximo a praia) às forças da onda de águas profundas é menor, em comparação com o desempenho geral da configuração subaquosa. Com o aumento do mergulho de "offshore" (antepraia) e conseqüente aumento das forças de ondas de "nearshore", as irregularidades da linha de costa decrescem, enquanto as feições de construção de ondas aumentam em proeminência, causando um aumento na continuidade lateral dos corpos de areia (L.D. WRIGHT, e COLEMAN, J.M. 1973).

Os fenômenos de maré resultam da interação de forças de atração e repulsão entre Terra e Lua, e até mesmo o Sol, cuja influência sobre as marés é cerca de 46% da influência lunar.

O sistema Terra-Lua é equilibrado em seu todo. Porém, os elementos individuais sobre os dois corpos reagem às forças resultantes sobre os mesmos.

Em qualquer ponto da Terra, a resultante entre as forças de atração e centrífuga, associada ao sistema Terra-Lua, será ativa através de ambas as forças. Esta força, resultante varia em cada ponto geográfico, à medida que a Lua gira em torno da Terra, e tende a mover a superfície da Terra, modificando-a até o equilíbrio.

A Terra, apesar de sua rigidez, responde sutilmente a essa força, produzindo marés. O principal efeito portanto é sobre os oceanos.

As marés constituem, deste modo, fenômenos periódicos sobre um fluído; elas vão depender dos limites dos reservatórios — a configuração dos oceanos, baías, estreitos, braços de mar etc (K.K. TUREKIAN, op. cit).

Todos os demais processos vinculados com o fenômeno das marés, entre os quais, variações máximas entre maré alta e maré baixa, formação ou não de extensas planícies de marés etc, vão depender do volume de fluído e da configuração das margens do reservatório, se abruptas ou suavemente mergulhantes em direção ao corpo d'água.

A distribuição das areias e dos sedimentos orgânicos, a composição e seleção dos sedimentos, entre outros atributos sedimentológicos, verificados nas litofácies do Membro Triunfo na área estudada, sugerem um considerável aporte continental na região de Remanso-Morro Chato, acompanhado por uma atuação moderada a baixa de ondas e, provavelmente, uma variação de maré média (mesotidal) (L.D.WRIGHT e J.M.COLEMAN, 1973).

Enquanto isso, na região de Marins-Fazenda Marçal, a contribuição fluvial, embora significativa, não permitiu uma progradação tal como no sul, havendo aí um maior equilíbrio entre aporte e subsidência.

Sob tais condições, desenvolveram-se ilhas de barreiras, planícies de marés, lagunas e baías, ambientes aos quais associavam-se pântanos costeiros com desenvolvimento da vegetação condicionado a fatores tais como salinidade (?), tipo de substrato, clima, etc.

As baías interdistributárias são corpos de águas abertos, rodeadas por diques naturais e pântanos, conectadas com o "mar" aberto por canais de marés, etc. A deposição nestas baías é basicamente de dois tipos: sedimentos finos depositados por suspensão, com escassa ou ausente atuação de ondas; sedimentos grosseiros trazidos pelos canais distributários, submetidos esporadicamente ao retrabalhamento por ondas, concentrando-se na forma de corpos arenosos que, juntamente com pelitos, culminam por preencher estas regiões deprimidas entre canais distributários.

Em alguns casos, as baías são ampliadas por ação de ondas, às expensas dos pântanos adjacentes, dando-se então o retrabalhamento dos restos vegetais que são incorporados aos sedimentos das baías (J.M.COLEMAN e S.M.GAGLIANO., 1975).

Cada seqüência sedimentar individualizada do Membro Triunfo, representa o registro de seu paleoambiente deposicional. A distribuição destas seqüências na vertical e na lateral, bem como suas

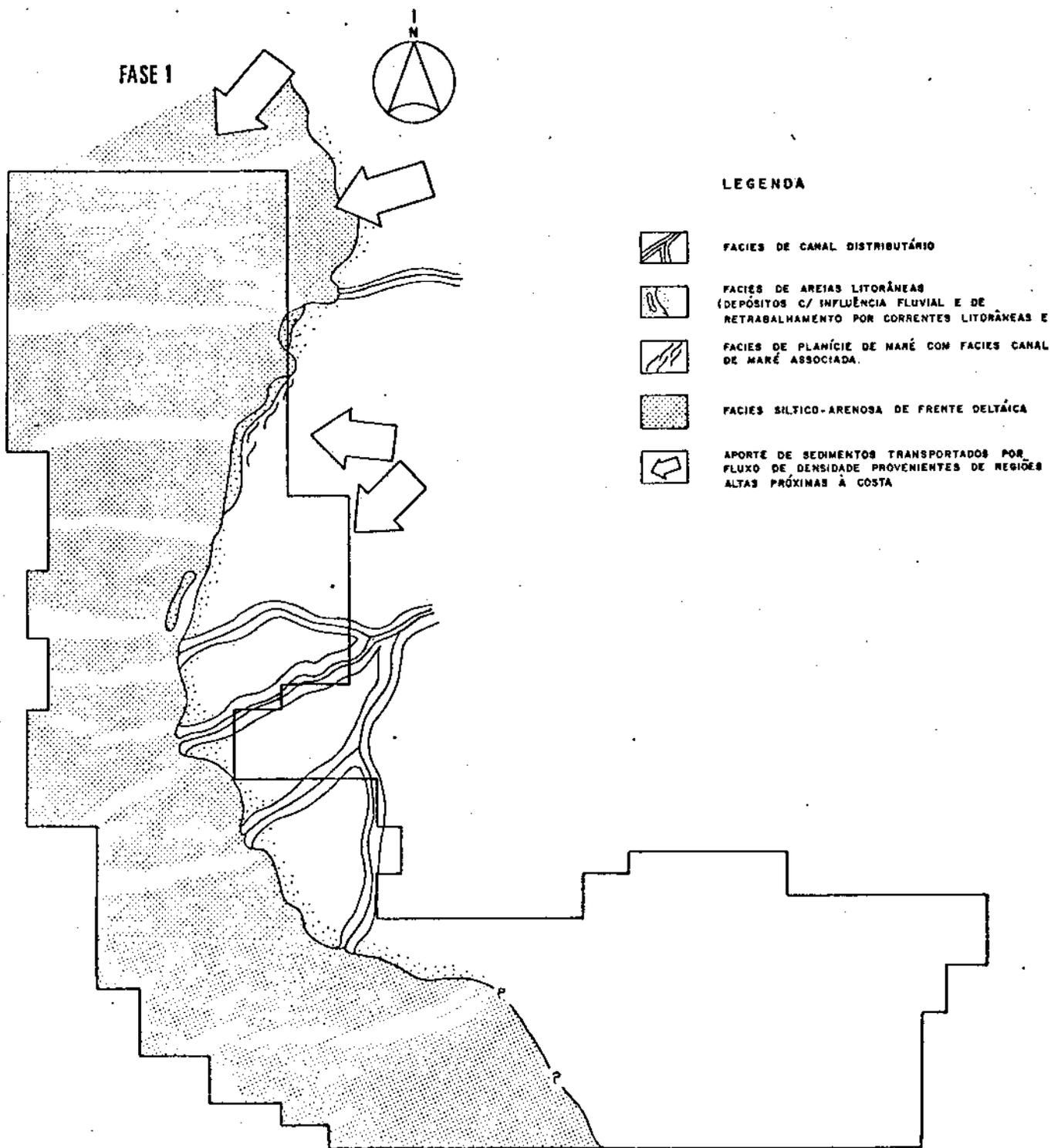
interrelações, tornaram possível uma tentativa de estabelecimento da evolução paleogeográfica da área. Cinco esboços paleogeográficos (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9), procuram mostrar a provável distribuição dos subambientes do sistema deltáico, com suas respectivas litofácies.

Os cinco esboços, por si sô, parecem claros e a observação dos mesmos, juntamente com a coluna estratigráfica composta, permite um satisfatório entendimento da provável evolução paleoambiental da área, à época da sedimentação das litologias do Membro Triunfo.

A região da Serra do Caixão, Cerro Azul, Tuneiras e Irara não se encontra representada nos referidos esboços, tendo em vista, estar fortemente falhada e intrudida por "sills" e diques de diabásio, o que de certo modo dificulta seu melhor entendimento, dentro do contexto evolutivo da área. Além disso, as litofácies, atribuídas à Formação Rio do Sul, aflorantes nesta região, parecem representar níveis relativamente mais inferiores que aqueles verificados em outras porções da área mapeada. Provavelmente, as intrusões de diabásio teriam sido responsáveis por este relativo soerguimento estratigráfico regional.

