UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA SEQÜÊNCIA PORTADORA DE CARVÃO NA REGIÃO DE CERQUILHO (SP)

José Alexandre de Jesus Perinotto

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Paleontologia e Estratigrafia

São Paulo
1987

UNIVERSIDADE DE SAO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA SEQÜÊNCIA PORTADORA DE CARVÃO NA REGIÃO DE CERQUILHO (SP)

José Alexandre de Jesus Perinotto

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T/362
U.S.P.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	Dr. O.Rösler	
Examinadores:	Dr. A.M.Coimbra	
	Dr. P.M.B.Landim	

São Paulo
1987

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T.1362
U.P.

DEDALUS - Acervo - IGC
30900005392

A Cecilia,André,Rafael e Fábio
que são,"sem medida,a força e
a vida do meu coração".

A meus pais.

Ao Prof.Dr.Heinz Ebert(em memória).

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo propor uma evolução paleogeográfica para o conjunto sedimentar portador de carvão na região de Cerquilho (SP),bem como a sua posição estratigráfica no âmbito do Grupo Tubarão.

O desenvolvimento dos trabalhos foi possível graças ao grande número de dados oriundos do Projeto Carvão de Cerquilho,realizado através de um convênio entre a Universidade Estadual Paulista (UNESP)-Campus de Rio Claro e a Companhia Energética de São Paulo (CESP).

A metodologia utilizada foi a descrição de testemunhos de sondagens rotativas,poços rasos (cacimbas) e seções de superfície. Algumas sondagens foram perfiladas, e dos perfís realizados, o de Raios Gama mostrou-se bastante útil nas correlações.

Foram estabelecidas onze diferentes fácies para a região como um todo,distinguindo-se três áreas com conjuntos faciológicos próprios: Aliança-Taquaral, Mato Seco e Itapema.

Através da análise faciológica e diversas correlações pôde ser estabelecido um quadro evolutivo da paleogeografia da região que mostra para a área Aliança-Taquaral um lobo deltaico ativo com as fácies de prodelta,frente deltaica e planície deltaica, onde houve condições de formação de turfeiras; para a região de Mato Seco prevalecia uma sedimentação costeira com barras de barreira confinando lagunas interiores,também gerando acumulações carbonosas; em Itapema postula-se a existência de um provável embaiamento,lateral ao lobo de Aliança-Taquaral,onde o predomínio de processos de maré imprimiu a característica lenticularidade das camadas nesta área,onde não existe acumulação carbonosa como nas anteriores.Com o nível do mar ascendente,os depósitos mencionados são encobertos e parcialmente retrabalhados,gerando depósitos de praias e planícies de maré, e, finalmente, com o domínio do avanço transgressivo,imperam condições plataformais que afogam toda a seqüência.

Do ponto de vista litoestratigráfico,com base não só nos dados obtidos,mas também em uma análise regional que vem sendo realizada por FULFARO et al.(em prep.),optou-se por designar o conjunto sedimentar estudado como Formação Tietê (no sentido de

FULFARO et al.,1984). Esta unidade posiciona-se concordantemente entre o topo do Subgrupo Itararé e a base da Formação Tatui,e é correlacionável à Formação Rio Bonito dos estados do sul.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to propose a paleogeographic evolution for the coal bearing sedimentary sequence from Cerquilho region, São Paulo State, as well as its stratigraphic position within the Tubarão Group, Paraná Basin.

The development of this work was made possible by large amount of data originated by Cerquilho Coal Project,a covenant between Universidade Estadual Paulista(UNESP)-Campus de Rio Claro and Companhia Energética de São Paulo (CESP).

Faciological description of rotative drill cores,shallow wells and surface sections constituted the applied methodology.Among the logged drill holes, Gamma Ray log proved to be very useful in correlations.

Eleven distinct facies were identified in the region as a whole, in which three different areas with unique facies association were distinguished: Aliança-Taquaral,Mato Seco and Itapema.

A picture of regional paleogeographic evolution was drawn through faciological analysis and several correlations: an active deltaic lobe for Aliança-Taquaral area,with prodelta,delta front and delta plain facies,where the formation of peat occured; coastal sedimentation predominated in the Mato Seco area, with barriers bars closing inner lagoons,also generating carbonaceous accumulations; a probable embayment at the side of Aliança-Taquaral deltaic lobe is postulated for the Itapema area,in which predominant tidal processes imposed bed lenticularity characteristics,without carbonaceous accumulations comparables to the others areas. With ascending sea level,these deposits were covered and partially reworked,forming beaches and tidal flats. Finally,with contined transgression,shelf conditions drowned the whole sequence.

The decision of naming this sedimentary sequence as Tietê Formation (in sense of FULFARO *et al.*,1984) was based,from a lithostratigraphic standpoint,not only on obtained data,but also on a regional analysis by FULFARO *et al.*(in prep.).The Tietê Formation lies conformably over the Itararé Subgroup and below Tatui Formation and it is correlative with the Rio Bonito Formation of the southern states.

ÍNDICE

Página

RESUMO..... ii
ABSTRACT..... iv
RELAÇÃO DE FIGURAS..... vi
RELAÇÃO DE ANEXOS..... viii
AGRADECIMENTOS..... ix
CAPÍTULO

1. INTRODUÇÃO..... 1
2. LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOLÓGICA..... 3
3. MATERIAL E METODOLOGIA
   3.1. Descrição de Testemunhos de Sondagens Rotativas..... 11
   3.2. Descrição de Poços Rasos..... 11
   3.3. Seções de Superfície..... 11
   3.4. Perfís Compostos..... 11
   3.5. Lâminas Petrográficas..... 14
   3.6. Análise Paleobotânica-Macrofósseis..... 14
   3.7. Correlações..... 14
   3.8. Bloco Diagrama..... 15
   3.9. Mapas Estratigráficos..... 20
4. ANÁLISE FACIOLÓGICA
   4.1. Área de Aliança-Taquaral..... 24
   4.2. Área de Mato Seco..... 39
   4.3. Área de Itapema..... 44
   4.4. Estrada Secundária Cerquilho-Tietê (NE de Cerquilho)..... 46
5. PALEOGEOGRAFIA
   5.1. Ambientes de Sedimentação..... 49
   5.2. Gênese do Carvão..... 52
   5.3. Quadro Paleogeográfico..... 56
6. SITUAÇÃO ESTRATIGRÁFICA..... 60
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 63
8. BIBLIOGRAFIA..... 65

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura — Página

1. Mapa de localização..... 4
2. Mapa geomorfológico..... 5
3. Mapa geológico..... 6
4. Classificação e nomenclatura do Subgrupo Itararé em São Paulo..... 8
5. Resumo das unidades litoestratigráficas,litofácies, fácies genéticas e ambientes de sedimentação do Subgrupo Itararé..... 9
6. Localização das sondagens rotativas e seções de superfície na área Aliança-Taquaral..... 12
7. Localização das sondagens rotativas e seções de superfície na área de Mato Seco..... 13
8. Seção estratigráfica A-A' na área Aliança-Taquaral..... 16
9. Seção estratigráfica B-B' na área Aliança-Taquaral..... 17
10. Seção estratigráfica na área de Mato Seco..... 18
11. Bloco diagrama na área Aliança-Taquaral..... 19
12. Mapa de isólitas de arenito na área Aliança-Taquaral... 21
13. Mapa de isólitas de arenito na área Aliança-Taquaral... 22
14. Mapa de isólitas de arenito na área Taquaral..... 23
15. Fácies 1,sub-fácies 1-A..... 25
16. Fácies 1,sub-fácies 1-B..... 26
17. Fácies 2..... 28
18. Fácies 3..... 30
19. Esquema de raíz fóssil na lapa do carvão de Bairro Aliança..... 31
20. Fácies 4,sub-fácies 4-A..... 33
21. Fácies 4,sub-fácies 4-B..... 33
22. Fácies 5..... 34
23. Fácies 6..... 36
24. Fácies 7,sub-fácies 7-A..... 37
25. Fácies 7,sub-fácies 7-B..... 38
26. Fácies 8..... 40
27. Perfil vertical idealizado das fácies da área Aliança-Taquaral..... 41

Figura Página

28. Esquema de raíz fóssil na lapa do carvão de Mato Seco... 43
29. Perfil vertical idealizado das fácies da área de Mato Seco..... 45
30. Esquema evolutivo da região de Cerquilho..... 57
31. Situação estratigráfica da Formação Tietê..... 61

RELAÇÃO DE ANEXOS

Anexo I - Exemplos de descrição de testemunhos de sondagens rotativas.
Anexo II - Exemplos de descrição de poços rasos
Anexo III- Seções de superfície
Anexo IV - Perfís compostos de sondagens rotativas

AGRADECIMENTOS

Aproveito a oportunidade para externar meus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições que contribuiram para a elaboração desta dissertação:

- à CESP-Companhia Energética de São Paulo,principalmente ao seu antigo Departamento de Projetos Especiais,pela autorização para utilizar os dados gerados pelo Projeto Carvão de Cerquilho;
- ao Prof.Dr. Oscar Rösler,que muito mais que efetivo orientador, foi e é o amigo em todas as situações,o que permitiu o desenvolvimento e conclusão dos trabalhos,bem como muito contribuiu para minha formação como pesquisador,docente e ser humano;
- aos Profs.Dr.Paulo Milton Barbosa Landim pela orientação inicial em minha pós-graduação e Dr.Vicente José Fúlfaro pela co-orientação, e a ambos pelas discussões e reflexões constantes;
- aos sempre amigos,Geol.Edvard Elias de Souza Fº e Prof.José Cândido Stevaux pela imensa amizade que demonstram e grande colaboração que prestaram ao desenvolvimento desta dissertação;
- aos Profs. Dr.José Humberto Barcelos e Ercílio G.Gama Jr. pelo constante incentivo;
- ao Prof.Wu Fu Tai pelo auxílio nas descrições petrográficas;
- ao Prof.Claudio de M.Valeriano pelo auxílio na elaboração do abstract;
- aos estagiários e,alguns já hoje,colegas Geol.Miguel Borduque, Geol.Patrícia Marra Seppe,Geol.Daniel B.do Nascimento,Geol. Marcos Francisco B.de Moraes,Geol.Rodolfo Ruegger,Clementina R.Curopos Uvaldo e Denise B.Meneses,pelos trabalhos executados com eficência em diversas fases;
- aos funcionários, desenhista Antonio Cesário Porta Júnior,secretária Valderez Estela Silva Toledo,e técnicas Maria Célia Zadra Schmidt e Darlene de Cássia Armbrust pela dedicação e eficiência de seus trabalhos;
- ao Departamento de Geologia Sedimentar do IGCE/UNESP e ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/USP pelo apoio recebido e
- a Cecilia,André, Rafael e Fábio,pelo imenso amor e apoio constantes.Também pela paciência com que suportam minhas ausências.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Grupo Tubarão no Estado de São Paulo é uma unidade que vem merecendo a atenção de vários pesquisadores ao longo dos anos em virtude das complexidades de seu quadro estratigráfico e de sua evolução paleogeográfica. Particularmente na região de Cerquilho, onde afloram sedimentos da parte superior desta unidade, o interesse em estudá-la é ainda corroborado pela ocorrência de carvão, sendo esta a principal do estado.

Apesar dos vários estudos já realizados na citada região, restam importantes questões a serem abordadas, envolvendo, entre outras, um modelo mais detalhado da evolução paleogeográfica do conjunto sedimentar portador do carvão; uma discussão sobre a gênese deste recurso energético e se esta esteve condicionada por idênticas situações paleogeográficas nas duas principais áreas de ocorrência na região (Aliança-Taquaral e Mato Seco); a razão da não ocorrência de depósitos de carvão em determinadas áreas como Itapema e a nordeste de Cerquilho; as áreas potencialmente portadoras de carvão na região e até o momento ainda não conhecidas; o intervalo de tempo envolvido dentro de uma seqüência de eventos descritos em um modelo de evolução paleogeográfica; e o posicionamento deste conjunto sedimentar sob o ponto de vista litoestratigráfico.

Tais questões não puderam ser até o momento resolvidas em virtude da falta de acesso a dados mais concentrados na região.

Graças ao Projeto Carvão de Cerquilho, desenvolvido através de um convênio, celebrado em meados de 1984, entre o Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (IGCE-UNESP)-"Campus" de Rio Claro e a Companhia Energética de São Paulo (CESP), grande quantidade de dados pôde ser conhecida.

Os trabalhos concentraram-se primeiramente em uma área previamente selecionada pela CESP - área da antiga mina - a WNW da cidade de Cerquilho (Bairro Aliança), com aproximadamente 4 km^2, onde se realizaram 87 furos de sondagem rotativa com testemunhagem contínua (profundidade média de 30 metros) e cerca de 75 poços rasos (cacimbas), com cerca de 10 metros de profundidade média, além

de seções de superfície.

Os resultados parciais deste convênio foram apresentados por STEVAUX et al. (1985) e estão em sua maior parte contidos nesta dissertação, que, pela primeira vez, aborda de modo detalhado as questões anteriormente levantadas. No entanto, por se tratar de um tema de alta especificidade e fugir ao escopo desta dissertação, a questão do quadro bioestratigráfico e a idade do conjunto sedimentar em questão serão tratados de modo bastante sucinto.

Vários trabalhos abordam a bioestratigrafia do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo, entre os quais, DAEMON & QUADROS (1970), SAAD (1977), RÖSLER (1978), ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (1978), ARAI (1980), LIMA & SUNDARAM (1982) e MILLAN (1987), sendo este último publicado, até o momento, apenas sob a forma de resumo. Destes, os que citam especificamente a região de Cerquilho são os de SAAD (1977) e de RÖSLER (1978). O primeiro, trabalhando com a microflora (esporos, monossacados, bissacados simples e estriados, monocolpados e tasmanales), definiu três zonas informais (Microfloras I, II e III) sendo a ocorrência carbonosa da região posicionada no topo da Microflora III. SAAD (op.cit.) não correlacionou diretamente estas microfloras com a coluna cronológica padrão, mas sim com os intervalos bioestratigráficos definidos por DAEMON & QUADROS (1970) e, sendo assim, o topo da Microflora III corresponde ao Intervalo I_4, o que lhe conferia uma idade Kunguriana (med.-sup.). RÖSLER (1978), com base na tafoflora presente na região de Itapema (SSW de Cerquilho), situa o conjunto (Tafoflora transicional) como de possível idade Sakmariana, provavelmente Sakmariano inferior.

Embora ambos os pesquisadores posicionem os sedimentos carbonosos da citada região no Permiano inferior, existe, como visto, uma diferença em tempo de quase duas dezenas de milhões de anos, tornando a datação deste conjunto sedimentar uma questão em aberto.

CAPÍTULO 2

LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOLÓGICA

A região é relativamente bem conhecida sob o ponto de vista geológico e a descoberta de carvão em Cerquilho remonta ao século passado, tendo sido mencionada, nos trabalhos mais antigos, em OLIVEIRA (1918), WASHBURNE (1930), MORAES-REGO (1934), BARBOSA & ALMEIDA (1949) entre outros. A exploração do carvão deu-se maiormente no início e meados da década de 1940, decaindo nos anos seguintes.

A área de trabalho, onde foi realizada a bateria de sondagens e poços, está localizada a WNW da cidade paulista de Cerquilho (Bairro Aliança - área da antiga mina do Córrego da Figueira Velha), na folha Laranjal Paulista (1:50.000), designada pela sigla SF-23-Y-C-I-1. Dados adicionais foram obtidos em perfís no córrego do Taquaral (NNW de Cerquilho), em Mato Seco (município de Cesário Lange) a 15 km SW de Cerquilho (área da antiga mina da Fazenda Santa Catarina), na Fazenda Itapema (7 km a SSW de Cerquilho) e na estrada secundária Cerquilho-Tietê, cerca de 2,5 km a NE de Cerquilho (folha 1: 50.000-Porto Feliz - SF-23-Y-C-I-2).(Figura 1).

O Município de Cerquilho situa-se na zona do Médio Tietê, na Depressão Periférica Paulista, em área de predominância do Relevo de Morrotes Alongados e Espigões (Figura 2). A rede de drenagem nesta região possui três canais principais: rios Sorocaba, Capivari e Tietê, que recebe as águas dos dois anteriores.