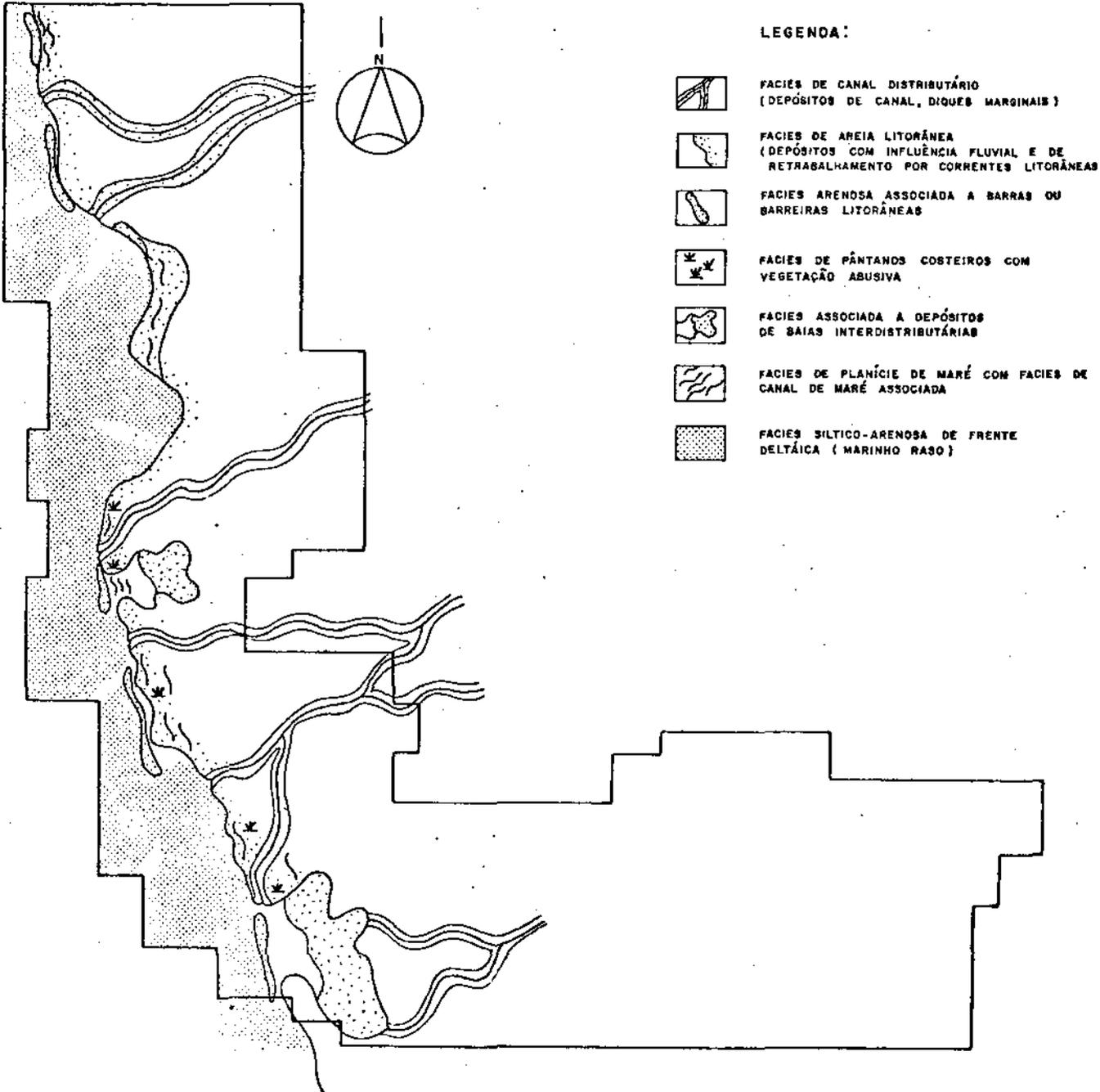
FIG. 5-ESBOÇO DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA ÁREA

DEPOSIÇÃO DAS SEQUÊNCIAS A1, A2 e C1



**FIG. 6-ESBOÇO DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA ÁREA
DEPOSIÇÃO DAS SEQUÊNCIAS C2 e C3 (NORTE E SUL)**

FASE 2



LEGENDA:

-  **FACIES DE CANAL DISTRIBUTÁRIO**
(DEPÓSITOS DE CANAL, DIQUES MARGINAIS)
-  **FACIES DE AREIA LITORÂNEA**
(DEPÓSITOS COM INFLUÊNCIA FLUVIAL E DE
RETRABALHAMENTO POR CORRENTES LITORÂNEAS)
-  **FACIES ARENOSA ASSOCIADA A BARRAS OU
BARREIRAS LITORÂNEAS**
-  **FACIES DE PÂNTANOS COSTEIROS COM
VEGETAÇÃO ABUSIVA**
-  **FACIES ASSOCIADA A DEPÓSITOS
DE BAÍAS INTERDISTRIBUTÁRIAS**
-  **FACIES DE PLANÍCIE DE MARÉ COM FACIES DE
CANAL DE MARÉ ASSOCIADA**
-  **FACIES SILTICO-ARENOSA DE FRENTE
DELTAICA (MARINHO RASO)**

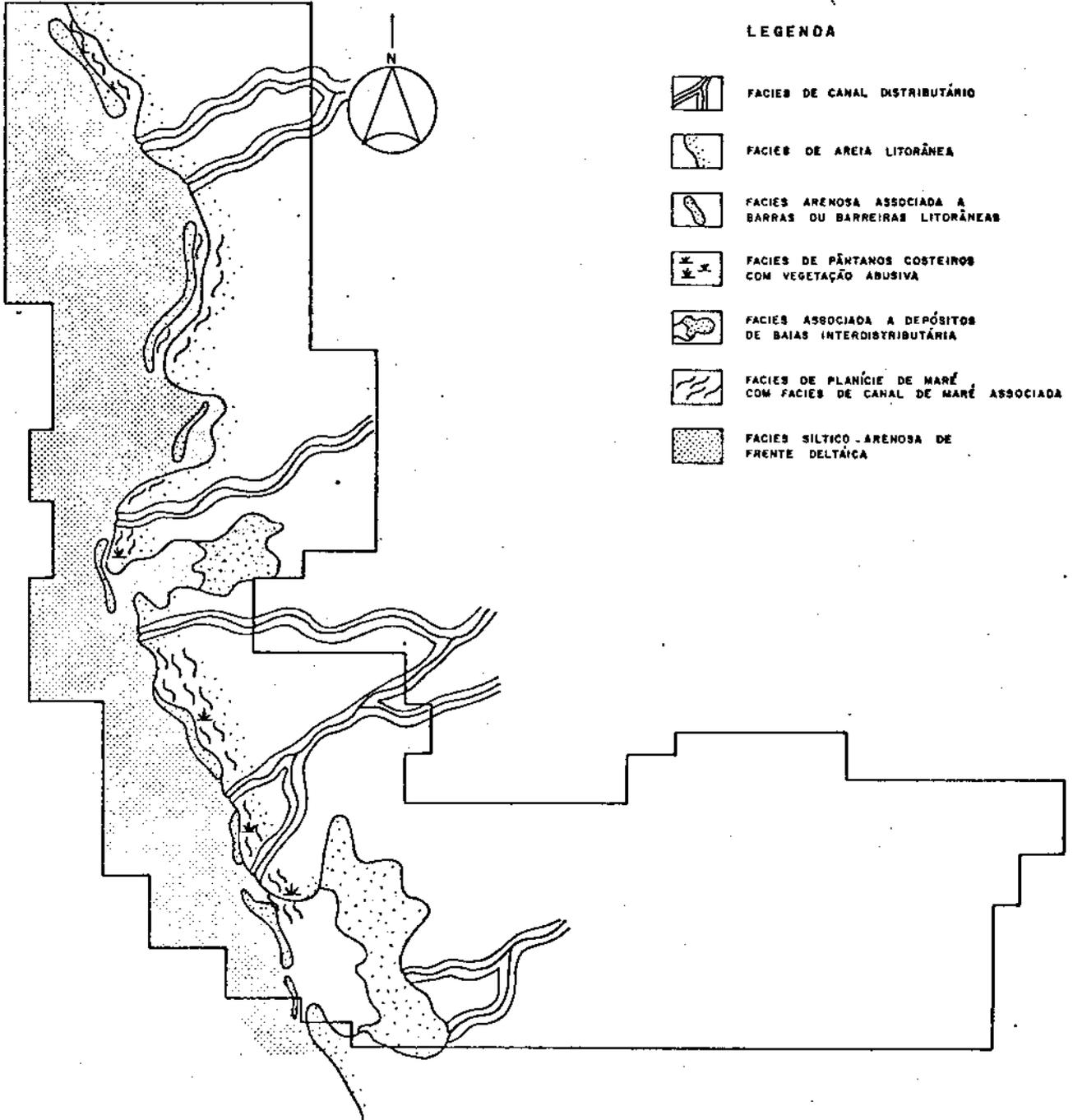
ESCALA APROXIMADA 1:100.000



FIG. 7-ESBOÇO DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA ÁREA

DEPOSIÇÃO DAS SEQUÊNCIAS C2 e C3 (NORTE), D, E e F (SUL)

FASE 3



LEGENDA

-  FACIES DE CANAL DISTRIBUTÁRIO
-  FACIES DE AREIA LITORÂNEA
-  FACIES ARENOSA ASSOCIADA A BARRAS OU BARREIRAS LITORÂNEAS
-  FACIES DE PÂNTANOS COSTEIROS COM VEGETAÇÃO ABUSIVA
-  FACIES ASSOCIADA A DEPÓSITOS DE BAIAS INTERDISTRIBUTÁRIA
-  FACIES DE PLANÍCIE DE MARÉ COM FACIES DE CANAL DE MARÉ ASSOCIADA
-  FACIES SILTICO-ARENOSA DE FRENTE DELTAICA

ESCALA APROXIMADA 1:100.000

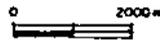


FIG. 8-ESBOÇO DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA ÁREA

DEPOSIÇÃO DAS SEQUÊNCIAS C2 e C3 (NORTE); G, H e I (SUL)

FASE 4

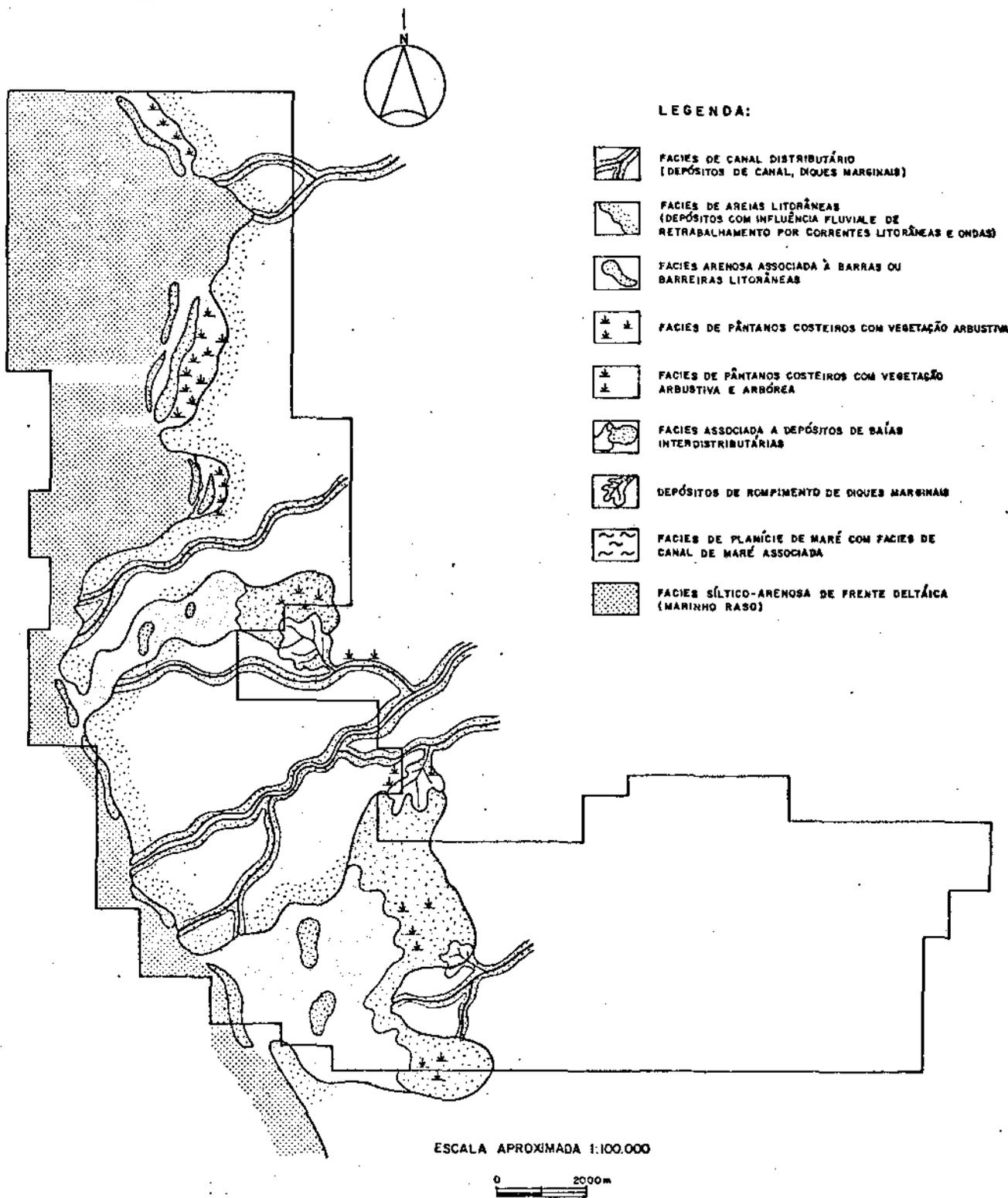
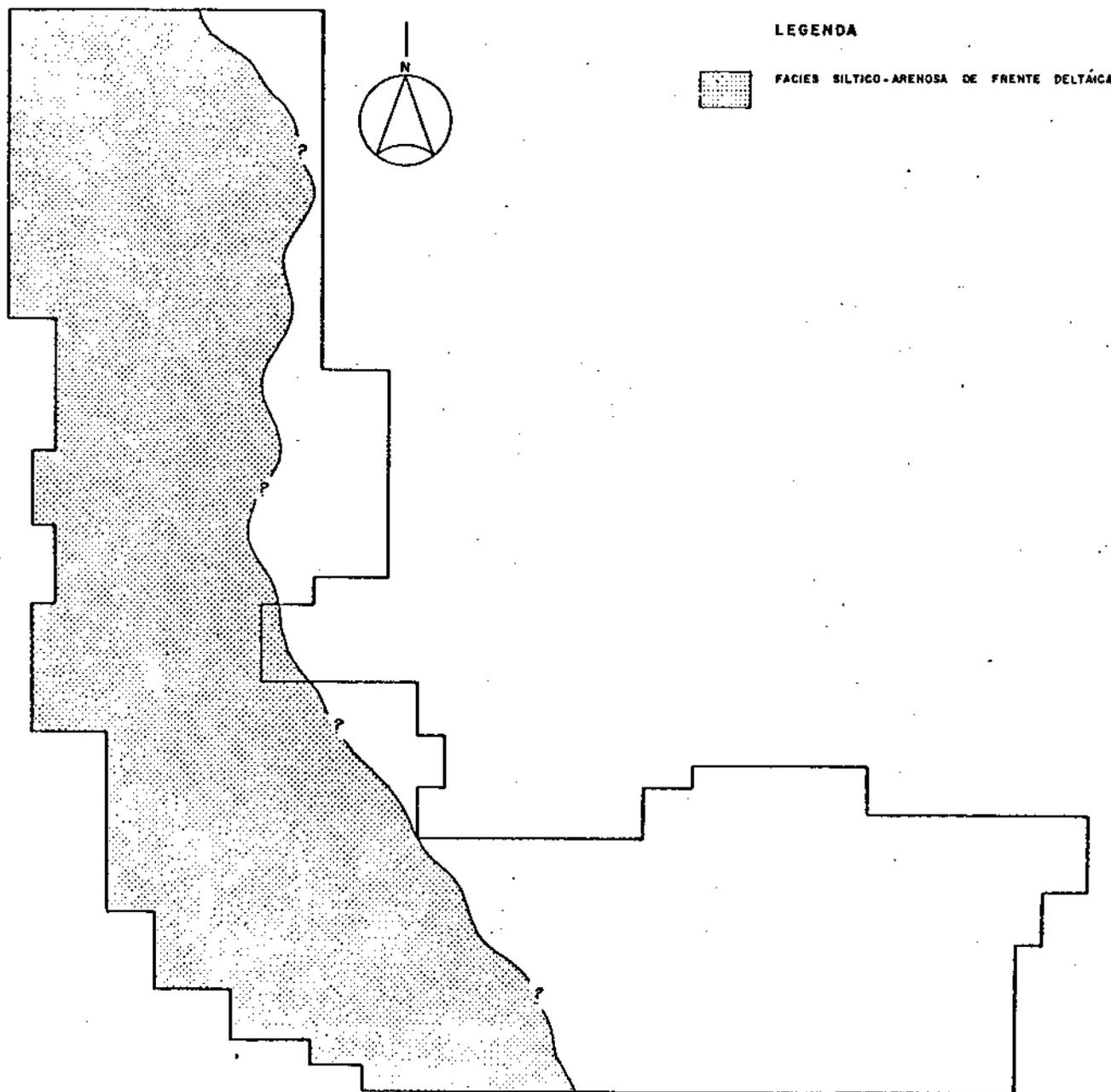


FIG. 9 - ESBOÇO DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA ÁREA

DEPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA J

FASE 5



ESCALA APROXIMADA 1:100.000



14.0 ASPECTOS ECONÓMICOS

14.0 ASPECTOS ECONÔMICOS

Dentro dos limites da área mapeada, foram encontradas ocorrências de carvão/sedimentos carbonosos, as quais, em função de suas espessuras e continuidade lateral, bem como, dos resultados de análises petrográficas e físico-químicas realizadas, permitiram a individualização de dois blocos prioritários de pesquisa.

O Bloco Marins-Fazenda Marçal (com aproximadamente 27,5 km²), foi definido como de prioridade 1, dentro do contexto da área, enquanto ao Bloco de Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão (com cerca de 48,7 km²) foi dado nível de prioridade 2 (Fig. 10).