A região de Cerquilho situa-se no flanco nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na faixa central de afloramento do Grupo Tubarão (sensu PETRI, 1964), constituído pelo Subgrupo Itararé e Formação Tatuí. Ocorrem também na região, a oeste, sedimentos do Grupo Passa Dois (Formações Irati e Serra Alta), além de rochas intrusivas básicas (diabásio) sob a forma de diques e soleiras. O mapa da Figura 3, de ABOARRAGE & JORGE (1981) e modificado por NAGALI & CONSONI (1984), ilustra a distribuição das citadas unidades estratigráficas.

Muito se tem discutido sobre a estratigrafia do Grupo Tubarão em São Paulo. Muitas dessas discussões e tentativas de elucidações podem ser encontradas em trabalhos que abordam síntese

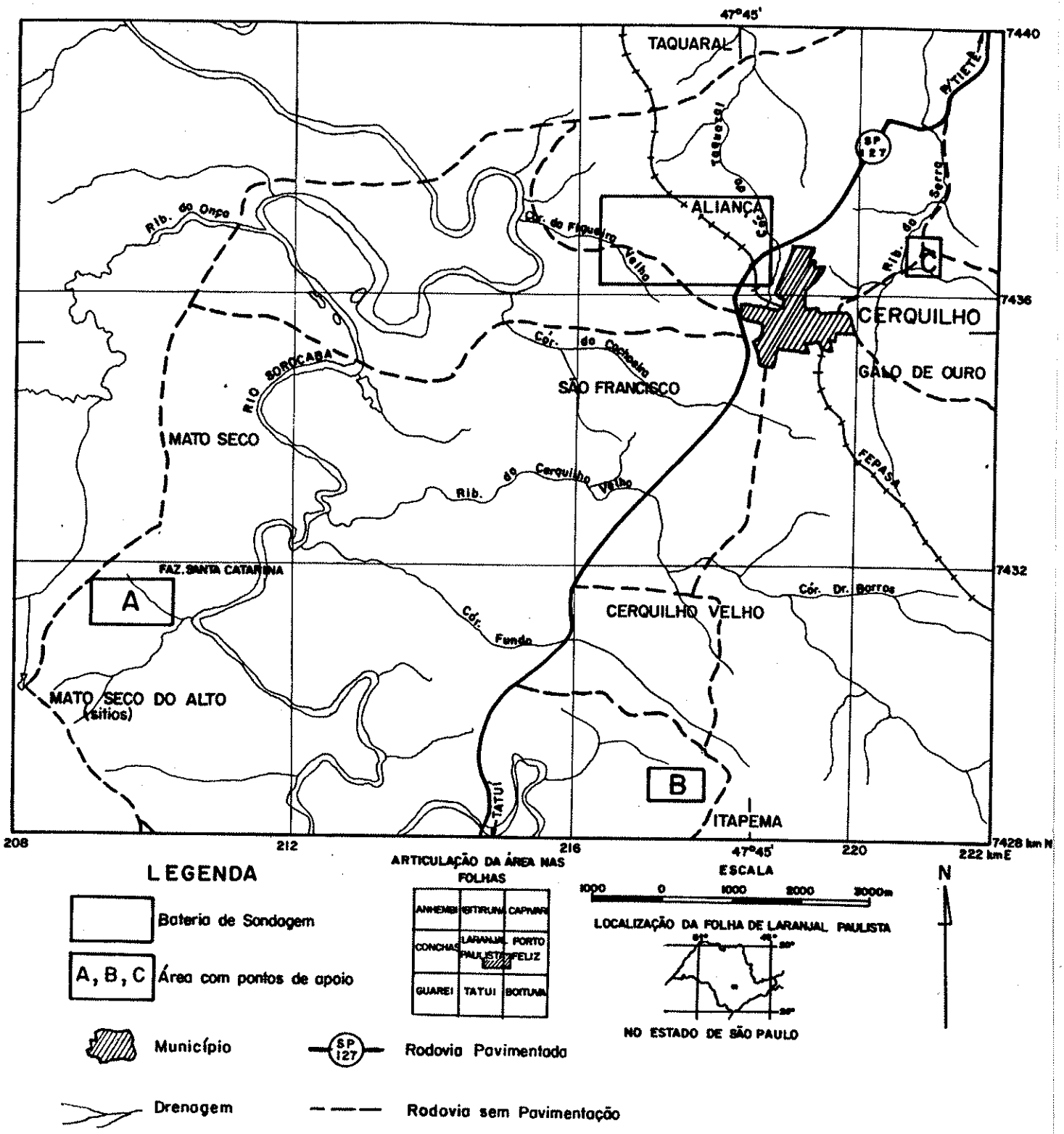
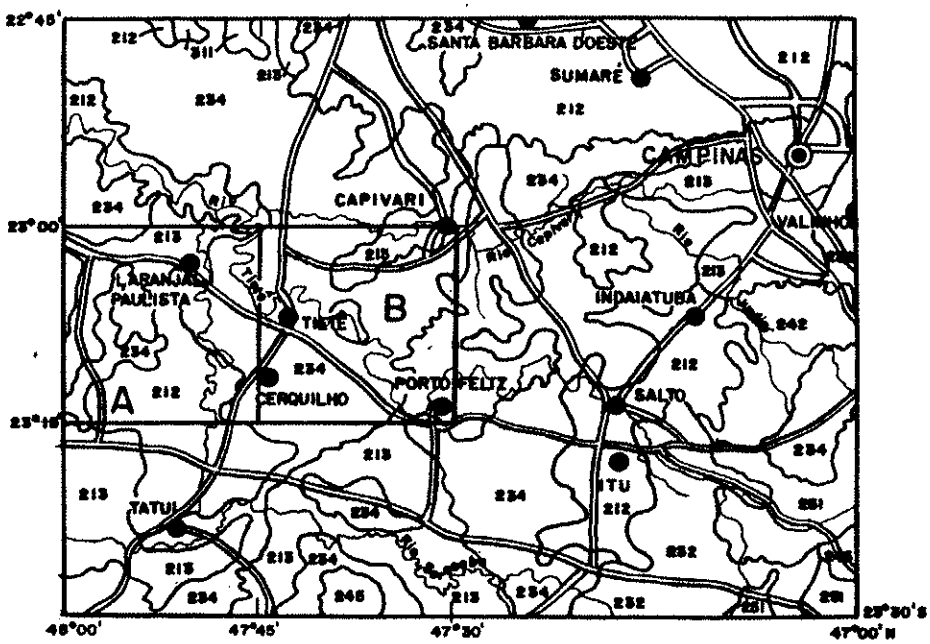


Fig. 1:— Mapa de Localização. Base: Folhas Laranjal Paulista e Porto Feliz (IBGE; 1970).

MAPA GEOMORFOLÓGICO DAS FOLHAS LARANJAL PAULISTA E PORTO FELIZ E REGIÃO VIZINHA (Seg. IPT, 1981a)



LEGENDA

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- Cidades
- Rodovias pavimentadas
- Hidrografia
- A - Folha Laranjal Paulista
- B - Folha Porto Feliz

0 10 20 30 40 50 km

CONVENÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

211	Tabuleiros
212	Colinas amplas
213	Colinas médias
232	Morrotes alongados paralelos
234	Morrotes alongados e espigões
242	Morros de topos achatados
246	Morros com serros restritos
261	Serras alongadas
311	Mesas basálticas

Fig. 2

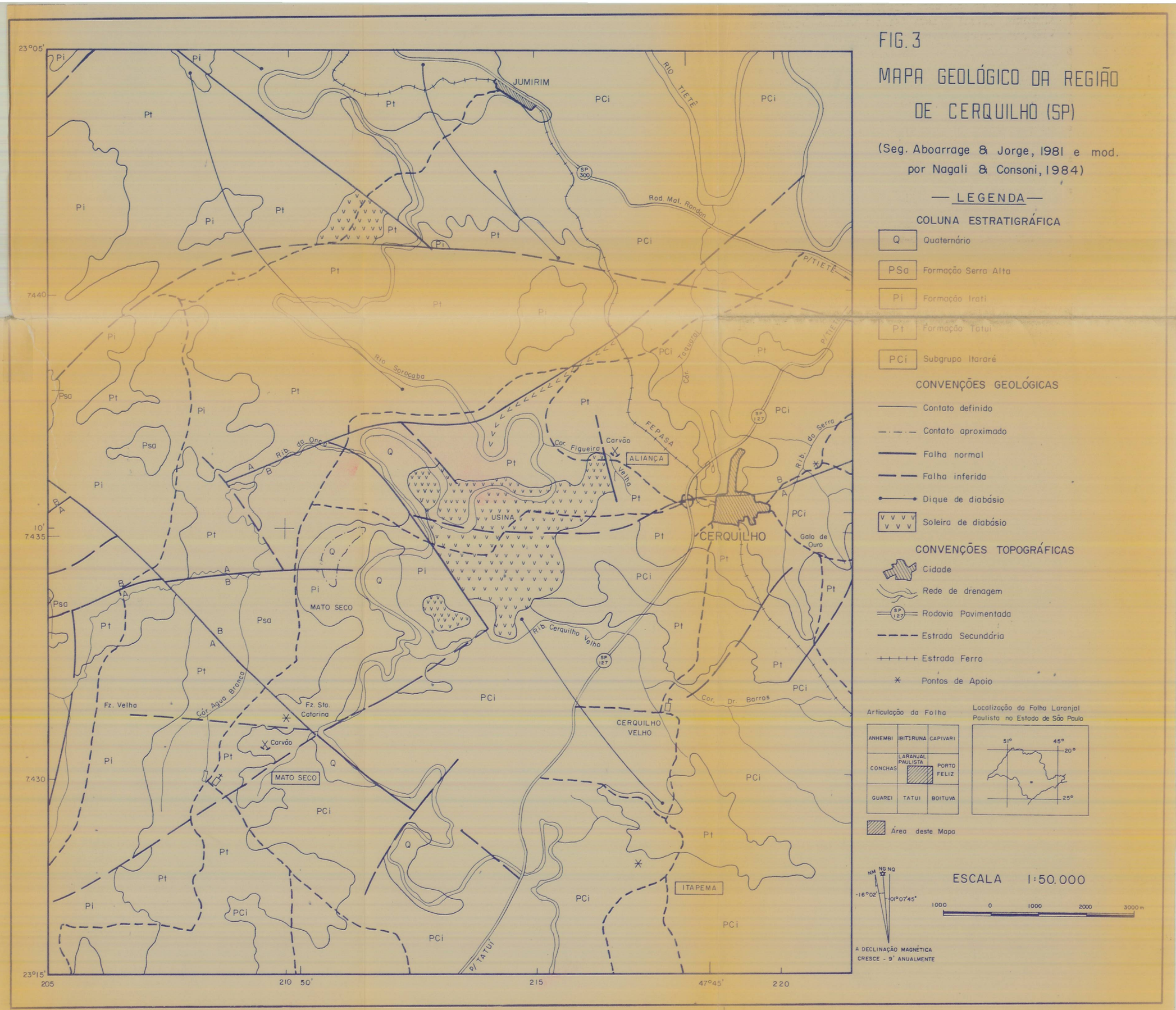


FIG. 3
MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE CERQUILHO (SP)
(Seg. Aboarrage & Jorge, 1981 e mod. por Nagali & Consoni, 1984)
— LEGENDA —
COLUNA ESTRATIGRÁFICA
Q Quaternário
PSa Formação Serra Alta
Pi Formação Irati
Pt Formação Tatui
PCi Subgrupo Itararé
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS
Contato definido
Contato aproximado
Falha normal
Falha inferida
Dique de diabásio
Soleira de diabásio
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS
Cidade
Rede de drenagem
Rodovia Pavimentada
Estrada Secundária
Estrada Ferro
Pontos de Apoio
Articulação da Folha
ANHEMBI
IBITIRUNA
CAPIVARI
CONCHAS
LARANJAL PAULISTA
PORTO FELIZ
GUAREI
TATUI
BOITUVA
Área deste Mapa
Localização da Folha Laranjal Paulista no Estado de São Paulo
51°
45°
20°
25°
ESCALA 1:50.000
1000 0 1000 2000 3000 m
NM NG NQ
-16°02'
-01°07'45"
A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE - 9' ANUALMENTE
JUMIRIM
RIO TIETÊ
Rod. Mal. Rondon
P/TIETÊ
Rio Sarocaba
Cór. Taquaral
FEPASA
Cor. Figueira
Carvão
ALIANÇA
Ribeirão do Serra
Ribeirão do Onça
USINA
CERQUILHO
Galo de Ouro
MATO SECO
Ribeirão Cerquilho Velho
Cor. Dr. Barros
Cór. Agua Branca
Fz. Velha
Fz. Sta. Catarina
CERQUILHO VELHO
ITAPEMA
P/TATUÍ
23°05'
10'
7440
7435
7430
23°15'
205
210 50'
215
47°45'
220

sobre esta unidade (ROCHA-CAMPOS, 1967; SOARES, 1972; SAAD, 1977 ; SANTOS, 1979; CAETANO-CHANG, 1985; PERINOTTO, 1985a e SOUZA Fº, 1985, 1986).

As figuras seguintes mostram em forma sintética as várias proposições de subdivisão do Grupo Tubarão em São Paulo (Figura 4), bem como as várias interpretações dadas às suas litologias (Figura 5).

Desde a década de 1940 têm sido realizados mapeamentos regionais que envolvem a região em foco (Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo; DAEE-UNESP, 1979, 1981 e IPT, 1981 b). Entre outros mapeamentos e trabalhos de cunho estratigráfico (lato sensu) que abordam o Grupo Tubarão na área, destacam-se os de MORAES- REGO (1936), LEINZ (1937), BARBOSA & ALMEIDA (1949), LOCZY (1964), PETRI (1964), ROCHA-CAMPOS (1967), NORTHFLEET et al. (1969), SOARES (1972), LANDIM (1973), VIEIRA (1973), SCHNEIDER et al. (1974), SAAD (1977), SANTOS (1979), GAMA JR. et al. (1980), GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983), FULFARO et al. (1984) e STEVAUX et al. (1985). Além desses trabalhos, existem outros com abordagens mais específicas envolvendo a região de Cerquilho: 1. com relação ao carvão , fácies sedimentares associadas e mapeamentos de detalhe e semi-detalhe, podem ser citados os textos de OLIVEIRA (1918), MORAES -REGO (1934), PINTO (1940), FOURQUERREAN (1945), GOOD et al. (1949 in TRINDADE, 1961), PUTZER (1952), PUTZER (1957 in TRINDADE, 1961), DAEMON & ABOARRAGE (1976), LENZ (1977), ROCHA-CAMPOS et al. (1981), ABOARRAGE & JORGE (1981), IPT (1984), NAGALI & CONSONI (1984), STEVAUX et al. (1984, 1985), PERINOTTO et al. (1985), ROCHA-CAMPOS et al. (1986), SOUZA Fº & STEVAUX (1986) e SOUZA Fº et al. (1986); 2. abordando aspectos relacionados à flora fóssil do Subgrupo Itararé na área, cabe ressaltar os trabalhos de DOLIANITI & MILLAN (1973), RÖSLER (1976a e b), MILLAN (1977), RÖSLER (1978), ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (1978), MILLAN & DOLIANITI (1979, 1980 a,b, 1981 e 1982) e MILLAN et al. (1980, 1982). Uma síntese desses trabalhos pode ser encontrada em PERINOTTO (1985b).

Contribuições recentes dadas à geologia do município de Cerquilho foram apresentadas por MASSOLI et al. (1986) e ROCHA-CAMPOS et al. (1986). Um histórico sobre o carvão no Estado de São Paulo, envolvendo esta região, foi apresentado por BATISTA & OLIVEIRA (1987).