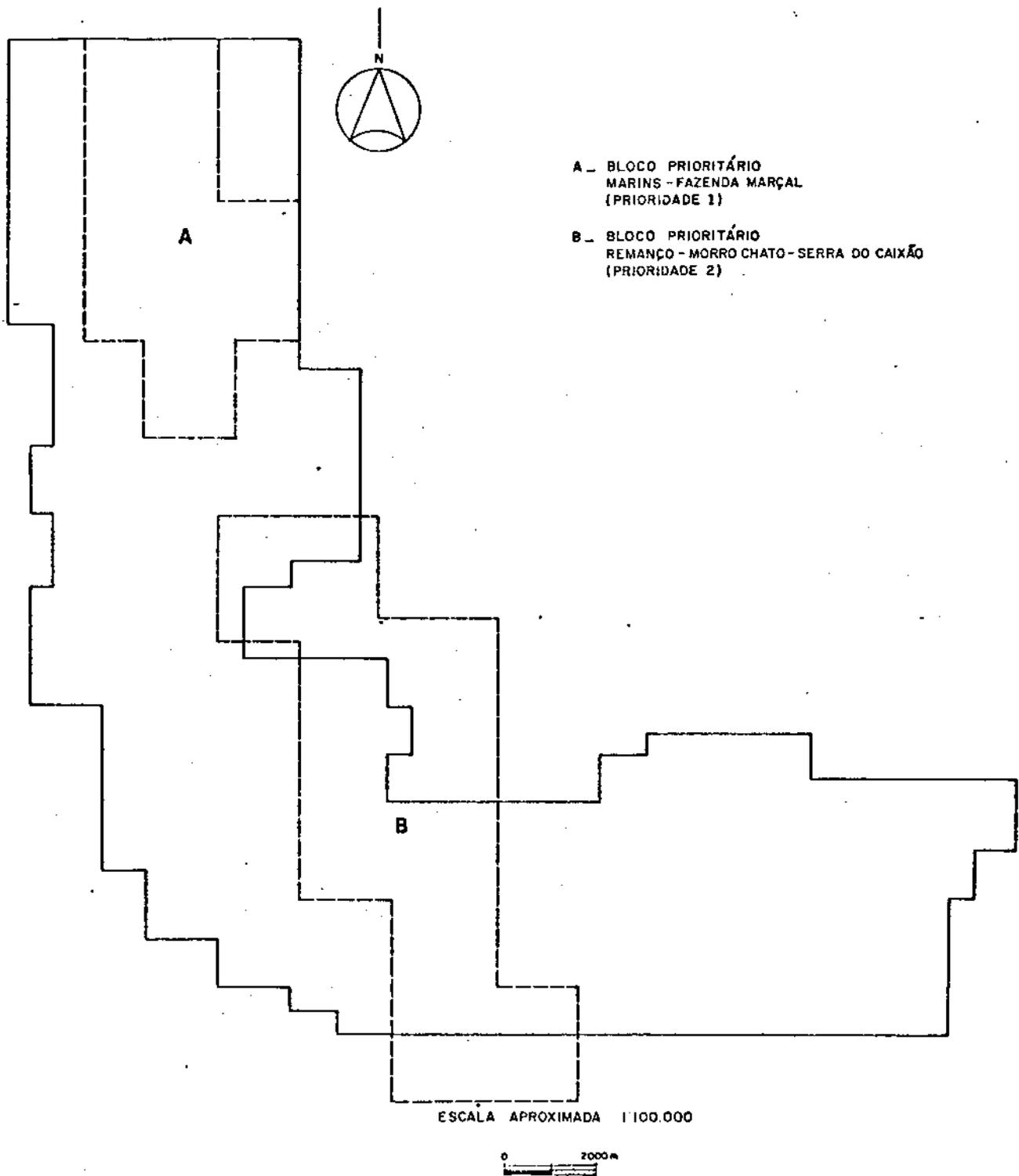
No Bloco Marins-Fazenda Marçal, foram localizadas, em afloramentos, 10 ocorrências de carvão, das quais sete foram amostradas e procedidas análises petrográficas, físico-químicas e/ou palinológicas, sendo que as demais foram apenas reconhecidas e descritas.

A espessura média, em torno de 50 cm, e uma significativa continuidade lateral das ocorrências, tornam o Bloco de Marins-Fazenda Marçal uma área de expressivo interesse para a realização de um mapeamento de detalhe, a fim de melhor caracterizá-las. Os dados até então disponíveis permitem delimitar uma área de ocorrência de carvão, em subsuperfície, de aproximadamente 3,4 km², o que, considerando a espessura média de 50 cm, representaria uma reserva em torno de 2,5 milhões de toneladas (admitindo uma densidade média de 1,50 t/m³).

É claro que tais conclusões são feitas à nível de semi-detalhe, porém permitem um melhor entendimento das possíveis potencialidades da área, vislumbradas a partir do mapeamento ora concluído.

Além da citação do "rank" do carvão de Marins-Fazenda Marçal, de terminado através das análises realizadas, as quais o enquadraram entre os carvões betuminosos alto volátil B/C, deve-se destacar o fato de serem os mesmos potencialmente produtores de óleo

FIG. 10 - LOCALIZAÇÃO DOS BLOCOS PRIORITÁRIOS DE PESQUISA



e gás tendo em vista suas características sapropélicas (Volume 5).

A distribuição espacial das ocorrências de carvão, até então reconhecidas e suas espessuras relativas, identificam um pacote carbonoso cuja dimensão (extensão) maior estaria na direção NNW-SSE, aproximadamente paralela à paleolinha de costa ("back-bar marshers"), segundo ilustra a figura 11.

Este pacote carbonoso parece adelgaçar-se em direção aos pontos 19 a NW, e 214 a SE.

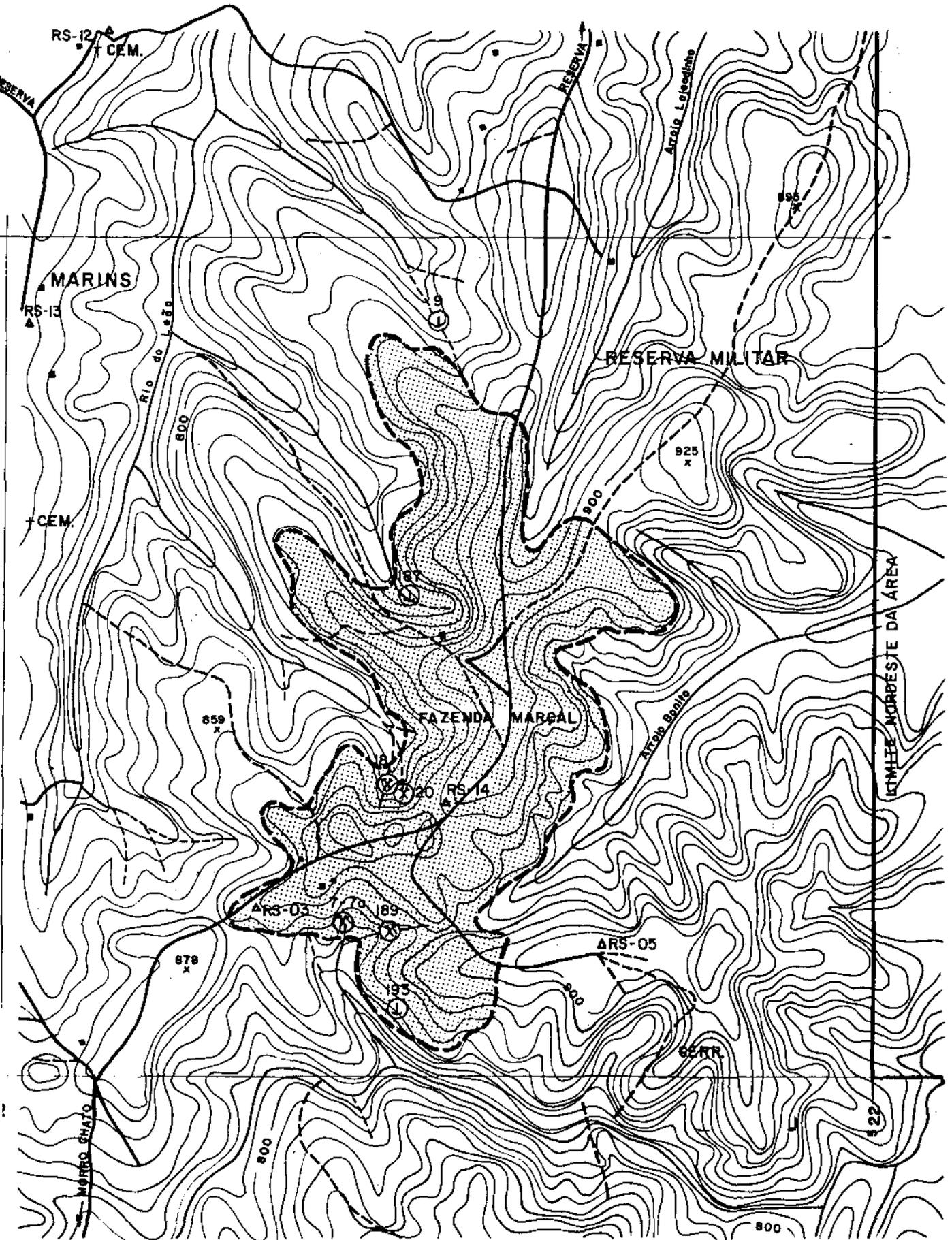
A continuidade deste pacote para oeste e leste é ainda pouco conhecida, porém dados de furo de sondagem sugerem seu adelgaçamento, já que o furo RS-05 não apresentou qualquer indício de carvão, enquanto que o furo RS-13 revelou apenas siltitos argilosos carbonosos (o furo RS-13 não foi possível de ser redescrito, como foram os furos RS-04, 02, 03 e 05).

O Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão contém significativas ocorrências de sedimentos carbonosos/carvão, com espessuras de até 5 m. Contudo, via de regra, apresentam quantidades apreciáveis de matéria mineral.

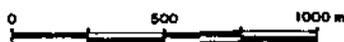
A ocorrência do ponto 139 revelou-se possuidora de aproximadamente 40% de matéria orgânica e alta proporção de exinita (cerca de 35% da matéria orgânica), quase que totalmente constituída por alginita. Tais atributos qualificam o carvão aí encontrado como possível produtor de óleo e gás desde que se admita seu "rank" semelhante ao dos carvões de Marins-Fazenda Marçal.

No Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão, as ocorrências de sedimentos carbonosos/carvão são de certa forma isoladas e descontinuas uma das outras. Todavia, distribuem-se ao longo da mesma direção que as ocorrências do Bloco Marins-Fazenda Marçal. As ocorrências do sul, entretanto, registram uma maior atuação de canais distributários e seus conteúdos em matéria mineral são significativamente maiores.

FIG. 11-DELIMITAÇÃO DA BACIA DE CARVÃO MARINS-FAZENDA MARÇAL



ESCALA 1:25.000



Equidistância das curvas de nível = 10,00m

As informações geológicas disponíveis sugerem que tais ocorrências, estando mais diretamente vinculadas a fácies de canal distributário, caracterizam uma porção mais superior do sistema deltáico.