A área onde se realizou o estudo de detalhe (Bairro A-

Figura 4 — Classificação e Nomenclatura do Subgrupo Itararé em São Paulo.
mod. de SOUZA Fº (1986)

AUTORES	Oliveira (1889) in Petri, (1964)	Pacheco (1927)	Washburne (1930)	Moraes Rego (1936)	Barbosa e Almeida (1949) Almeida e Barbosa (1953)	Barbosa e Gomes (1958)	Loczy (1964)	Petri (1964) Rocha Campos (1967) UNESP-DAEE (1981)	Norfleet et al (1969)	Soares 1972 Soares et al 1973 Soares e Landim 1973
Local	Rio Paranapanema	Itararé - Sorocaba	SP	PR - SP	Rio Tietê	Rio Tiete, Piracicaba	SP	SP	SP	SP
UNIDADES	Grês Porto Feliz	Arenito Tatui Série Glacial	Série Tubarão Fm. Tatui Fm. Itararé	Sistema Itararé - Tubarão	Série Tubarão Fm. Itapetininga Mb. Taquaral Mb. Tatui Mb. Tupi Fm. Tietê Cv. Cerquilho Til. Jurumirim Cv. Mato Seco Fm. Gramadinho Til. Mambuca Til. Rafard Fm. Capivari Fm. Itu Til Elias Fausto Cv Monte Mor Til Salto	Série Tubarão Fm. Itapetininga Mb. Tatui Mb. Tupi Fm. Tietê Fm. Gramadinho Fm. Capivari Fm. Elias Fausto Fm. Itu	Gr. Guatá Série Tubarão Fm. Palermo Mb. Taquaral Fm. Itapetininga Mb. Tatui Mb. Tupi Til Pitanga Fm. Tiête Ar Cerquilho Til. Jurumirim Ar Mato Seco Gr. Itararé Fm. Possinho Fm. Gramadinho Fm. Capivari Fm. Itu Til Elias Fausto Ar Monte Mor Til Salto	Grupo Tubarão Fm. Tatui Sub Grupo Itararé	Grupo Tubarão Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Fm. Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatui Fm. Itararé

Schneider et al (1974)	Soares et al (1977)	Saad (1977) Santos (1979) Gravenor e Rocha C. (1983)	Landim e Soares (1979) Fiori e Cottas (1980) Gama Jr. et al (1980) Wu et al (1980) Cottas et al (1981)	Brito e Bertini (1982)	Gama Jr. et al (1982)	Nakano et al (1982) Ciantelli Jr. et al (1983)	Fulfaro et. al (1984)	Stevaux et al (1984)	Caetano — Chang (1985)	Cabral Jr. e Motta (1985)
SP	Rio Tietê (SP)	SP	SP	SP	SP	Itaporanga	SP	Cerquilho	Itaporanga-Itararé	Burí
Super Grupo Tubarão Gr. Guatá Fm Palermo Fm Rio Bonito Grupo Itararé	Grupo Tubarão Fm Tatui Grupo Itararé Mb. Tietê Sub Grupo Itararé Mb. Capivari Mb. Itu	Grupo Tubarão Fm Tatui Grupo Itararé Sub Grupo Itararé Conj. D Conj. C Conj. B Conj. A	Tubarão Fm Tatui Super Grupo Itararé Grupo Itararé Unidade Superior II Superior I Unidade Média Unidade Inferior	Grupo Tubarão Sub Gr Guatá Fm Palermo Fm Rio Bonito Fm Itararé	Série Rio Tietê Grupo Tubarão Fm Palermo ≡ Fm Tatui Fm Rio Bonito Fm Itararé	Grupo Tubarão Fm Tatui Fm Itararé	Grupo Tubarão Fm Tatui ≡ Fm Palermo Fm Tietê = Fm Rio Bonito Fm Itararé	Grupo Tubarão Fm Tatui Fm Rio Bonito Grupo Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatui Subgrupo Itararé Unid. V Unid. IV Unid. III Unid. I/II	Grupo Tubarão Fm. Tatui Subgrupo Itararé Unid. D Unid. C Unid. B Unid. A

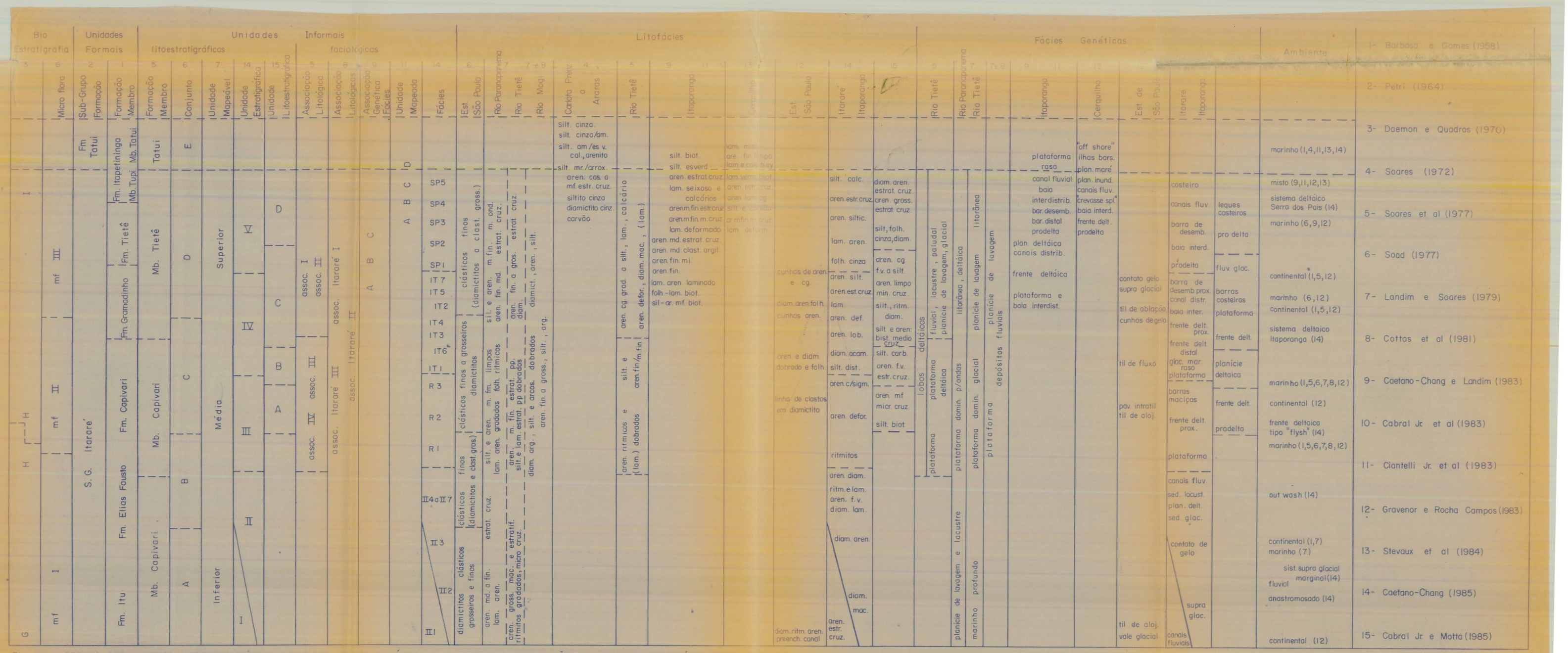


Figura 5 — RESUMO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS, LITOFACIES, FACIES GENÉTICAS, E AMBIENTES DE DEPOSIÇÃO DO SUBGRUPO ITARARÉ SEGUNDO OS AUTORES ENUMERADOS. MOD. DE SOUZA Fº (1986).

liança) foi mapeada na escala 1: 10.000 pelo IPT (1984) sendo que, em sua maioria, as rochas aflorantes são pertencentes à Formação Tatuí, constando de lamitos esverdeados e avermelhados, calcários e margas sob a forma de lentes, camadas, até métricas, de arenitos limpos (sem matriz) e bem selecionados e lentes de arenito argiloso com clastos de argilito. O Subgrupo Itararé tem sua exposição restrita aos vales dos córregos da Figueira Velha e do Taquaral e compõe -se basicamente de lamitos cinza, areno-argilosos, ligeiramente conglomeráticos, maciços ou com estruturas pós- deposicionais geradas por fluidização. Com o desenvolvimento do Projeto de Carvão de Cerquilho (Convênio CESP/UNESP-IGCE) adotou-se informalmente , e em termos operacionais, uma terceira unidade situada entre o Subgrupo Itararé, subjacente, e a Formação Tatuí, sobrejacente, denominada de Formação Tietê (BARBOSA & ALMEIDA, 1949, sensu FULFARO et al., 1984) com contatos inferior e superior concordantes, espessura da ordem de 30 metros e composta predominantemente de arenito fino a conglomerático, bastante estruturado com marcas onduladas, estratificações cruzadas de porte variado, lamitos carbonosos com restos vegetais e carvão. A esta mesma unidade portadora do carvão, DAEMON & ABOARRAGE (1976) denominaram de Formação Rio Bonito e ABOARRAGE & JORGE (1981) a consideraram, juntamente com a Formação Tatuí (Formação Palermo, para os citados autores) sob a denominação de Grupo Guatá.

No mapeamento de detalhe da ocorrência de Bairro Aliança (IPT , 1984) e no mapa estrutural elaborado por PERINOTTO et al. (1985) as falhas são de pequena expressão, com rejeitos da ordem de 10 metros e localizadas principalmente nos vales do córrego da Figueira Velha, entretanto, segundo ABOARRAGE & JORGE, (op.cit.) ocorrem falhas normais com rejeitos da ordem de 100 metros, compartimentando a região em blocos escalonados (Figura 3).

CAPÍTULO 3

MATERIAL E METODOLOGIA

3.1. Descrição de Testemunhos de Sondagem Rotativa

Foram descritos 87 testemunhos de sondagem na área Aliança-Taquaral (Figura 6) num total aproximado de 2150 metros, e 5 testemunhos na área de Mato Seco (Figura 7) (total de 275 metros). Três descrições, consideradas representativas, encontram-se no Anexo I. Para caracterização dos termos litológicos foi utilizada a classificação de FOLK (1968) para rochas clásticas e carbonáticas.

3.2. Descrição de Poços Rasos

Esses poços foram abertos com cerca de 1,5 metro de diâmetro e os mais profundos não atingiram a 15 metros. Estão restritos à área Aliança-Taquaral (Figura 6). A opção em se fazer um poço em lugar da sondagem rotativa está relacionada à cobertura sedimentar sobre o carvão esperada para um determinado ponto: quando esta cobertura é de até 10 metros, o método mais econômico é a execução de cacimbas. A descrição desses poços fica um tanto prejudicada pela umidade e, principalmente, pela fraca luminosidade. A despeito disso, foram descritos cerca de 75 poços. Duas dessas descrições (PPC-51 e PPC-56) são apresentadas no Anexo II.

3.3. Seções de Superfície

Principalmente ao longo de drenagens foram levantadas 15 seções usando o método tradicional com clinômetro, trena e altímetro. Estão apresentadas sob a forma colunar e constam do Anexo III. Na área Aliança-Taquaral foram levantadas 5 seções (Figura 6 e Figuras 1 a 5 do Anexo III); em Mato Seco, 3 seções (Figura 7 e Figuras 6 a 8 do Anexo III); Fazenda Itapema, 6 seções (Figuras 9 a 12 do Anexo III); e a nordeste de Cerquilho, 1 seção (Figuras 13 e 14 do Anexo III).

3.4. Perfis Compostos

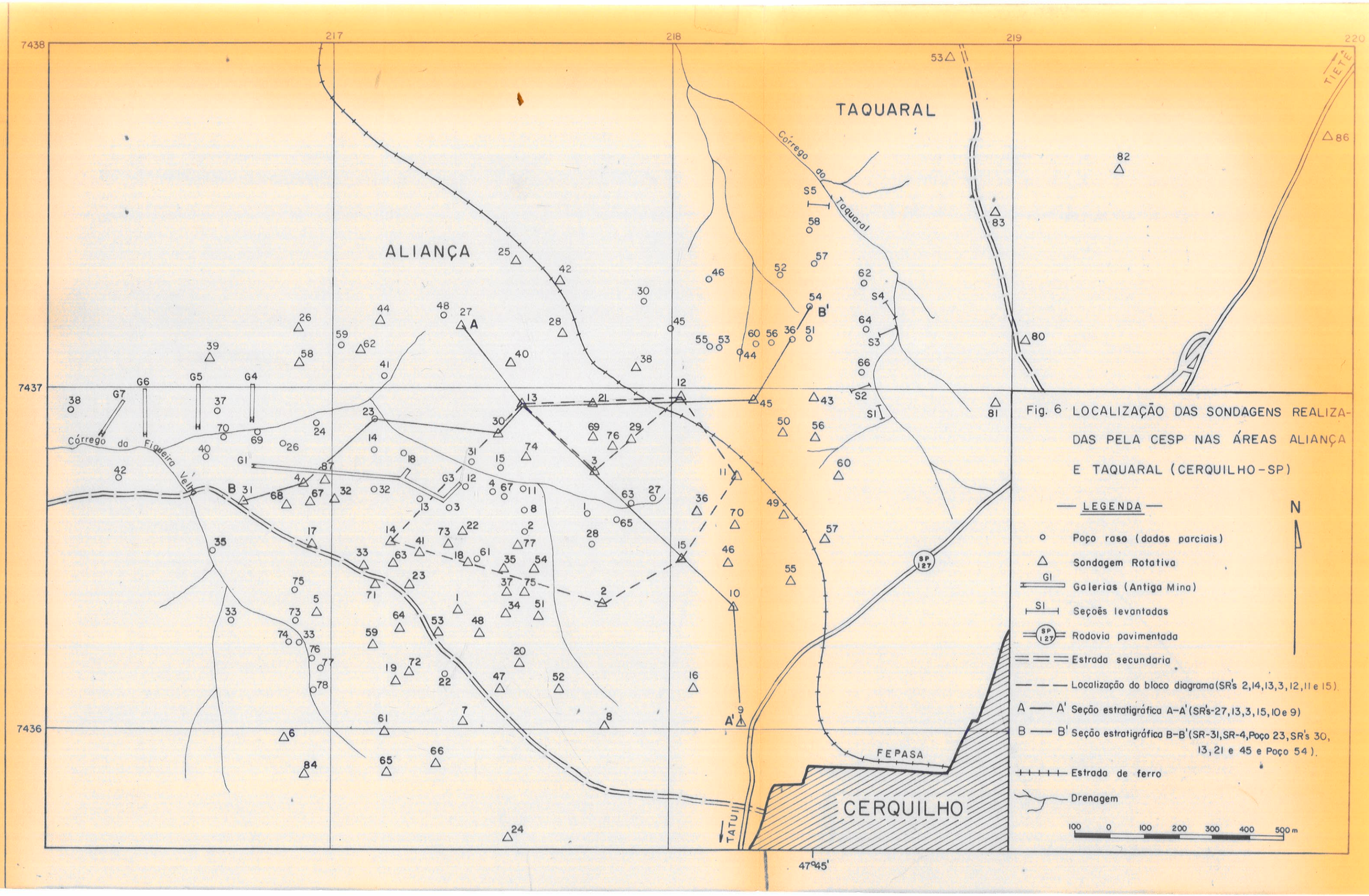


Fig. 6 LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS REALIZADAS PELA CESP NAS ÁREAS ALIANÇA E TAQUARAL (CERQUILHO-SP)