A característica detrítica da matéria orgânica destes sedimentos carbonosos, bem como seu conteúdo palinológico, permite supor uma proveniência de regiões mais continentais, onde se desenvolvia uma vegetação mais exuberante.

Alguns autores (J.C.HORNE, et alii, 1978), reconhecem as ocorrências de carvão da planície deltáica como distribuídas de tal forma que os corpos de carvão são alongados e paralelos ao mergulho deposicional. Esta direção se verifica, pois os principais sítios onde os pântanos se desenvolvem estão distribuídos ao longo dos depósitos de transbordamento dos canais fluviais/distributários. Os carvões que aí se geram são contínuos ao longo da direção do mergulho deposicional, porém descontínuos perpendicularmente a esta direção, sendo interrompidos por depósitos de preenchimento de baías interdistributárias. Estes autores estabelecem uma distinção entre os carvões da planície deltáica superior e os da planície deltáica inferior. Segundo eles, apesar de que em ambas as regiões os carvões são lateralmente contínuos na direção do mergulho deposicional, aqueles da planície deltáica superior são relativamente menos contínuos, apresentando amplas variações de espessura sobre pequenas distâncias laterais, fato este que é claramente verificado com relação às ocorrências carbonosas do Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão. J.C. HORNE, et alii, (op. cit), abordam os carvões da região dos Apalaches, mencionando que, apesar do conjunto deposicional vinculado com a planície deltáica superior/inferior apresentar muitos carvões econômicos, os mais importantes são aqueles acumulados na zona de transição entre planície deltáica superior e inferior.

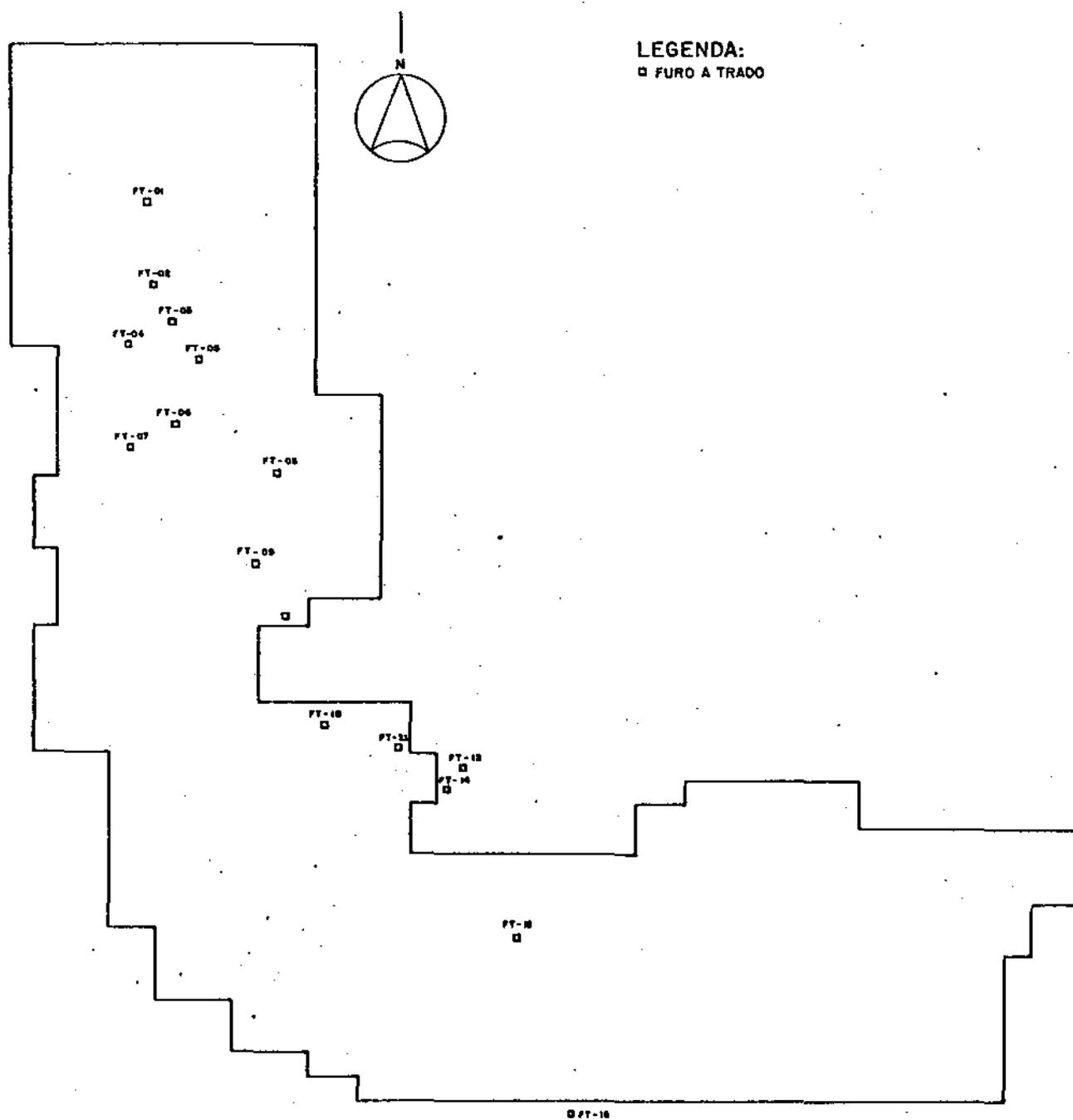
Considerando-se as ocorrências carbonosas de Remanso-Morro Chato Serra do Caixão como passíveis de estarem localizadas na planície deltáica superior, pode-se supor a presença de sedimentação

carbonosa também em direção à planície deltáica inferior, ou seja, para W-SW. As prováveis turfeiras desenvolvidas a leste das ocorrências registradas, teriam sido erodidas em estágios mais recentes da evolução geológica da área, e somente as mais distais do sistema deltáico encontrar-se-iam preservadas em subsuperfície, caso também não tenham sido erodidas em decorrência da própria dinâmica deposicional, à época da formação das mesmas.

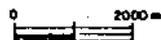
Com o objetivo de recolher maiores informações acerca da continuidade dos níveis carbonosos/carvão, foram locados 16 furos a trado, a serem futuramente realizados na área, caso seja constatado o interesse no prosseguimento dos trabalhos na mesma (Fig. 12).

Maiores detalhes referentes às análises petrográficas, físico-químicas, palinológicas e paleobotânicas dos níveis carbonosos da área de Marins são fornecidos no Volume 5 componente deste Relatório.

FIG. 12-LOCALIZAÇÃO DOS FUROS A TRADO



ESCALA APROXIMADA 1:100.000



15.0 CONCLUSÃO

15.0 CONCLUSÃO

O mapeamento de semi-detalhe ora concluído, abrangendo uma área de 198 km², entre as cidades de Reserva e Ipiranga (Paraná), permitiu uma melhor caracterização das litologias do Membro Triunfo nesta região, bem como verificar certas relações entre as seqüências da Formação Rio do Sul e Membro Paraguaçu com as litologias atribuídas ao Membro Triunfo.

Conseguiu-se, deste modo, ao final dos trabalhos, alcançar uma satisfatória compreensão da complexa dinâmica sedimentar, responsável pela deposição destas três unidades.

Graças à conjugação de diversos procedimentos, tornou-se possível estabelecer diretrizes preliminares para a pesquisa de carvão na área, quais sejam:

- os carvões do norte da área (Marins-Fazenda Marçal) parecem estar vinculados a pântanos atrás de ilhas de barreira. A direção principal do pacote carbonoso nestes casos é, via de regra, paralela à direção destes corpos arenosos;
- as ocorrências de carvão, até então encontradas na região de Marins-Fazenda Marçal, mostram uma direção principal geral NNW-SSE, direção esta que coincide aproximadamente com a que supõe representar a paleolinha de costa na região, a época da deposição de tais litologias;
- os sedimentos carbonosos/carvão de Remanso-Morro Chato - Serra do Caixão representam um fácies mais sob influência de canais distributários. A direção dos corpos de carvão nestes casos tende a ser paralela à direção geral dos paleocanais e tais ocorrências mostram-se, via de regra, descontínuas em direções perpendiculares àquelas;
- as litofácies associadas aos sedimentos carbonosos/carvão do sul da área (Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão) sugerem uma situação de deposição em ambiente de planície deltáica (superior?). Deste modo, pode-se esperar ocorrência de sedimentos

carbonosos/carvão em porções mais distais do sistema deltáico (W-SW), as quais podem até mesmo revelar melhores qualificações.

Foram definidos, na área mapeada, dois blocos prioritários de pesquisa: o bloco Marins-Fazenda Marçal e o bloco Remanso - Morro Chato-Serra do Caixão.

A região de Marins-Fazenda Marçal configurou-se como a mais potencialmente promissora para carvão e de interesse prioritário no contexto de toda a área mapeada. Sugere-se, na presente oportunidade, um mapeamento de detalhe (escala 1:5.000) nesta região, a fim de obter maiores informações acerca do comportamento espacial do pacote carbonoso, bem como estabelecer suas potencialidades de forma mais concreta.

Cabe aqui remencionar o problema surgido no decorrer do mapeamento de semi-detalle nesta região, com respeito à existência de uma área minada, pertencente ao Exército, a qual encontra-se exatamente dentro dos limites do bloco prioritário Marins - Fazenda Marçal, fato este que impediu a inspeção de campo da mesma.

O Bloco Remanso-Morro Chato-Serra do Caixão considerado como prioridade 2, apesar de aparentemente não apresentar interesse, considerando as atuais diretrizes de pesquisa, não deve ser desconsiderado, tendo em vista as significativas espessuras dos sedimentos carbonosos/carvão que nele ocorrem e as informações que podem fornecer em termos de diretriz de prospecção.