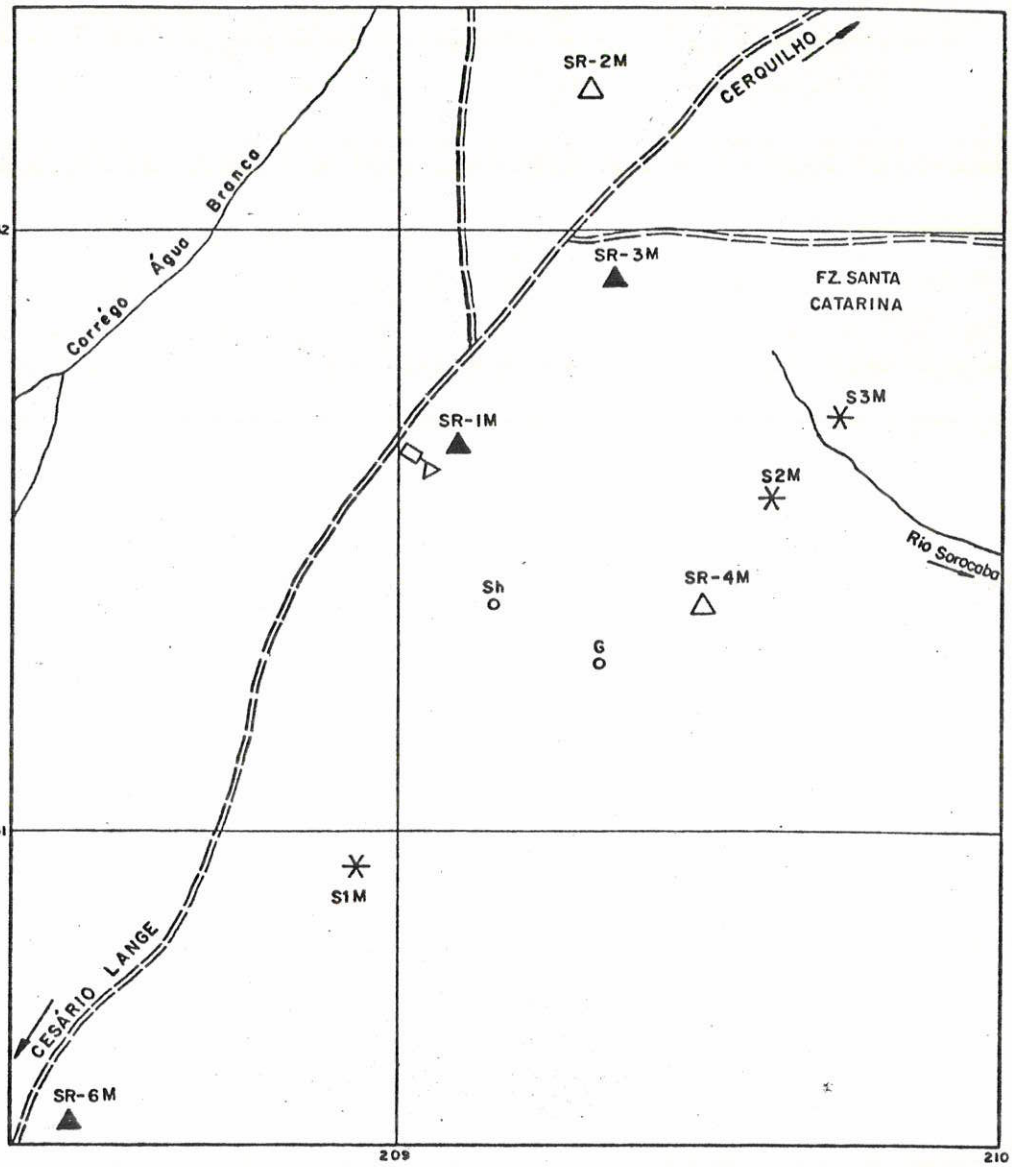


Fig. 7 :— Localização das sondagens na Área de Mato Seco (Cesário Lange - SP).

— LEGENDA —

▲SR Sondagem Rotativa — CESP (positiva)

△SR Sondagem Rotativa — CESP (negativa)

✳ Afloramento levantado

OG Galeria (antiga mina - abatida)

OSh "Shaft"

=== Estrada Secúndária

Drenagem

Escala

100 0 100 200 300 400 500m

N

Baseados nos perfís de Raios Gama, Potencial Espontâneo e Resistência (realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT), juntamente com as descrições de testemunhos, foram elaborados perfís compostos (escala 1: 100) constando da litologia interpretada e uma descrição sumária. Quatro desses perfís estão apresentados no Anexo IV. A curva de maior resolução foi a de Raios Gama, que proporcionou a identificação de marcos para a correlação estratigráfica.

3.5. Lâminas Petrográficas

Durante a descrição dos testemunhos foram selecionadas amostras para a confecção de seções delgadas. Este estudo petrográfico visou não somente uma caracterização mais precisa do termo litológico, como também auxiliar o entendimento do processo deposicional.

3.6. Análise Paleobotânica - Macrofósseis

Nas áreas Aliança-Taquaral e Mato Seco pouco material paleobotânico foi anotado nos testemunhos e nas seções de superfície. No emboque da galeria-1 (G-1, Figura 6) da antiga mina do córrego da Figueira Velha, em alguns testemunhos do Bairro Aliança e nas seções S-1-M, S-2-M e S-3-M, em Mato Seco (Figura 7), foi anotada a presença de raízes fossilizadas na lapa do carvão, está constituída de siltitos cinza, maciços a incipientemente laminados. O resultado do estudo dessas raízes foi noticiado por PERINOTTO & RÖSLER (1987). Na Fazenda Itapema, local já bastante conhecido pela ocorrência de megafósseis vegetais do Subgrupo Itararé de São Paulo, e noticiado pela primeira vez por DOLIANITI & MILLAN (1973), não foram realizadas novas coletas para estudo, mas usadas informações constantes na literatura, maiormente de trabalhos de MILLAN e de MILLAN e colaboradores.

3.7. Correlações

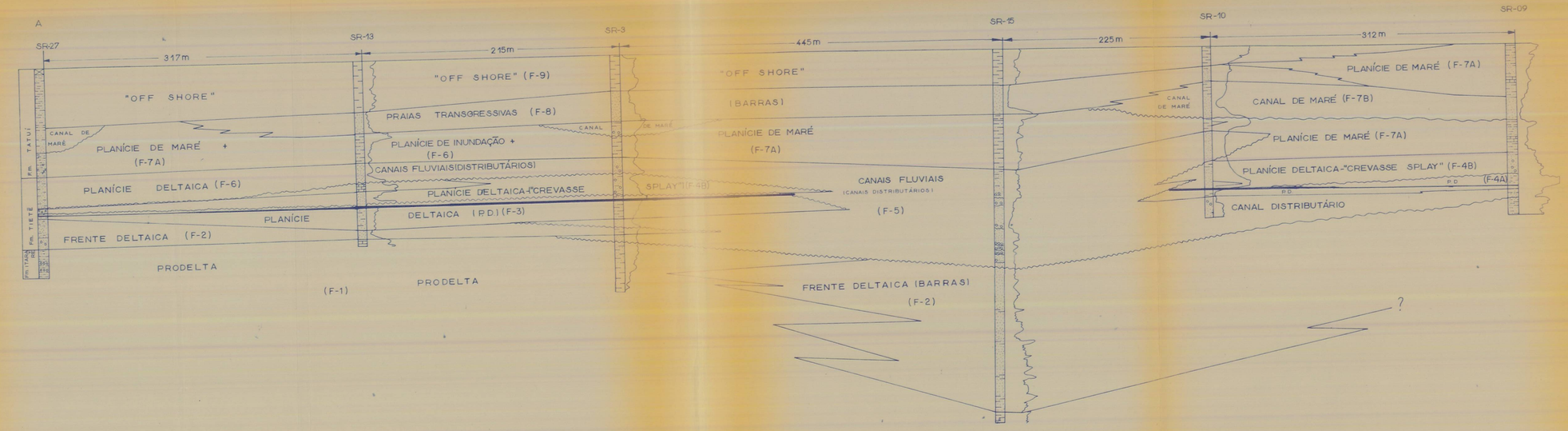
Três tipos de marcos foram utilizados nas correlações realizadas: marcos litológicos, geofísicos e faciológicos. A veri-

ficação do valor estratigráfico desses marcos foi testada primeiramente através de seções geológicas, quer as elaboradas com novos dados, quer consultadas as de DAEMON & ABOARRAGE (1976). Tais seções permitiram a visualização e selecionamento dos marcos e o posicionamento estrutural dos poços. Posteriormente foram elaboradas várias seções estratigráficas já baseadas em um marco litológico, neste caso a camada de carvão, que se mostrou única na área Aliança-Taquaral. A partir dessas seções, outros marcos (geofísicos e faciológicos) se mostraram consistentes, tornando, assim,as correlações mais precisas.

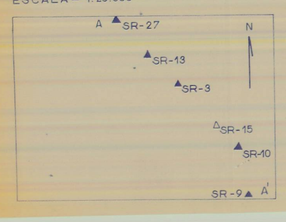
As seções estratigráficas da área Aliança-Taquaral, apresentadas nas Figuras 8 e 9 são as mais representativas desta área. Nelas podem ser identificados facilmente os três tipos de marcos utilizados. Na seção B-B' (Figura 9) a camada de carvão ocorre bem representada, constituindo-se em ótimo marco litológico. O perfil Raios Gama apresenta picos de alta radioatividade próximos à camada carbonosa (Anexo IV) e são razoavelmente reconhecidos em todos os perfís, sendo assim utilizados como marco geofísico. Como marco faciológico foi identificado um conjunto de lamitos ricos em matéria orgânica, associados a lentes carbonáticas com estruturas semelhantes a olhos de pássaro ("bird eyes like structures") e porções arenosas com clastos de argilito e laminações cruzadas. Esta fácies aparece em todos os testemunhos em Bairro Aliança, mantendo um posicionamento estratigráfico definido e constante. Na seção em Mato Seco (Figura 10) os marcos utilizados foram a camada carbonosa inferior (parece haver mais uma concentração carbonosa secundária em níveis superiores, porém não consistente e de espessura reduzida a poucos centímetros) e os altos picos de Raios Gama.

3.8. Bloco Diagrama

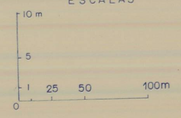
Uma vez realizadas as correlações estratigráficas, estas forneceram subsídios para a confecção de blocos diagramas (Figura 11). Devido à concentração de dados na área Aliança-Taquaral, esta técnica foi somente utilizada nesta área. O reconhecimento do comportamento tridimensional dos vários litossomas propiciou algumas inferências sobre o interrelacionamento dos diversos ambientes deposicionais.



PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA – 1:20.000



ESCALAS



CONVENÇÕES

SONDAGEM CESP

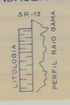
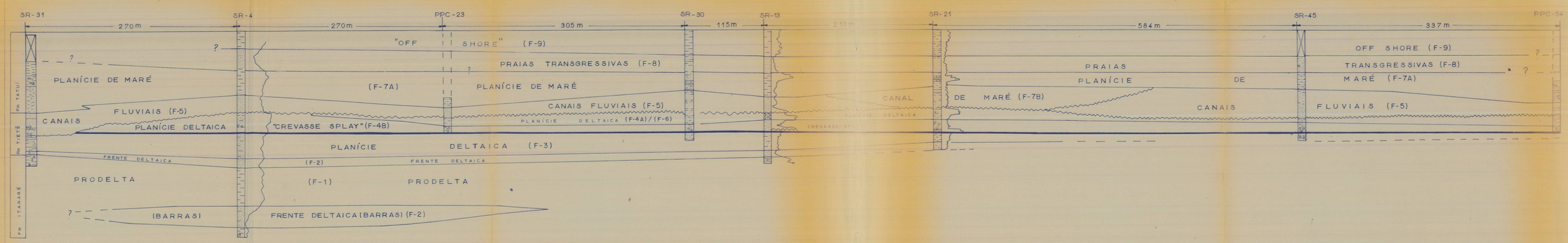
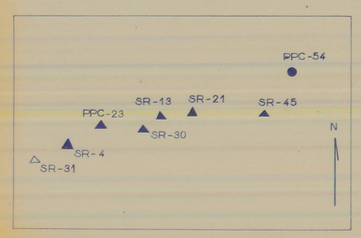


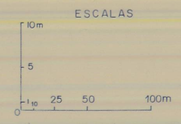
FIGURA 8 : Seção estratigráfica A–A'. Área Aliança–Taquaral.
(datum carvão)



PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA — 1: 20 000



ESCALAS



CONVENÇÕES

SONDAGEM CESP

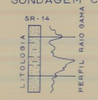


FIGURA 9 :— Seção estratigráfica B–B'. Área Aliança – Taquaral.

(datum carvão)

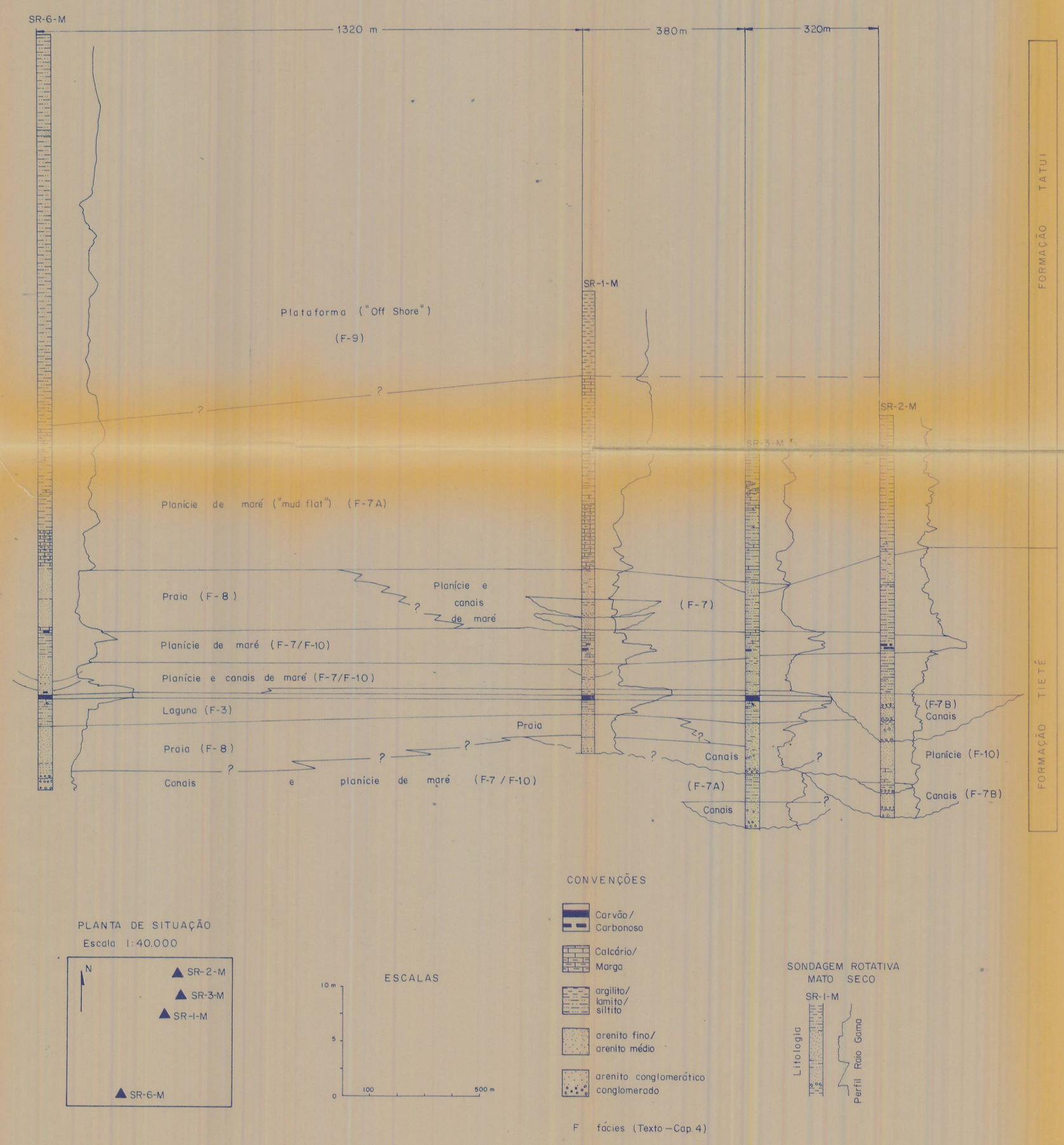


FIGURA 10 :— Seção estratigráfica na área de Mato Seco (datum carvão).

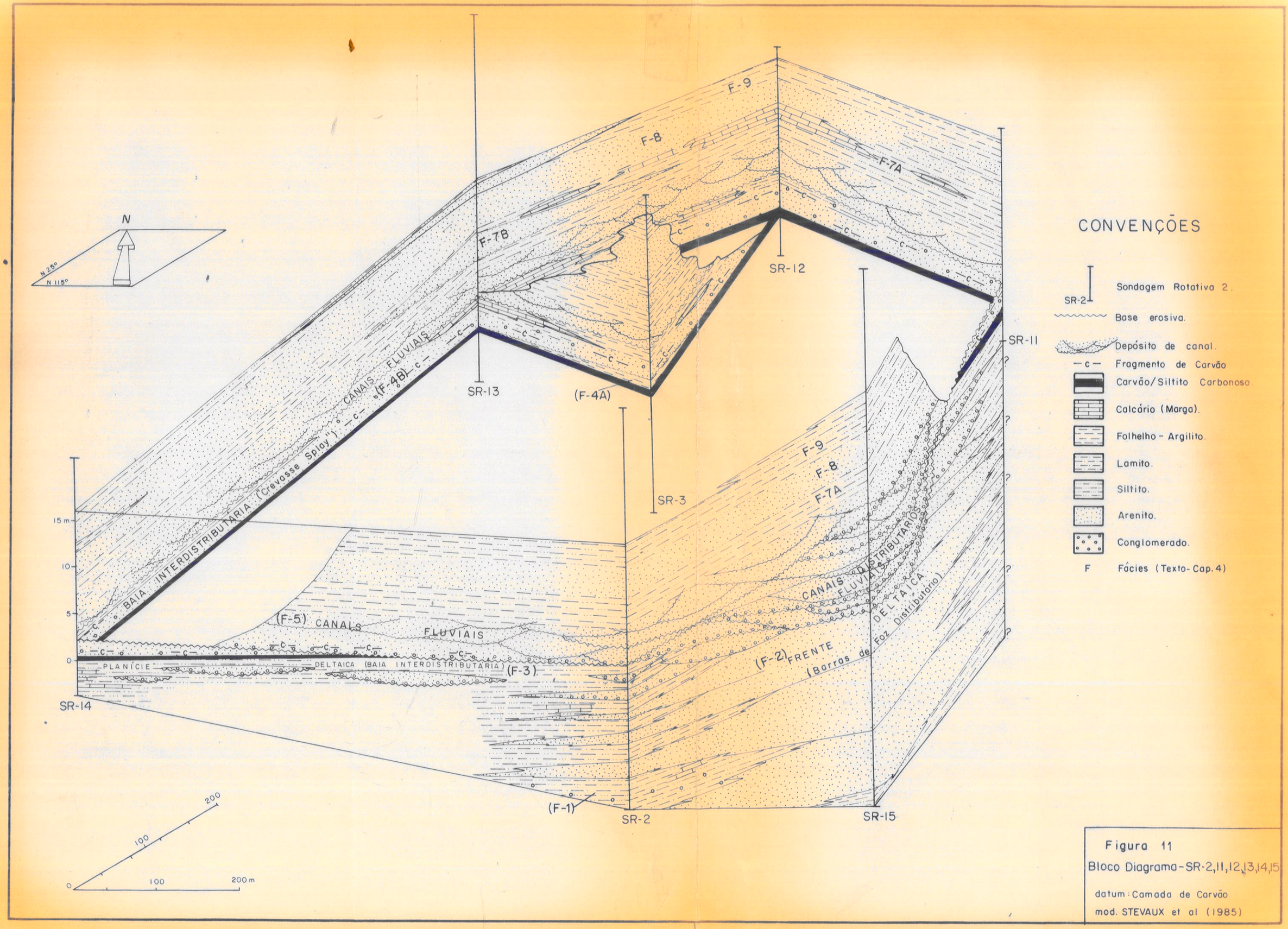


Figura 11

Bloco Diagrama-SR-2,11,12,13,14,15

datum: Camada de Carvão

mod. STEVAUX et al (1985)

3.9. Mapas Estratigráficos

Foram elaborados mapas isolíticos dos arenitos interpretados como depositados em canais (ver Fácies 5, Capítulo 4) com a finalidade de se obter um traçado aproximado dessas feições, auxiliando na compreensão da paleogeografia (Figuras 12, 13 e 14).

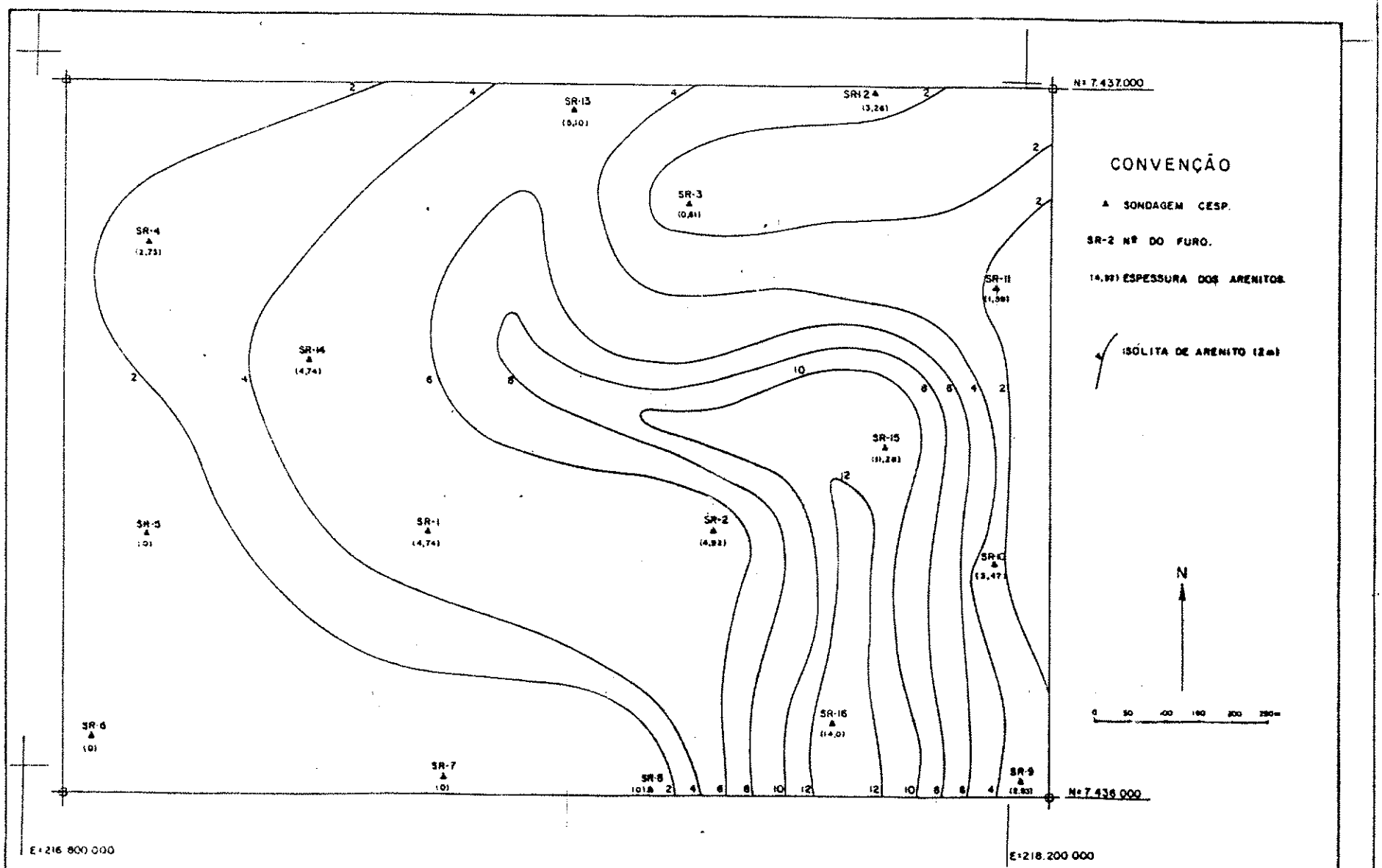


Figura 12
Mapa de Isólitos de Arenitos do Depósito de Canal (F-5)
(STEVAUX et et, 1985)

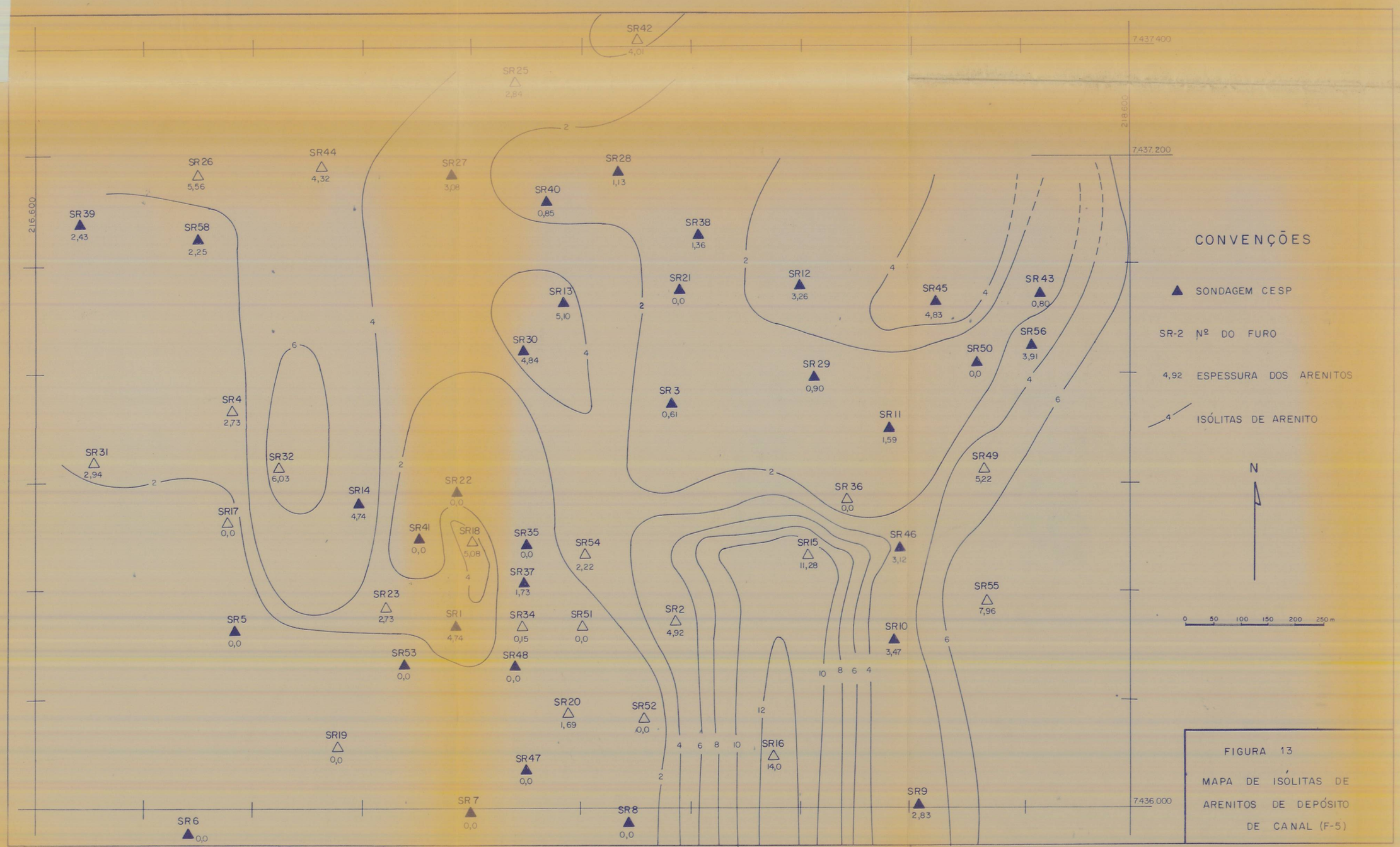


FIGURA 13

MAPA DE ISÓLITAS DE ARENITOS DE DEPÓSITO DE CANAL (F-5)

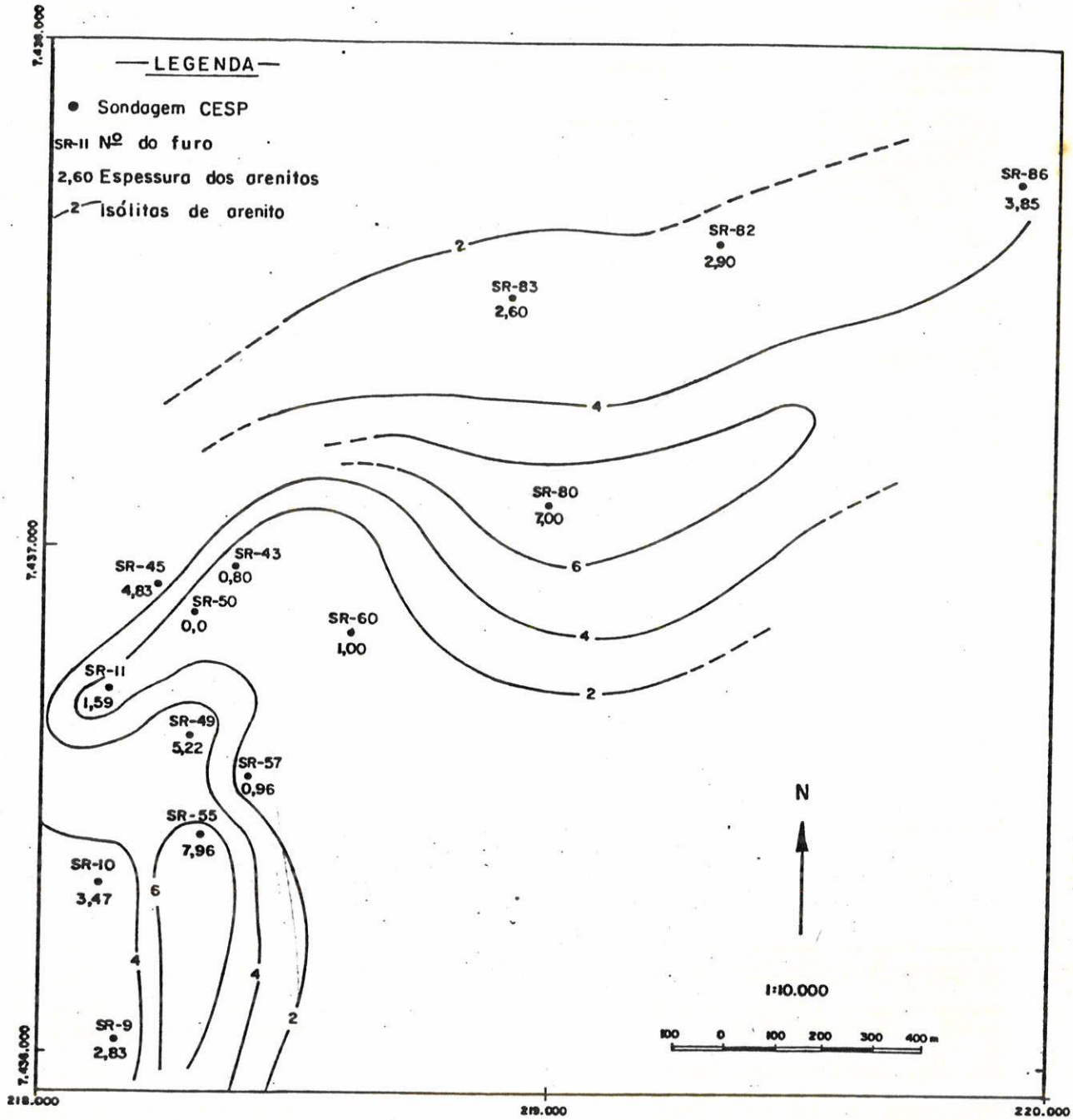


Figura 14 — Mapa de Isólitas de Arenito de Canal. Área Taquaral.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE FACIOLÓGICA

Os parâmetros considerados nesta análise são aqueles recomendados por SELLEY (1978), envolvendo, na medida do possível : litologia, estruturas sedimentares, geometria dos corpos, paleocorrentes e conteúdo fóssil. Vale lembrar que quando os dados são oriundos de testemunhos de sondagem, a observação dos três últimos itens fica um tanto prejudicada.

4.1. Área Aliança-Taquaral

Fácies 1 (F-1) : por sua característica litologia fina e rítmica e com estruturas deformacionais esta fácies foi individualizada, permitindo, porém, duas subdivisões:

Sub-fácies 1-A(F-1-A) : caracterizada por ritmito cinza intercalado com arenito fino a muito fino e siltito carbonático. O ritmito é composto por siltito ou arenito muito fino (predominante) e lamito preto, com laminação plano-paralela, laminações cruzadas clino-ascendentes("climbing ripples cross-lamination") , pseudo-nódulos e lamito brechado. O arenito é maciço, com pouca matriz e cimento carbonático. Porções de marga podem estar intercaladas. As estruturas indicam alternância cíclica de deposição por processos de decantação (siltito maciço e laminado) e tracionais em correntes de densidade (arenito com estrutura plano paralela e laminações cruzadas) realizados abaixo do nível de ação de ondas (Figura 15).