16.0 BIBLIOGRAFIA

16.0 BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J.R.L. - 1963 - The Classification of Cross Stratified Units. Whit Notes on Their Origin. *Sedimentology*, 2:93-114.
- ALLEN, J.R.L. - 1972 - A Classification of Climbing-ripple Cross Lamination. *Jour. Geol. Soc. London*, V.129:537-541.
- ANDERSON, J.B. et alii - 1980 - Glacial and Glacial Marine Sediments of the Antarctic Continental Shelf. *Jour. of. Geol.*, V.88: 399-414.
- ARCHANGELSKY, S. y MARQUES TOIGO, M. - 1978 - La Palinologia y el Problema del Limite Carbonico-Permico en el Gondwana Sudamericano. *Actas del Segundo Congresso Argentino de Paleontologia y Bioestratigrafia y Primer Congresso Latino-americano de Paleontologia - B. Aires - Argentina. Tomo IV - Simpósio Carbonico-Permico.*
- ARCHANGELSKY, S. - 1979 - Paleoecologia del Paleozóico Superior Argentino sobre le Base de Sus Plantas Fósseis. *AMEGHINIANA*, V.15 (1/2):73.
- ASHLEY, G.M. - 1978 - Interpretation of Polymodal Sediments. *Jour. of. Geol.*, V.86:411-421.
- EXELEROD, D.I. - 1959 - Evolution of the Psicophyle Paleoflora. *Evolutin*, V.XIII(2):264-275.
- AZCUY, C.L. - 1979 - Posible Significado Paleoecológico de Microfloras Gondwanicas del Paleozóico Superior, Especialmente Argentinos. *AMECHINIANA*, V.15(1/2):85.
- BAUMGARTEN, C.S. et alii - 1973 - Interpretação Ambiental a Partir de Estruturas Sedimentares. *Bol. Tec. da PETROBRÁS, RJ.*, 16 (3):95-112.
- BELOUSOV, V. - 1979 - Geologia Estrutural. Traduções: V. LLANOS MAS. Editorial Mir, Moscou - :302.
- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. - 1967 - Some Paleogeographic and Paleotectonic Features of the Parana Basin, "in" *Problems in Brazilian Gowdwana Geology.*
- BLATT, H.; MIDDLETON, G. and MURRAY, R. - 1980 - Origin of sedimentary Rocks. 2^a ed.
- BLUCK, B.J. - 1971 - Sedimentation in the Meandering River Endrick. *Jour. of. Geol.*, V.7, part. 2.

- BORTOLUZZI et alii** - 1978 - Pesquisa Geológica na Bacia Carbonífera de Santa Catarina. (Considerações Sobre a Estratigrafia Sedimentologia, Paleontologia e Petrografia dos Carvões). PESQUISAS, P.A., 11:33-192.
- BOSSI, G.E. et alii** - 1980 - Descrição de Perfis Estratigráficos: Um Método Gráfico. Atas do 2º Simpósio Regional de Geologia, Rio Claro, V.2:225-239.
- BOSSI, G.E. e PICCOLI, A.E.M.** - 1980 - Estudos de Sequências Sedimentares. Formação Rio Bonito, Área de Gravataí-Morungava-RS. PESQUISAS, PA. 13:63-89.
- BOTTI, M.H.P.** - 1976 - Sedimentary Basins of Continental Margins and Cratons. Elsevier Publishing Company, V.36.
- BOUMA, A.H. and BROWER, A.** - 1964 - Turbidites. Elsevier Publishing Company.
- BOURGEOIS, J.** - 1980 - A Transgressive Shelf Sequence Exhibiting Hummocky Stratification: The Cape Sebastian Sandstone (Upper Cretaceous), Southwestern Oregon. Jour. Sedim. Petrol., V.50 (3):681-702.
- BRENNER, R.L.** - 1980 - Construction of Process - Response Models for Ancient Epicontinental Seaway Depositional Systems Using Partial Analogs. Amer. Assoc. of Petrol. Geol. Bull., V.64(8): 1223-1244.
- BROWN, L.F. and FISCHER, W.L.** - 1976 - Ancient Fluvial/Delta Systems in the Exploration and Production of Oil, Gas, and Other Mineral Resources. Austin, Texas.
- BUSCH, D.A.** - 1971 - Genetic Units in Delta Prospecting. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., V.55 (8): 1137-1154.
- CASTRO, J.C.** - 1980 - Fácies, Ambientes e Sequências Depositionais das Formações Rio do Sul e Rio Bonito, Leste de Santa Catarina - "in" Anais do XXXI, Congr. Bras.de Geol., Balneário Camboriú, Santa Catarina, V.1:283.
- CASTRO, J.C. e MEDEIROS, R.A.** - 1980 - Fácies e Modelos de Sedimentação das Formações Rio do Sul e Rio Bonito, Leste de Santa Catarina. Fácies e Evolução Sedimentar do Grupo Passa Dois na BR.470 SC., Bol. 3:69 - Roteiro de Excursões - Excursão Nº 9 - XXXI Congr. Bras. de Geologia., Balneário Camboriú, Santa Catarina.

- CAVA, L.T. e MARQUEZAN, R.G.** - 1979 - Projeto Triunfo/Sondagem/Perfilagem, V.L. - Textos e Mapas - NUCLEBRÁS.
- CEZAR, A.R.S.F.** - 1980 - O Craton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense "in" Anais do XXXI Congr. Bras. de Geol., Balneário Camboriú, Santa Catarina, V.5:2879-2892.
- CLEMENSEN, L.B.** - 1980 - Triassic Rift Sedimentation an Paleogeographi of Central East Greenlands Geologiske Undersogelse, Bull. 136.
- COLEMAN, J.M. and GAGLIANO, S.M.** - 1865 - Sedimentary Structures Mississipi River Deltaic Plain: In MIDDLETON, ed., Primary Sedimentary Structures and Their Hidrodynamic Interpretation - A Symposium: Soc.Econ.Paleontol.and Mineral Spec.Publ.12:133-148.
- COLEMAN, J.M.; GAGLIANO, S.M. and WEBB, J.E.** - 1964 - Minor Sedimentary Structures in a Prograding Distributary. Marine Geol., V.1:240-258.
- CROWELL, J.C. and FRANKES, L.A.** - 1971 - Late Paleozoic Glaciation: Parte IV, Austrália. Geol. Soc.of. Amer.Bull., V.82:215-2540.
- DAEMON, R.F. e ABOARRAGE, A.M.** - 1976 - Relatório Integrado, Projetos "Carvão no Extremo norte de Santa Catarina", "Prospecção de Carvão no Paraná II" e "Carvão no Estado de São Paulo". CPRM.
- DAEMON, R.F. et alii** - 1981 - Projeto Irati - Área sul - Subprograma de Prospecção de Minerais Energéticos - Relatório Parcial de Fase - Convênio MINEROPAR/NUCLEBRÁS - Mapeamento NUCLEBRÁS.
- DAILY, B.; MOORE, P.S. and RUST, B.R.** - 1980 - Terrestrial Marine Transition in the Cambrian Rocks of Kangaroo, South Austrália. Sedimentology, V.27:379-399.
- DAPPLES, E.C.; KRUMBEIN, W.C. and SLOSS, L.L.** - 1948 - Tectonic Control of Lithologic Associations. Amer.Assoc.of Petrol.Geol., V.32(10):1924-1947.
- DAVIS JR., R.A.** - 1973 - Principles of Oceanography. Assison-Wenley Publishing Company - 2ª Ed.
- DEMAISON, G.J. and MOORE, G.T.** - 1980 - Anoxic Environments and Oil Source Bed Genesis. Amer.Assoc.of Petrol.Geol.Bull., V. 64 (8):1179-1209.
- DICKINSON, W.R.** - 1974 - Tectonics and Sedimentation. Soc.of. Econ.Paleon.and Minerolog., nº 22.

- DOEGIAS, D.J. - 1962 - The Structure of Sedimentary deposits of Braided Rivers. *Sedimentology*, V.1: 167-190.
- DOLAN, R., HAYDEN, B. and FELDER, W. - 1979 - Shoreline Periodicities and Llear Offshore Shoals. *Jour of Geol.* V.87:493-402.
- DOMACK, E.W.; ANDERSON, J.B. and KURTZ, D.D. - 1980 - Clast Shape as an Indicator of Transport and Depositional Mechanisms in Glacial Marine Sediments: George V Continental Shelf, Antartica. *Jour. Sed. Petrol.*, V.50(3): 813-820.
- DUNBAR, C.O. e RODGERS, J - 1958 - Princípios de Estratigrafia. Tradução: Manuel Aluare Z. Jr. Companhia Editorial Continental S. A., México.
- EUGSTER, H.P. and HARDIE, L.A. - 1975 - Sedimentation in an Ancient Playa - Lake Complex: The Wilkins Peak Member of the Green River Formation of Wyoming. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, V.86:319-334
- FAIR BRIDGE, R.W. and FINKL JR., C.W. - 1979 - Cratonic Erosional Unconformities and Pene Plains. *Jour of Geol.*, V.88:68-86.
- FLINT, R.F. - 1971 - Glacial and Quaternary Geology. John Wiley & Sons.
- FLORI, A.P. e LANDIM, P.M.B. - 1980 - Estratigrafia da Formação Aquidauana (Grupo Tubarão) no Sudoeste do Estado de Minas Gerais. *An Acad. Bras. Ciênc.* 52(1):109-124.
- FOLK, R.L. - 1974 - Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Co., Texas.
- FRAZIER, D.E. and OSANIK, A. - 1964 - Recent Peat Deposits-Louisiana Coastal Plain. Esso Production Research Company, Houston, Texas 77001.
- FRIEDMAN, G.M. and SONDEERS, J.E. - 1978 - Principles of Sedimentology. John Wiley & Sons.
- FÜCHTBAUER, H. - 1974 - Sediments and Sedimentary Rocks 1. John Wiley & Sons.
- GAMA JR., E. - 1979 - A sedimentação do Grupo Passa Dois (Exclusive Formação Irati) um modelo geomórfico. *Rev. Bras.Geol.*, V.9(1): 1-16.
- GARCIA, A.J.V. e EASTWOOD, M.E. - 1981 - Um Procedimento Gráfico para Descrição de Perfis Estratigráficos (Inédito).