Sub-fácies 1-B(F-1-B) : caracterizada por lamito argiloso, localmente arenoso e ligeiramente conglomerático, com intercalações lenticulares de arenito muito fino e carbonato. Apresenta raros fragmentos de matéria orgânica dispersos. É geralmente maciça, apresentando estruturas originadas de escorregamentos e fluidização, dobras convolutas e micro-falhas; apresenta seixos dispersos, nódulos de pirita e de calcita. (Figura 16).

A instabilidade do conjunto sedimentar representado pela Fácies 1 é marcada pela mobilização parcial (micro-falhas, con

A

1cm

B

1 cm

FIGURA 15 : Fácies 1 , Sub- fácies 1-A.

A = ritmito cinza intercalado com arenito fino a muito fino e lamito preto.

B = ritmito com estruturas deformacionais , brechado.

A

| 1 cm

B

| 1 cm

FIGURA 16 : Fácies 1 , Sub-fácies 1-B.

A = lamito argiloso/arenoso com fluidização.

B = lamito argiloso/arenoso, maciço, com seixos dispersos.

volutas) ou total, atingindo a fluidização (maciço). Isso leva a supor esforços de sobrecarga, uma vez que os sedimentos sobrepostos são predominantemente arenosos. Esta fácies é interpretada como resultado de deposição de lobos de densidade em um corpo aquoso, correspondendo paleofisiograficamente a um prodelta.

Esta fácies parece corresponder a um dos pulsos da unidade B do esquema de NAGALI & CONSONI (1984), por eles interpretada como a instalação de um lobo glacial em uma frente deltaica. Prefere-se a interpretação como aqui apresentada justificando-se, além do já exposto, também pelo aumento ascendente de espessura das camadas arenosas, evidenciando o interrelacionamento com o evento progradacional que irá predominar nas fácies seguintes. O caráter anômalo desta fácies, postulado por NAGALI & CONSONI (op.cit.) é, portanto, aqui descartado.

Fácies 2 (F-2) : marcada principalmente por termos mais arenosos que a Fácies 1, guarda com esta uma estreita ligação, com passagem gradativa. É caracterizada por arenito fino a siltito, também apresentando arenito médio, com fragmentos de matéria orgânica e nódulos de pirita. É localmente carbonática. Apresenta, principalmente na base da seqüência, intercalando-se com o arenito, níveis lamíticos semelhantes aos da Fácies 1. As estruturas sedimentares predominantes são deformacionais: dobras convolutas, microfalhas e laminações interrompidas por fluidização. Subordinadamente ocorrem laminações cruzadas e ciclos de gradação normal (Figura 17).

As estruturas sedimentares desta fácies evidenciam processos trativos mais energéticos que na Fácies 1. A predominância de estruturas ligadas a processos pós-deposicionais sugere esforços ligados a sobrecarga. O conjunto representado por esta fácies e sua ligação com a anterior indicam provavelmente que seus processos geradores ocorrem em uma paleofisiografia de frente deltaica ora mais distal (predomínio dos finos e maior interação com a Fácies 1), ora mais proximal (domínio de termos mais arenosos com laminações cruzadas). A resposta do perfil Raios Gama frente a esta fácies apresenta um padrão em "funil" na classificação proposta por GILREATH & STEPHENS (1975), demonstrando um aumento ascendente na freqüência dos termos mais arenosos, evidenciando também uma situação progradacional.

Esta fácies corresponde parcialmente à unidade A do es-

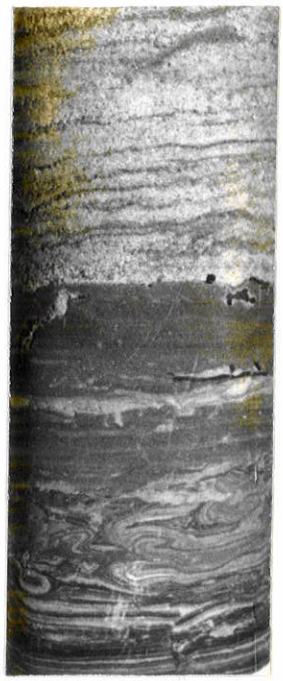


FIGURA 17 : Fácies 2

A = contato F-1 / F-2

B = microfalhas e dobras convolutas em arenito fino e siltito.

C = arenito fino a muito fino com níveis de lamito e fluidizado.

quema de NAGALI & CONSONI (1984).

Fácies 3 (F-3) : constituída de siltito ora mais argiloso, ora mais arenoso, o que marca esta fácies é a presença de matéria carbonosa. O siltito apresenta-se carbonoso, cinza escuro a preto, rico em restos vegetais e nódulos de pirita. Nesta fácies ocorre carvão puro e intercalado com siltito em um único nível, com uma espessura média na área em torno de 50 centímetros . Na lapa do carvão, em um siltito cinza, maciço a incipientemente laminado, (Figura 18), ocorrem raízes fósseis que atingem até 80 centímetros de profundidade mínima, mantendo dimensões que variam de menos de um milímetro (nas ramificações) até pouco mais de dois centímetros (nos eixos principais)(Figura 19). Estas raízes perfuram verticalmente a rocha imediatamente abaixo do carvão, cortando as tênues laminações do siltito, bioturbando e tornando a rocha praticamente maciça. Uma análise deste material foi apresentada recentemente por PERINOTTO & RÖSLER (1987).

Ocorrem ainda nesta fácies lentes mal definidas de arenito fino a muito fino. Estas intercalações de arenitos no conjunto predominantemente marcado por finos, leva à suposição de esporádicas mudanças no regime de fluxo no sítio deposicional. Este deveria ser de águas praticamente estagnadas, onde se desenvolvia a vegetação que formou as turfeiras geradoras do carvão. Por sua vez, a presença de raízes na lapa do carvão faz supor que este é de caráter maiormente autóctone.

Esta fácies e as seguintes, até a Fácies 8, parecem corresponder à unidade C de NAGALI & CONSONI (1984).

Fácies 4 (F-4) : por suas íntimas relações, quer entre si, quer com a fácies subjacente (F-3), duas faciologias foram aqui distinguidas e mantidas sob esta designação, constituindo duas sub-fácies;

Sub-fácies 4 A(F-4-A) : constituída de lamitos e siltitos cinza, maciços (Figura 20), aparentemente bioturbados, ou com acamamento plano-paralelo centimétrico evidenciado por níveis ("drapes") de argilito. Pode apresentar marcas onduladas centimétricas e bioturbação (em forma de tubos). O processo deposicional inferido é a decantação sob a ação eventual de ondas, podendo in-

FIGURA 18 : Fácies 3 — lapa do carvão: siltito, cinza, maciço com marcas de raízes carbonificadas.

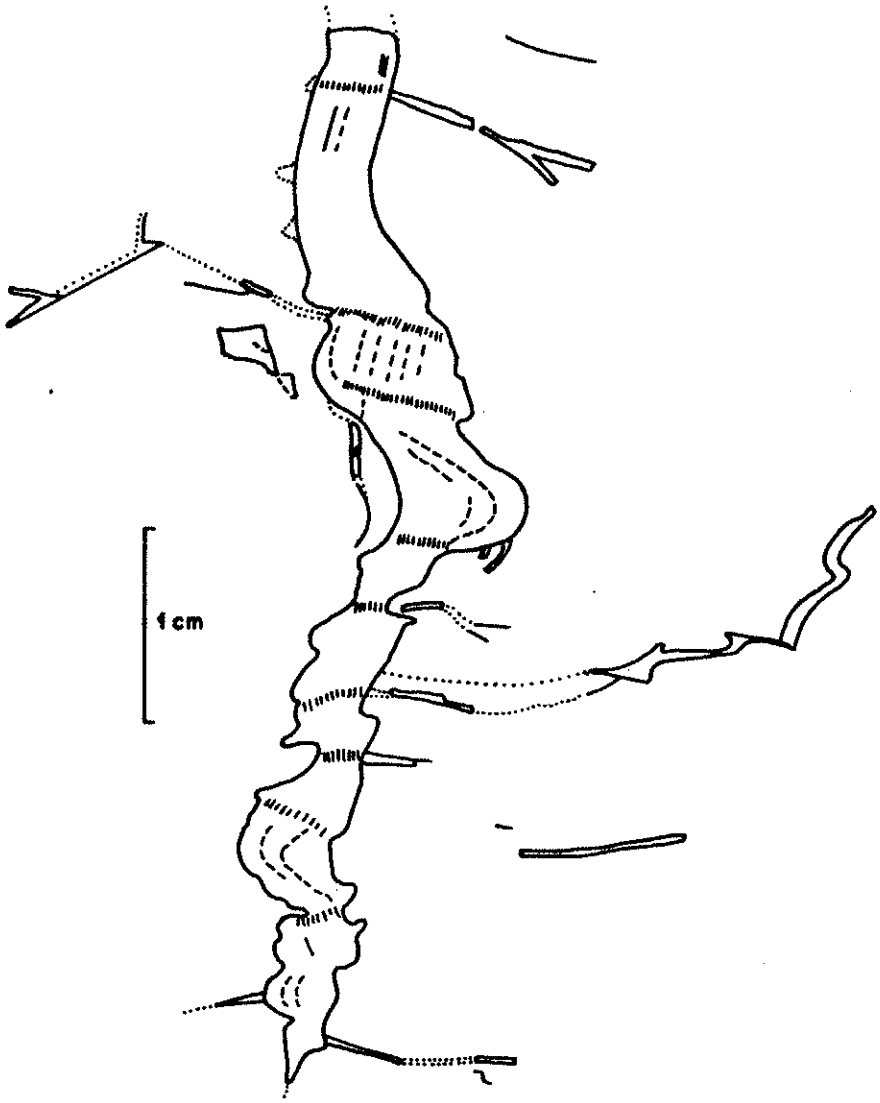


Fig.19:— Esquema do espécime GP/3E 4664. Raiz fóssil da lapa do carvão de Bairro Aliança — Cerquilho (SP). PERINOTTO & RÖSLER (1987).

dicar que o sítio deposicional era um corpo aquoso livre de ação de correntes e com pequena profundidade. Esta situação pode ser encontrada em baías interdistributárias. Em relação ao carvão sotoposto, guarda uma relação de passagem gradual a abrupta não erosional.

Sub-fácies 4 B(F-4-B) : termos grosseiros caracterizam esta sub-fácies: arenito lamítico ligeiramente conglomerático, preto a cinza escuro e cinza claro. É grande a porcentagem de matéria orgânica e fragmentos de carvão. Por vezes aparecem fragmentos carbonáticos. Os pequenos seixos são de composição variada, com alto predomínio de arenito, siltito, argilito e carvão. Corpos lenticulares de arenito podem estar presentes. O aspecto geral da F-4-B é maciço, manifestando uma tênue gradação normal (Figura 21). A relação de contato desta sub-fácies com a F-3 e com a F-4-A é marcada por uma superfície de erosão, podendo também, subordinadamente, se manifestar de forma abrupta não erosional.

Segundo GAMERMANN & COULON (1975) e BOSSI & PICCOLI (1980) o aspecto diamictítico deste arenito com matriz areno-argilosa e grãos esparsos e flutuantes (chamado aqui informalmente de "arenito da capa" e provavelmente correspondendo à "pedra-areia " daqueles autores) sugere processos ligados a correntes de densidade adentrando em um corpo de água estagnada, tipo "crevasse splay".

Lâminas petrográficas confeccionadas desta litologia mostram uma discreta orientação dos grãos maiores, sugerindo processos trativos.

Fácies 5 (F-5) : marcada principalmente por arenito médio, com variações de conglomerado (seixos de composição variada, predominando quartzo, quartzito e siltito/argilito), até siltito em seqüências de gradação normal, cujas bases são marcadas por superfícies de erosão (Figura 22). As estruturas mais comuns são as estratificações e laminações cruzadas. Ocorrem trechos maciços e mais raramente dobras convolutas. Nas seções de superfície no córrego Taquaral e Fazenda Itapema (Anexo III, Figuras 1, 3, 4 e 12) a geometria desta fácies é lenticular acanalada. A resposta do perfil Raios Gama frente a esta fácies é bem característica, desenvolvendo a forma de "sino", conforme esquema de GILREATH & STEPHENS (1975). Para esses autores, esta feição pode indicar de-

1 cm

FIGURA 20 : Fácies 4 , Sub-fácies 4-A : lamito cinza , maciço , aparentemente bioturbado.

1 cm

FIGURA 21 : Fácies 4 , Sub-fácies 4-B : arenito lamítico ligeiramente conglomerático , preto , com fragmentos de carvão.

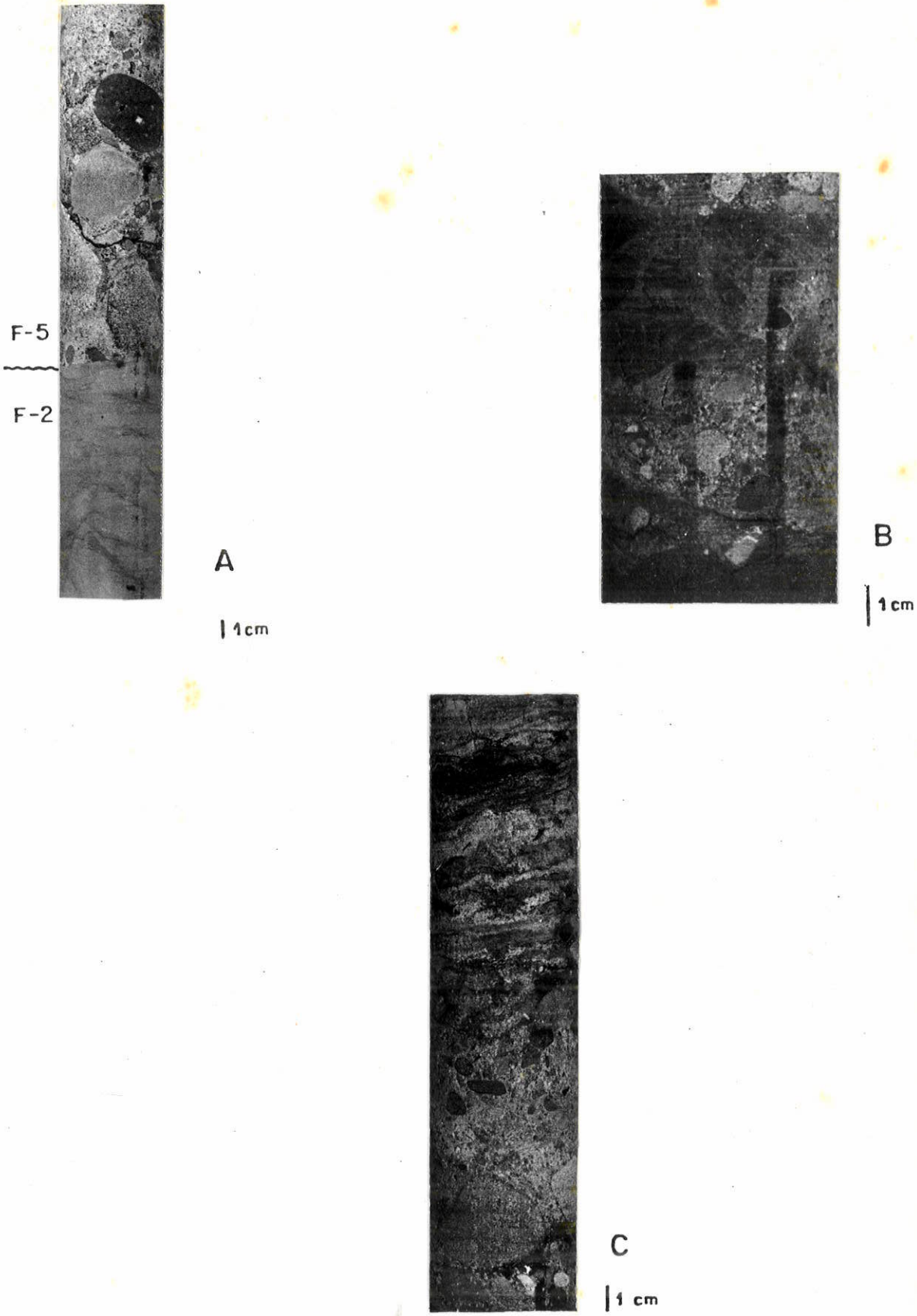


FIGURA 22 : Fácies 5

A = contato F-5 / F-2

B e C = ciclos com bases marcadas por conglomerado gradando para arenito fino

pósitos de canal, o que parece ser bastante provável pela faciologia descrita. O padrão deste canal (ou destes canais) tende a meandriforme conforme mostram os mapas isolíticos (Figuras 12, 13 e 14).