- CHIBAUDO, G.** - 1980 - Deep - Sea Fan Deposits in the Macigno Formation (Middle-Upper Oligocene) of the Gordana Valley, Northgrn Apennines, Italy. Jour. Sed. Petro., V.50(3):723-742.
- GLAISTER, R.P. and NELSON, H.W.** - 1974 - Grain - Size Distributions and Aid in Facies Identification. Bull of Canadian Petrol. Geol., V.22(3):203-240.
- GODDARD, E.N. et alii** - 1951 - Rock Color Chart. The Geolog.Soc. of Amer., 2^a Ed. New York.
- GONÇALVES, A. e MUHLMANN, H.** - 1980 - Bacia do Paranã - Evolução Tectono Sedimentar - "in" Mesa Redonda, Geologia e Potencialidades Petrolíferas da Bacia do Paranã no Estado de São Paulo. SGB, Núcleo São Paulo-SP.
- GOLDBERY, R.** - 1980 - Use of Grain - Size Frequency Data to Interpret the Depositional Environment of Pliocene Plesheth Formation, Beer Sheva, Israel. Jour. Sedim. Petrol., V.50(3): 843-856.
- GORSHKOV, G. and VAKUSHOVA, A.** - 1967 - Physical Geology. Mir Publishers, Moscou.
- GRABET, H.** - 1970 - Facies and Climate in the Denonian Gondwana beds of Brazil. An Acad. Brasil Cienc., 43 (Suplemento):189-192.
- HARMS, J.C. et alii** - 1975 - Depositional Environments as Interpreted From Primary Sedimentary Structures and Stratification Sequences. Texas.
- HEDBERG, H.D. et alii** - 1976 - International Stratigraphic Guide to Stratigraphic Classification Terminology, and Procedure. IUG, International Subcommission on Stratigraphic. Wiley Interscience Publication.
- HORNE, J.C. et alii** - 1978 - Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region. Amer.Assoc. Petrol Geol. Bull., V.62 (12):2379-2411.
- HSÜ, K.L.** - 1971 - Franciscan Mélanges as a Model for Eugeo synchinal Sedimentation and Underthrusting Tectonics. Jour of. Geophysical Research, V.76(5).
- HUNTER** - 1977 - Terminology of Cross - Stratified Sedimentary - Layers and Climbing - Ripple Structures. Jour of Sedim.Petrol. Bull., V.47(2):697-706.
- JONES, C.M.** - 1979 - Tabular Cross-bedding in Upper Carboniferous

- Fluvial Channel Sedimentary in the Southern Pennines, England. Sedim. Geol. V.24:85-104.
- KARAULOV, V.B.** - 1976 - Recognition of Transgressive and Regressive Complexes in Sections of Geosynclinal sequences Inter. - Geol. Rev., V.19(6).
- KRAFT, J.C. and JOHN, C.J.** - 1979 - Lateral and Vertical Fácies Relations of Transgressive Barrier. Amer.Assoc.of Petrol.Geol. Bull., V.63(12): 2145-2163.
- KRUMBEIN, W.C.** - 1942 - Criterio for Subsurface Recognition of Unconformities. Amer.Assoc.of Petrol.Geol., V.26(1):36-62.
- KRUMBEIN, W.C. and SLOSS, L.L.** - 1969 - Estratigrafia y Sedimentación. Uteha, México. 1.^a Ed. em Español.
- LE BLANC, J.R.** - 1972 - Geometry of Sandstone Reservoir Bodies. Underground Waste Management and Environmental Implications A.A.P.G., Memoir 18:133-190.
- LE BLANC, R.J. et alii** - 1976 - Ancient Deltas Selected Papers Reprinted from AAPG Bull, AAPG Reprinted Series, Nº 19.
- LENZ, P.** - 1977 - Carvão na Bacia do Paraná. Tomo II. Carvão no Estado do Paraná, DNPM. (Inédito).
- LEROY, L.W.** - 1951 - Subsurface Geologic Methods (A. Symposium) 2.^a Ed. Colorado. School of Mines.
- LOCZY, L.** - 1966 - Evolução Paleogeográfica e Geotectônica da Bacia Gondwânica do Paraná e do seu Embasamento. Bol. 234 DNPM-DGM, Rio de Janeiro.
- LOCZY, L. e LADEIRA, E.A.** - 1976 - Geologia Estrutural e Introdução a Geotectônica. Edgard Blücher, São Paulo.
- LUNDEGARD, P.D. and SAMUELS, N.D.** - 1980 - Field Classification of Fine-Grained Sedimentary Rocks. Jour. of Sedim.Petrol.,V.50 (3): 781-786.
- MACHADO, E.R.** - 1961 - Contribuição ao Estudo as Jazidas de Carvão do Rio Grande do Sul - Porto Alegre.
- MEDEIROS, R.A., SCHALLER, H. and FRIEDMAN** - 1971 - Fácies Sedimentares. Tradução: Carlos W.M.Campos. PETROBRÁS.
- MEDEIROS, R.A. e THOMAZ FILHO, A.** - 1973 - Fácies e Ambientes Depositionais da Formação Rio Bonito - "in" Anais do XXXI Congr. Bras.de Geol, V.3, pág.3 - Aracaju.
- MEDEIROS, R.A.** - 1980 - Sistemas Depositionais - "in" Anais do XXXI Congr.Bras.de Geol. Bol. nº 5. Camboriú-SC.

- MEISTER, E.M. - 1973 - Gradientes Geotérmicos nas Bacias Sedimentares Brasileiras. Bol.Tec.da PETROBRÁS-RJ, 16(4):221-232.
- MENDES, J.C. - 1962 - Problemas Paleogeográficos e Estratigráficos do Grupo Tubarão (Carbonífero Superior) - Bol.Soc.Bras. de Geol., V.11(2).
- MENDES, J.C. - 1971 - As Camadas Gondwânicas do Brasil e seus Problemas - Anais Acadêmicos Brasileiros Ciênc., 43 (Suplemento).
- MENDES, J.C. et alii - 1972 - Estratigrafia e Sedimentologia, Geologia Estrutural e Aerofotogeologia. Inst.Nac.do Livro.Mec.Brasília.
- MENDES, J.C. - 1977 - Paleontologia Geral. Edit.Univ.de São Paulo.
- MIALL, A.D. - 1977 - A Review of the Braided - River Depositional Environment. Earth - Science Reviews, V.13:1-62.
- MOORE, G.T. and ASQUITH, D.O. - 1971 - Delta:Term and Concept. Geol.Soc.of. Amer.Bull., V.82:2563-2568.
- MOORE, R. C. - 1949 - Meaning of Facies. Geol. Soc. of Amer., Memoir 39:1-34.
- NEMEC, W.; POREBSKI, S.J. and STEEL, R.J. - 1980 - Texture and Structure of Resedimented Conglomerates: Examples from Ksiaz Formation (Famennian-Tournaisian), Southwestern Poland. Inter. Assoc.of Sedim., V.27:519:538.
- NETTO, A.S.T. - 1977 - Sedimentologia. PETROBRÁS. Salvador.
- NORTHPLEET, A.A. et alii - 1969 - Reavaliação dos Dados Geológicos da Bacia do Paraná. Apresentado no XXIII Congr.Bras.de Geologia, Salvador, BA. Setembro/60 "in" Bol.Tec. da PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 12(3):291-346.
- ODDONE, D.S. - 1939 - Reconhecimento Geomagnético nos Arredores do Planalto de Reserva, Estado do Paraná. Ministério da Agricultura DNPM; DFPM, Bol. nº 35, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, G.M.A. - 1953 - Carvão Mineral do Paraná, Campos Carboníferos Rio das Cinzas e Rio do Peixe. Ministério da Agricultura (DNPM; DFPM) Bol. nº 94, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, G.M.A. e LEMR, P. - 1962 - Carvão Mineral do Paraná, 2ª Parte, Campo Carbonífero do Rio Tibagi - Ministério das Minas e Energia (DNPM, DFPM) Bol.nº 111, Rio de Janeiro.

- PASSOS, N. et alii - 1940 - Carvão Mineral de Barra Bonita e Carvãozinho (Estado do Paraná) DNPM - Bol. nº 42.
- PETTIJOHN, F.J. and POTTER, P.E. - 1964 - Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures. S.Pringer-Verlag.
- PETTIJOHN, F.J. et alii - 1973 - Sand and Sandstone. Springer - Verlag.
- PETTIJOHN, F.J. - 1975 - Sedimentary Rocks. Harper & Row, Publishers.
- PETTIJOHN, F.J. - 1976 - Sedimentary Rocks. Harper & Row, New York, 3.^a ed.
- PICARD, M.D. and HIGH JR., L.R. - 1973 - Sedimentary Structures of Ephemeral Streams. Elsevier Publishing Company.
- PICOLLI, A.E.M. - 1977 - Contribuição ao Estudo das Estruturas Sedimentares na Formação Rio Bonito-Estado de Santa Catarina. PESQUISAS, PA, 7:45-109.
- PILATTI, F. - 1980 - A Formação Rio Bonito no Sudeste do Estado do Paraná - Estratigrafia e Paleoambientes. Dissertação do Mestrado em Geociências-UFRGS - Porto Alegre.
- POTTER, P.E. and PETTIJOHN, F.J. - 1977 - Paleocurrents and Basin Analysis. Springer-Verlag, New York.
- POTTER, P.E. - 1978 - Petrology and Chemistry of Modern Big River Sands. Jour. of Geol., V.86:423-449.
- PUBLICAÇÕES DAEG - 1976 - Código de Nomenclatura Estratigráfica, 4.^a ed. Tradução: The Bull of the Amer.Assoc.of Petrol.Geol., V 45(5): 1971.
- RAMOS, A.N. - 1970 - Aspectos Paleo-Estruturais da Bacia do Paraná e sua Influência na Sedimentação. Resumo da Palestra Proferida na Soc.Bras.de Geol.-Núcleo do Rio de Janeiro, em 30.07.69 "in" IB. téc.PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 13(3/4):85-93.
- READING, H.G. - 1979 - Sedimentary Environment and Facies. Blackwell Scientific Publications.
- REINECK, H.E. and SINGH, I.B. - 1973 - Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, New York.
- RIGBY, J.K. and HAMBLIN, W.K. - 1972 - Recognition of Ancient Sedimentary Environments. Soc. of Econ.Paleont.and Mineralog., nº 16.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. et alii - 1969 - Fácies e Paleogeografia do

Subgrupo Itararé na Bacia do Paraná. An. Acad. Bras. Ciênc., 41
(2)

- ROCHA-CAMPOS, A.C.** et alii - 1977 - Padrões de Sedimentação das Rochas Clásticas do Grupo Tubarão ao longo da margem leste da Bacia do Paraná, Univ. de São Paulo, Inst. de Geoc., São Paulo.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.** et alii - 1977 - Algumas Feições Periglaciais do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), no Estado de São Paulo. Boletim IG-USP, V.8:55-66.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.** e **ROSLER, O.** - 1978 - Late Paleozoic Faunal and Floral Successions in the Paraná Basin. Southern Brasil. Bol. 16,16, USP. Vol.9:1-16.
- RYER, T.** and **LANGER, A.W.** - 1980 - Thickness Change Involved in the Peat-To-Coal Transformation for a Bituminous Coal of Cretaceous Age in Central Utah. Jour. Sed. Petrol., V.50(3):987-992.
- SAADS, A.R.** et alii - 1979 - Evolução Tecto-Sedimentar do Grupo Tubarão (Neo Paleozóico), na margem Nordeste da Bacia do Paraná, "in" An. Acad. Brasil. Ciênc., 51(2).
- SANTOS, A.P.** et alii - 1978 - Pesquisa de Carvão no Rio Grande do Sul - Resultados e Perspectivas - Anais do XXX Congr. Bras. de Geol., V.6:2813.
- SCHNEIDER, R.L.** et alii - 1974 - Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Anais do XXVIII Congr. Bras. de Geol., V.1:41-65.
- SCHNEIDER, A.W.** - 1978 - Contribuição ao Estudo dos Principais Recursos Minerais do Rio Grande do Sul. CRM, Gov. do Est. do RS, Secretaria de Energia, Minas e Comunicação.
- SCHOLL, W.D.** - 1964 - Recent Sedimentary Record in Mangrove Swamps and Rise in SEA Level Over the Southwestern Coast of Florida: Part. 1 Marine Geol., 1:344-366.
- SCHOPF, J.M.** - 1960 - Field Description and Sampling of Coal Beds. Jour. Soc. Geol. Surr. Bull., 1111-B. WASHINGTON.
- SCOTSE, C.R.** et alii - 1979 - Paleozoic Base Maps. Jour. of Geol. V.87:217-277.
- SCHUBEL, J.R.** et alii - 1971 - The Estuarine Environment, Estuaries and Estuarine Sedimentation. Amer. Geol. Institute.
- SHWARZACHER, W.** - 1975 - Sedimentation Models and Quantitative Stratigraphy. Elsevier Publishing Company.
- SELLEY, R.C.** - 1968 - Facies Profile and Other New Methods of Graphic Data Presentation: Application in a Quantitative Study

- of Libyam Tertiary Shoreline Deposits. Jour. of Sedim.Petrol., V.99(2):363-372.
- SELLEY, R.C.** - 1976 - Subsurface Environmental Analyses of North Sea Sediments. Amerc.Assoc.Petrol.Geol.Bull., V.60(2):184-195.
- SELLEY, R.C.** - 1976 - An Introduction to Sedimentology. Academic Press.London.
- SELLEY, R.C.** - 1976 - Medios Sedimentares Antiguos. Tradução:Alfredo Arche Miralles, Hermann Blume Adiciones, Madrid.
- SELLEY, R.C.** - 1978 - Ancient Sedimentary Environments. Chapman and Hall. London.
- SIMONS, D.N.; RICHARDSON, E.V. and NORDIN JR, C.F.** - - Sedimentary Structures Generated by Flow in Alluvial Channels. U. S.Geol.
- SLOSS, L.L.; KRUMBEIN, W.C. and DAPPLES, E.C.** - 1949 - Integrated Facies Analysis. Geol.Soc.Amerc., Memoir 39:91-124.
- SLOSS, L.L. and SPEED, R.C.** - 1974 - Relationships of Cratonic - and Continental - Margin, Tectonic Episodes, Soc.Econ.Pal. Miner., Sp.Publ.22:98-119.
- SOARES, P.C.** - 1972 - O Limite Glacial - Pós Glacial do Grupo Turbarão no Estado de São Paulo - An.Acad.Brasil.Ciênc., 44 (suplemento): 333-342.
- SOARES, P.C.** - 1974 - Elementos Estruturais da Parte Nordeste da Bacia do Paraná: Classificação e Gênese - "in" Anais do XXVIII Congr.Bras.de Geol., V.4:107 - Porto Alegre.
- SOARES, P.C. et alii** - 1974 - Avaliação Preliminar da Evolução Geotectônica das Bacias Intracratônicas Brasileiras - "in" Anais do XXVIII Congr.Bras.de Geol., V.4:61. Porto Alegre.
- SOARES, P.C. et alii** - 1977 - Associações Litológicas do Subgrupo Itararé e sua Interpretação Ambiental. Rev.Bras. de Geoc., V.7:131.
- STACH, E., et alii** - 1975 - Stach's Textbook of Coal Petrology - Gebřuder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- STEEL, R.J. et alii** - 1977 - Coarsening-Upward Cycles in the alluvium of Hornelen Basin (Devonian) Norway: Sedimentary Response to Tectonic Events. Geol. Soc. of Amerc.Bull., V.88:1124 - 1134.
- SUGUIO, K.** - 1973 - Introdução a Sedimentologia. Edgard Blücher, São Paulo.
- SUGUIO, K.** - 1980 - Rochas Sedimentares.Edgard Blücher,S.Paulo.

- TEIXEIRA, G.P. e DUTRA, E.B. - 1934 - Carvão Mineral do Norte do Paraná. Ministério da Agricultura - DNPM; DFPM; Bol.4.
- TISSOT, B.F. and WELFT, D.H. - 1978 - Petroleum Formation and Occurrence. Springer-Verlag.
- TOMMASI, E. - 1973 - Geologia do Flanco Sudeste da Bacia do Paraná. R.G.do Sul, Santa Catarina e Paraná, "in" Anais do XVII-Congres.de Geologia., V.3:179. Aracaju.
- TRUSWELL, E.M. - 1980 - Permo-Carboniferous Palynology of Gondwanaland; Progress and Problems in the Decade to 1980. BMR Jour. of Australian Geol. & Geoph., V.5:95-111.
- TUREKIAN, K.K. - 1969 - Oceanos. Edgard Blücher Ltda.São Paulo.
- VEIZER, J. and JANSEN, S. - 1979 - Basement and Sedimentary Recycling and Continental Evolution. Jour. of. Geol., V.27:341-370.
- VERGARA, M.L.L. - 1971 - Manual de Fotogeologia.Servicio de Publicaciones de La J.E.N., Madrid.
- VIEIRA, A.G. e MAINGUÊ, E. - 1972 - Geologia de Semi-Detalhe do Centro e Nordeste do Paraná e Centro Sul de São Paulo. Relatório DESUL Nº 425, PETROBRÁS, Ponta Grossa.
- WALKER, R.G. - 1979 - Facies Models. Geol.Assoc.of Canadá.
- WELLER, J.M. - 1960 - Stratigraphic Principles and Practice. Harper & Brothers, Publishers, New York.
- WHILLANS, I.M. - 1978 - Erosion By Continental Ice Sheets. Jour. Sedim.Petrol., V.86:516-524.
- WHITTEN. D.G.A. and BROOKS, J.R.V. - 1972 - A Dictionary of Geology. Penguin Books, Great Britain.
- WILLIAMS, P.F. and RUST, B.R. - 1969 - The sedimentology of a Braided River. Jour. of Sedim.Petrol., V.39(2):649-679.
- WOLF, K.H. - 1973 - Conceptual Models, 1. Examples in Sedimentary Petrology, Environmental and Stratigraphic Reconstructions, and Soil, Reefm Chemical and Placer Sedimentary ore Deposits. Sedim.Geol., V.9:153-193.
- WRIGHT, L.D. and COLEMAN, J.M. - 1973 - Variations in Morphology of Major River Deltas as Functions of Oceans Wave and River Discharge Regimes. Amerc.Assoc.Petrol.Geol.Bull., V.57(2):370-398.