Fácies 6 (F-6) : esta fácies é composta de termos finos: lamito arenoso, cinza avermelhado, intercalado com tonalidades de verde e com trechos mais escuros dados pela concentração de fragmentos de matéria orgânica vegetal (Figura 23-A). O aspecto geral do lamito é maciço e bastante bioturbado, podendo apresentar pequenas lentes de calcário (Figura 23-B). O intemperismo dos trechos onde aparecem essas lentes empresta à rocha coloração marrom escuro a preto ("borra de café"). As características desta fácies e suas relações de contato (gradacional e/ou interdigitado) com a anterior (F-5), sugerem processos de decantação com esporádicas invasões de correntes unidirecionais mais energéticas (F-5). Um provável ambiente seria o de planície de inundação.

Fácies 7 (F-7) : duas sub-fácies são aqui identificadas e designadas por Sub-fácies 7-A (F-7-A) e Sub-fácies 7-B (F-7-B). Estas se alternam com relação de erosão da F-7-B sobre a F-7-A, formando uma unidade faciológica distinta e, portanto, sendo designadas em conjunto por Fácies 7.

Sub-fácies 7-A (F-7-A) : constitui esta sub-fácies lamito cinza avermelhado/esverdeado com restos de matéria orgânica dispersos (porte milimétrico), apresentando laminação plano-paralela incipiente, níveis de calcário impuro gradando para marga cinza escuro, maciça, com estrutura semelhante a olho - de - pássaro ("bird eyes like structures") (SHIN, 1968), e com concentração de matéria orgânica (Figura 24 A e B). Presença de gretas de contração evidenciando exposição subaérea (Figura 24 C).

Sub-fácies 7-B (F-7-B) : arenitos argilosos, finos a muito finos e raramente médios, de até um metro de espessura, em lentes de forma acanalada e com base marcada por superfícies erosivas, onde predominam clastos de lamito (Figura 25 A e B). O arenito apresenta laminação cruzada, estrutura "flaser" e gradação normal (Figura 25 C).

Os processos predominantes aventados a partir desta fa-

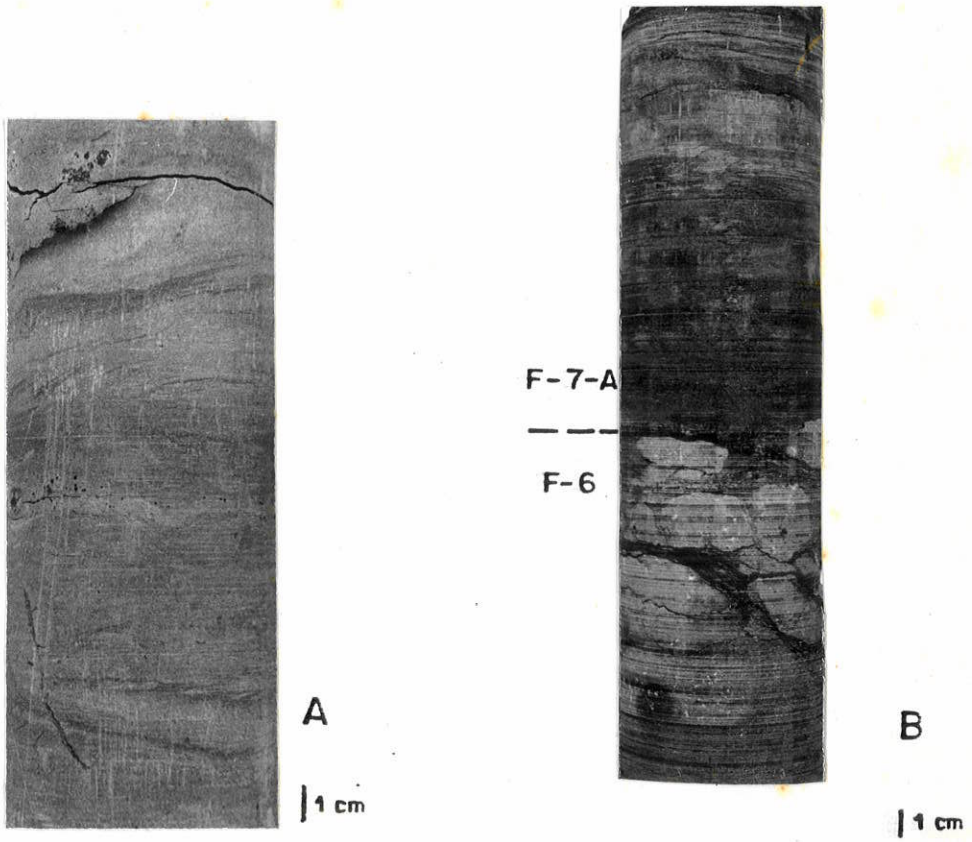


FIGURA 23 : Fácies 6.

A = lamito arenoso, cinza, bioturbado, fragmentos carbonificados dispersos.

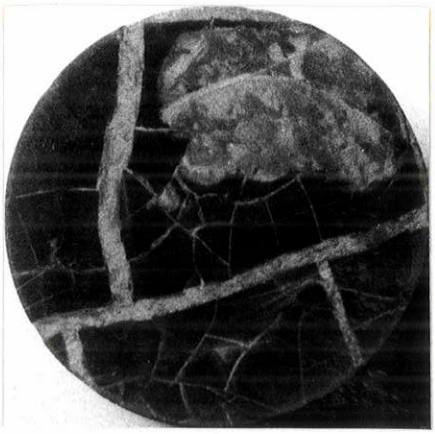
B = contato F-6 (com lentes de carbonato) / F-7-A.

A

1 cm

B

1 cm



C

1 cm

FIGURA 24 : Fácies 7 , Sub-fácies 7-A.

AeB = lamito cinza, maciço, com níveis e lentes de calcário com "bird eyes like structures".

C = gretas de contração nesta mesma litologia.

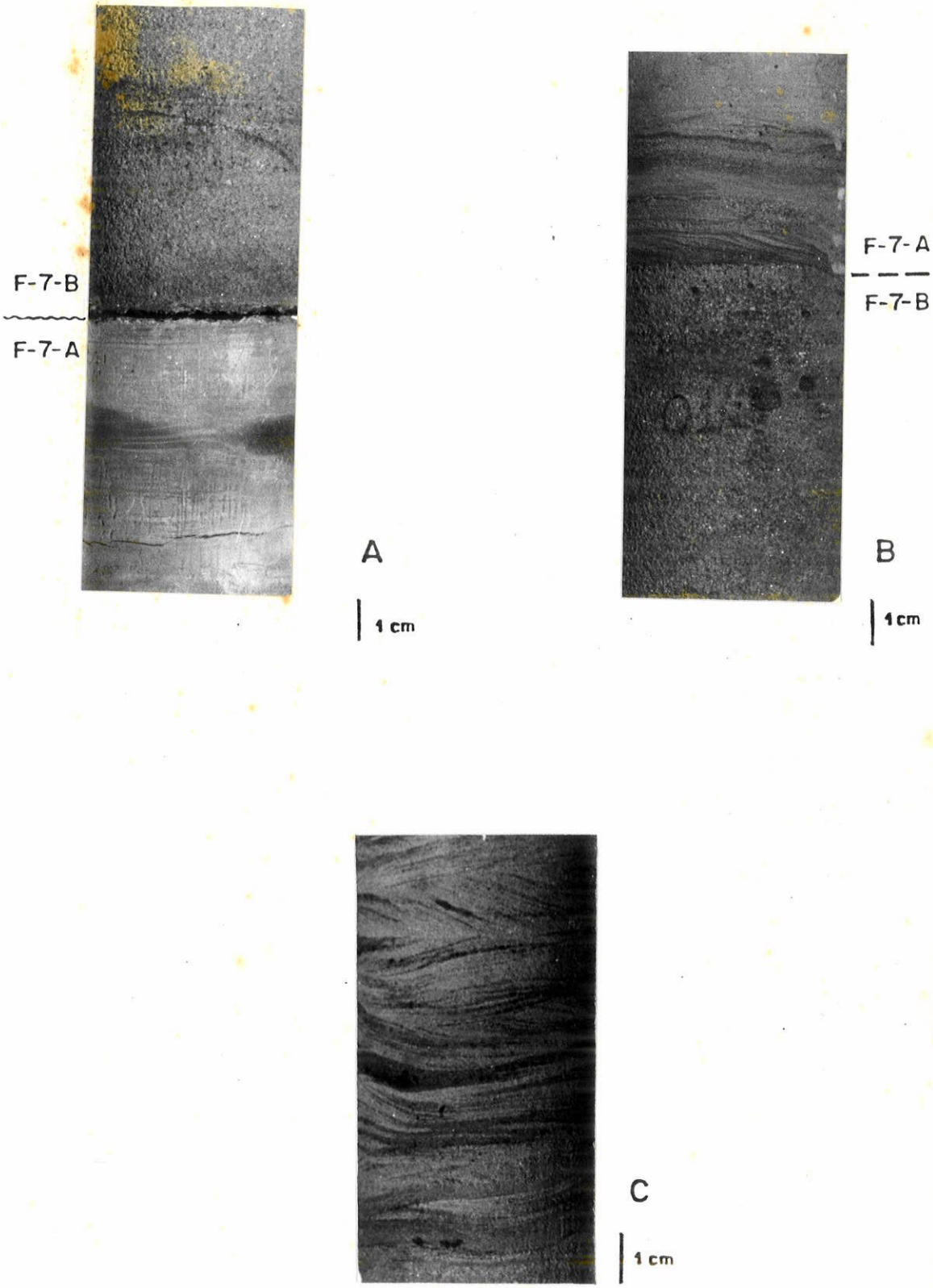


FIGURA 25 : Fácies 7 , Sub-fácies 7-B .

A = contato erosivo F-7-B / F-7-A .

B = contato abrupto F-7-A / F-7-B.

C = arenito fino com laminação cruzada.

ciologia são: decantação dos finos, desenvolvendo laminação plano-paralela e precipitação do carbonato em situação de estagnação (F-7-A) e correntes (laminação cruzada) com componentes de suspensão ("flaser") relativas ao arenito (F-7-B). Planícies de maré (inter a supra-maré) com eventuais canais de maré é o ambiente postulado com base nesta faciologia.

Fácies 8 (F-8) : caracterizada por arenito fino, branco avermelhado, bem selecionado, com muito pouca a nenhuma matriz e friável. Em termos de estruturas sedimentares, nos testemunhos parece predominar a plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo (Figura 26), porém, esta observação está prejudicada pelo fato de a quase totalidade dos testemunhos encontrar-se bastante incompleta neste trecho. Os afloramentos desta fácies mostram que os corpos têm geometria de barras lenticulares que se amalgamam e se interdigitam com lamitos, como no emboque da antiga mina de Bairro Aliança. O perfil Raios Gama frente a esta fácies apresenta um padrão em "cilindro", concordante com o modelo postulado por GILREATH & STEPHENS (1975). Também este padrão de curva foi utilizado subordinadamente como marco geofísico para as correlações na área. A característica ausência de matriz, o bom selecionamento do arenito e as estruturas e geometrias descritas sugerem processos contínuos e de relativa alta energia, comuns em barras litorâneas (praia).

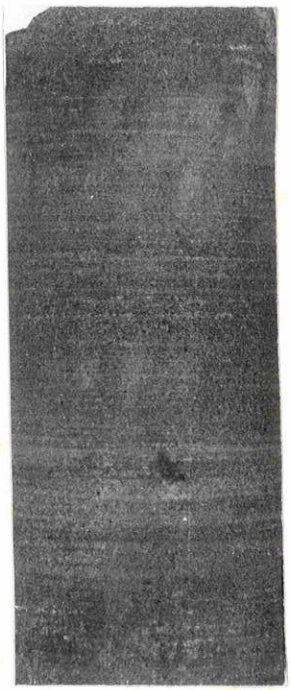
Fácies 9 (F-9) : seqüência monótona de lamitos ora mais arenosos, ora mais argilosos, verdes e avermelhados, maciços, localmente carbonáticos. Em grande parte com alto grau de intemperismo, que tornou impossível a obtenção de boas fotografias. O processo sedimentar aventado a partir desses dados é de predominante decantação, livre de ondas e correntes.

A Figura 27 apresenta numa síntese, o arranjo e o relacionamento das fácies identificadas.

4.2. Área de Mato Seco

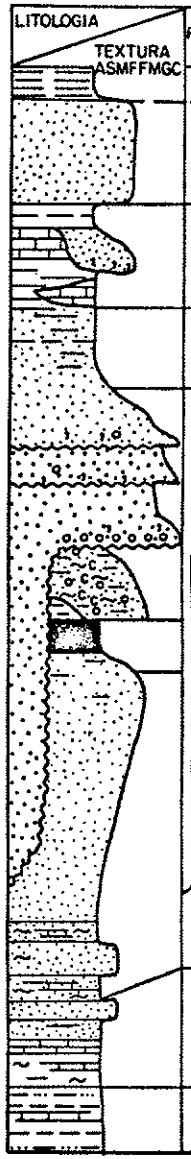
A área pesquisada não excede a 3 Km^2 e localiza-se na margem esquerda do Rio Sorocaba (letra A da Figura 1). Distante 15 Km a sudoeste de Cerquilho e a doze de Cesário Lange, está ligada administrativamente a esta última cidade.

Foram realizadas nesta área cinco sondagens rotativas



1 cm

FIGURA 26 : Fácies 8 : Arenito fino, sem matriz, cinza claro, com laminação plano-paralela.



LITOLOGIA / TEXTURA ASMFFMGC	FÁCIES	DESCRIÇÃO	INTERPRETAÇÃO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS
	F-9	Lamito verde/avermelhado, maciço, localmente arenoso, carbonático.	Plataforma ("Off shore")	FORMAÇÃO TATUÍ
	F-8	Arenito fino, bem selecionado, sem matriz, friável, branco, localmente esverdeado, maciço (?).	Praias (Ilhas barreiras)	
	F-7B / F-7A	Lamito cinza avermelhado/esverdeado com laminação plano-paralela incipiente, lentes arenosas centimétricas, lentes de calcários impuros com "bird eyes". Localmente concentração de material carbonoso (F-7-A); Canais arenosos com clastos de lamito, gradação normal e laminação cruzada (F-7-B).	Planície de maré ("mud flat")	
	F-6	Lamito arenoso, cinza avermelhado, intercalado com arenito semelhante a F5. Maciço ou com laminação perturbada por ação de organismos.	Planície Aluvial (Planície de Inundação)	FORMAÇÃO TIETÊ
	F-5	Ciclos de gradação normal, de conglomerado a siltito, predominando arenito médio, feldspático. Base dos ciclos com superfície de erosão. Estratificação cruzada de médio porte (?).	Planície Aluvial (Canais fluviais /distributários)	
	F-4B / F-4A	Arenito lamítico, ligeiramente conglomerático, preto a cinza escuro com fragmento de carvão e matéria orgânica, maciço e ligeiramente lenticular, com gradação normal (F-4B). Siltito cinza e argilito preto com laminação plano-paralela marcas onduladas. e tubos de vermes (F-4A).	Planície Deltaica (Planície de Inundação e Baía Interdistributária)	
	F-3	Siltito argiloso/arenoso, colorações escuras, rico em matéria orgânica e restos de vegetais (fragmentos grandes) carbonificados (principalmente raízes). Camadas de carvão puro e/ou intercalado com o siltito, piritoso.		
	F-2	Arenito fino a siltito com fragmentos de matéria orgânica dispersos. Marcas onduladas e laminações cruzadas, fluidizado em parte; convolutas.	Frente Deltaica — proximal / distal	
	F-1B	Lamito argiloso localmente arenoso, ligeiramente conglomerático, com intercalações lenticulares de areia muito fina e carbonato; piritoso, raros fragmentos de matéria orgânica dispersos. Geralmente maciço por fluidização, estruturas de escorregamento, microfalhas.	Prodelta	SUBGRUPO ITARARÉ
	F-1A	Ritmito de siltito cinza e argilito preto, com lentes decimétricas de arenito fino. Seixos dispersos.	Prodelta	

FIGURA 27: Perfil vertical idealizado das facies da Área Aliança-Taquaral, mod. de STEVAUX et al. (1985).

(Figura 7) e levantados três perfís de drenagem (Anexo III,Figuras 6,7 e 8).Juntamente com a jazida de Bairro Aliança, a ocorrência de Mato Seco foi parcialmente lavrada durante a II Guerra Mundial.

Em toda região de Mato Seco predomina uma superfície plana com coberturas coluviais de espigão, que se tornam ausentes na porção leste, onde os afluentes da margem esquerda do Rio Tietê expõem as Formações Irati,Tatui e Subgrupo Itararé. A unidade que predomina,sob as coberturas coluviais,é a Formação Tatui, enquanto que a Formação Irati passa a predominar a oeste e sudoeste,podendo também aparecer sob a forma de ocorrências isoladas.

Trabalhos anteriores (BARBOSA & GOMES,1958 e LOCZY , 1964) situaram esta ocorrência de carvão e as rochas que lhe são encaixantes em um nível estratigráfico inferior ao de Bairro Aliança. Os trabalhos de campo e as sondagens realizadas na área , porém,demonstraram que a antiga mina da fazenda Santa Catarina e os afloramentos de carvão situam-se na mesma seqüência arenosa de Bairro Aliança,concordando,portanto,com as afirmações de DAEMON & ABOARRAGE (1976) e com as suposições de LENZ (1977).

A designação das fácies é a mesma da área Aliança-Taquaral,ampliando-se aqui a descrição de algumas daquelas fácies e acrescentando-se duas novas, F-10 e F-11.

Fácies 3 (F-3) ; bastante semelhante à que ocorre em Bairro Aliança,acrescentando-se uma intercalação no topo da seqüência,logo acima do carvão,de arenito muito fino,com laminação plano-paralela e ondulada.Também na lapa deste carvão(cuja espessura aqui é da ordem de 30 centímetros) ocorrem vegetais fósseis, primeiramente descritos por MILLAN et al.(1980) e posteriormente definidos como raízes por PERINOTTO & RÖSLER (1987) (Figura 28).

Fácies 7 (F-7) :

Sub-fácies 7-A (F-7-A) : caracterizada por trechos de interlaminado (por vezes lenticular) de lamito cinza médio/escuro e arenito muito fino cinza claro,com tênue laminação cruzada marcada pelos termos mais finos e escuros, laminação plano-paralela interrompida (ora fluidizada,onda ondulada),camadas milimétricas de argilito preto com gretas de contração; trechos maci -

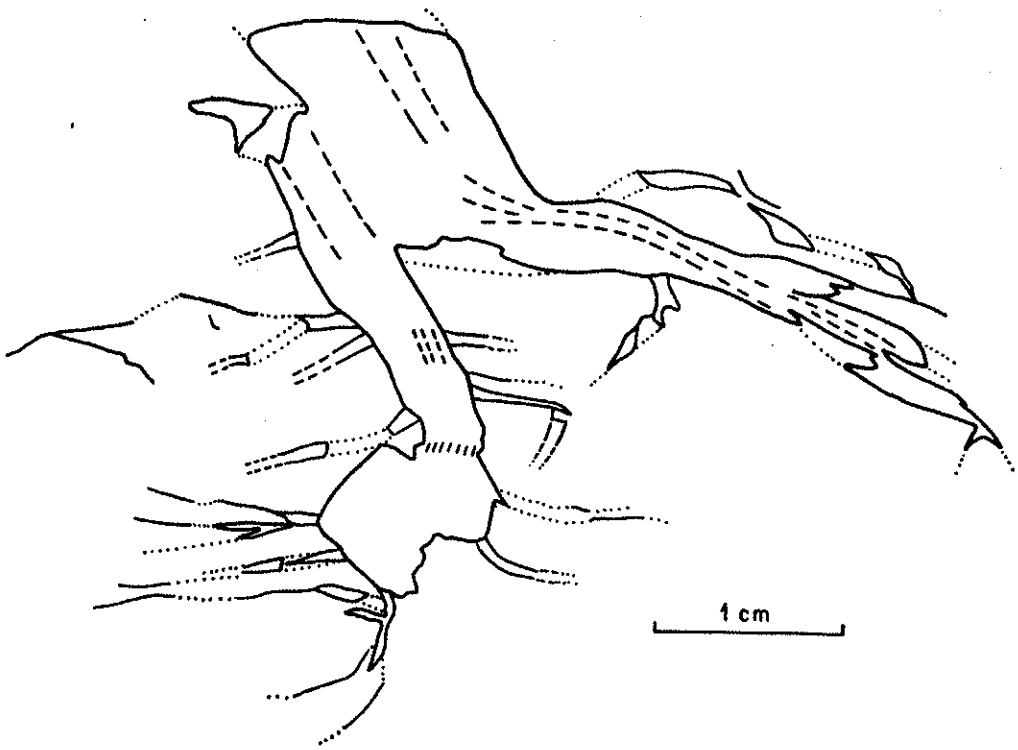


Fig. 28:— Esquema do espécime GP/3E 4642 — Raíz fóssil da lapa do carvão de Mato Seco — Cesário Lange (SP). PERINOTTO & RÖSLER (1987).

ços de lamito cinza (em parte bastante bioturbado).

Sub-fácies 7-B (F-7-B) : constituída por arenito conglomerático (predominância de seixos de lamito) e arenito grosseiro a médio,cinza claro,matriz lamítica,cimento carbonático,com ciclos de gradação normal até arenito fino; laminação cruzada e estrutura "flaser" no final dos ciclos, em parte maciço.

Fácies 8 (F-8) : arenito fino,esbranquiçado,com estratificação plano-paralela (cruzada de baixo ângulo ?),laminação cruzada e ondulada com "flaser", em parte maciço.

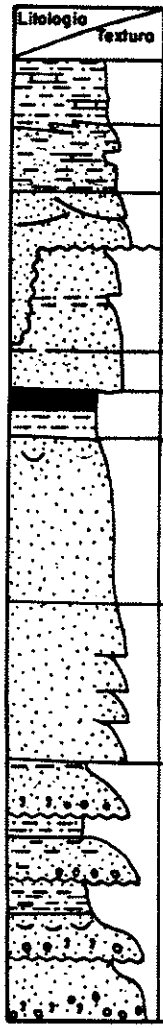
Fácies 10 (F-10) : guardando íntimas relações com F-7, caracteriza-se esta fácies por arenito fino,alguns ciclos de arenito médio até muito fino,pouca matriz,com estratificação cruzada aparentemente do tipo sigmoidal. Subordinadamente também laminação plano-paralela e ondulada com intercalações de finas camadas de argilito ("drape"). Interpretada como depósitos de planície arenosa de maré.

Fácies 11 (F-11) : arenito sem matriz ("grain supported"),esbranquiçado,apresentando bimodalidade granulométrica (fino e muito fino) com estratificação cruzada tabular de porte médio (métrica).Descrita apenas em superfície em uma das drenagens levantadas (S-3-M,Anexo III,Figura 8),não foi reconhecida em testemunhos,talvez pelo fato destes serem em número reduzido e,principalmente pela provável geometria lenticular desta fácies.Pode representar depósitos de dunas eólicas,retrabalhando areias de praia.

Embora os dados sejam reduzidos comparativamente à área Aliança-Taquaral, foi possível a definição de uma seqüência vertical ideal de fácies conforme mostra a Figura 29.Não foi possível a obtenção de boas fotografias das Fácies 10 e 11 ,muito embora isto tivesse sido tentado, devido às condições de muito fraca luminosidade do local onde estas fácies ocorrem.

4.3. Área de Itapema

Localizada a 7 Km a sul-sudoeste da cidade de Cerquilho (letra B da Figura 1),notabiliza-se esta área pela grande



Litologia / Textura	Fácies	DESCRIÇÃO	INTERPRETAÇÃO	Litoestratigrafia
	F-9	Siltito cinza maciço e calcários siltosos	Plataforma ("Off Shore")	FM. TATUI
	F-7A	Semelhante anterior, porém predominando termos mais finos, intercalação de calcário impuro com "bird eyes".	Planície de maré ("mud flat")	
	F-7B	Arenito médio com afinamento para fino, laminação cruzada, base erosiva.	Canal de maré	FORMAÇÃO TIETÊ
	F-10	Arenito fino, limpo, estratificação plano-paralela e ondulada com afinamento para arenito muito fino, lamítica e siltito maciço	Planície de Maré ("Sand flat")	
	F-11	Arenito limpo, granulação bimodal fina e muito fina, estratificação cruzada tabular de porte médio.	Duna eólica (praia)	
	F-3	Siltito maciço, com restos vegetais (principalmente raízes) e carvão, piritoso para o topo, intercalado com arenito muito fino bem estratificado (plano paralela e ondulada).	Laguna	
	F-8	Arenito fino, estratificação plano-paralela, marca ondulada, laminação cruzada, "flaser", em parte maciço.	Praia (Planície de maré)	
	F-10	Arenito fino, limpo, com ciclos de afinamento de arenito médio a arenito muito fino. Estratificação cruzada sigmoidal (?).	Planície de Maré ("Sand flat")	
	F-7B F-7A F-7B F-7A F-7B F-7B	7B: Arenito médio a conglomerático com ciclos de gradação normal, laminação cruzada e "flaser", base erosiva com clastos de lamito 7A: Interlaminado e lenticular de arenito muito fino e lamito com laminação cruzada, lamito preto com gretas de contração, trechos maciços e bioturbados.	Canais e Planície de maré	

Figura 29: Perfil vertical idealizado das fácies da Área de Mato Seco.

quantidade de fósseis vegetais,cuja descoberta se deve a DOLIANITI & MILLAN, noticiada em 1973.

Não foram realizadas sondagens rotativas nem cacimbas nesta área,sendo a análise faciológica baseada em cinco seções colunares levantadas nas margens e uma ao longo de uma drenagem de rumo WSW,afluente do Rio Sorocaba, em uma grota conhecida como "toca do índio" (terras de propriedade do Sr.José Constantino).

As cinco primeiras seções (Figuras 9 e 10 do Anexo III) foram levantadas a jusante de uma queda d'água existente no local e a sexta seção (Figura 12 do Anexo III), tomada a montante, a partir da soleira de siltito que sustenta a pequena cascata,até a Formação Tatui,cuja base foi marcada a onze metros acima do referido ponto.

A característica mais marcante deste afloramento é a descontinuidade das camadas dada pela lenticularidade existente no interlaminado arenito muito fino/lamito.

As fácies aqui identificadas,já definidas para as outras áreas anteriormente abordadas, denotam uma situação costeira com predomínio de processos de maré (F-7-A/B), que aparentemente retrabalharam material depositado em canais (F-5) e planície de inundação (F-6). Não foi anotada para esta área a presença da Fácies 3 (F-3), com desenvolvimento de carvão. Se houve condições de formação,processos posteriores (principalmente ligados a marés) retrabalharam esta fácies,gerando a marcante lenticularidade das camadas de siltito carbonoso,interlaminado com arenitos finos,sendo esta faciologia a matriz para a grande quantidade de vegetais fósseis (principalmente caules,folhas e sementes),cujas descrições foram realizadas por MILLAN (1977) e MILLAN & DOLIANITI (1979,1980a,b,1981 e 1982).Muito recentemente foi encontrado neste afloramento um fragmento de peixe paleonisciforme por uma aluna do curso de Ecologia da UNESP-Rio Claro,em excursão da disciplina Paleoecologia.Este achado ainda não foi noticiado,porém,em se confirmando sua natureza,poderá ser mais uma evidência de situação costeira,segundo postulam RICHTER *et al.* (1985).

4.4. Estrada Secundária Cerquilho-Tietê (NE de Cerquilho)

A análise de fácies foi realizada a partir do levantamento de uma seção (Anexo III,Figuras 13 e 14) em trecho de estrada secundária (letra C da Figura 1) que liga Cerquilho a Tietê, a 2,5 Km a NE de Cerquilho, a partir do cruzamento da Avenida Brasil com a Rua Almirante Barroso. A seção teve seu início sob a linha de transmissão da CESP.

As fácies aqui reconhecidas são as seguintes:

1. Uma fácies constituída predominantemente por finos (lamitos e siltitos acinzentados),com camadas centimétricas muito ricas em fragmentos vegetais fósseis e,no topo da seqüência, uma fina camada (10 cm) de carbonato intemperizado. A estrutura sedimentar predominante é a plano-paralela.Pela análise realizada anteriormente para as outras áreas,prefere-se aqui designar esta fácies como F-3/F-6 por apresentar características comuns a ambas aquelas fácies. O processo sedimentar principal é a decantação em águas rasas,com acúmulo de restos vegetais.

2. Separada da fácies anterior por uma falha aparentemente inversa (Anexo III ,Figuras 13 e 14),ocorre uma fácies dominantemente arenosa,com marcante perturbação das camadas devido a prováveis fenômenos de lutocinese. O arenito é fino,creme claro, e apresenta-se com sua laminação plano-paralela interrompida por injeções de lamito que chegam a dobrar as camadas arenosas,cuja geometria parece ser lenticular,lembrando pequenas barras descontínuas (provavelmente litorâneas por associação com a faciologia já vista). Devido à pequena espessura (cerca de 80 cm) desta fácies,que não permite maiores conclusões,prefere-se designá-la por F-7/F-8.

3. Mostrando uma relação de erosão (corte e preenchimento), a terceira fácies aqui descrita apresenta uma base conglomerática com seixos de até 20 cm.Compõe esta fácies um arenito diamictítico creme claro,cuja matriz varia de grosseira a muito grosseira. No lado oposto a este ponto da coluna (lado direito da estrada,sentido Cerquilho-Tietê), na base desta fácies, ocorre um matacão granítico logo acima da superfície de descontinuidade marcada por corte e preenchimento(base conglomerática que circunda o matacão) (Anexo III,Figura 14).Neste local específico,NAGALI & CONSONI (1984) e ROCHA-CAMPOS et al.(1986) pos-

tulam uma reentrância de um lobo glacial (transportando o referido matacão) responsável pela perturbação (glaciotectonicamente) das camadas sotopostas. FULFARO (com.verbal),com base em um estudo regional (FULFARO et al.,em preparação), discute esta interpretação,preferindo fenômenos de lutocinese como causadores da perturbação das camadas,com posterior atuação de canais (F-5), descartando a influência glacial.

4. Caracterizando a Fácies 8 (F-8) neste local,ocorrem arenitos muito finos,creme claros a amarelados,com laminação plano-paralela,em forma de lentes (barras),cujos limites são marcados por lamitos de cores variegadas com predominância do vermelho.

5. Encerrando a seção,ocorrem lamitos vermelho-amarelados e acastanhados,maciços a incipientemente laminados plano-paralelamente, atribuídos à Fácies 9 (F-9).

Em termos litoestratigráficos foi marcada a base da Formação Tatui no contato superior F-8/F-9, sendo o restante inferior da seção atribuído à Formação Tietê (BARBOSA & ALMEIDA, 1949, no sentido de FULFARO et al.,1984).

CAPÍTULO 5

PALEOGEOGRAFIA

5.1. Ambientes de Sedimentação

Para os carvões do Estado de São Paulo, por muito tempo se aventou a possibilidade destesterem sido gerados em bacias lacustrinas isoladas, conforme modelo postulado por LEINZ (1940) para os carvões do norte do Paraná. Na região de Cerquilho, porém, trabalhos mais recentes (DAEMON & ABOARRAGE, 1976; LENZ; 1977); ABOARRAGE & JORGE, 1981; NAGALI & CONSONI, 1984; FULFARO et al. 1984; STEVAUX el al., 1985; PERINOTTO et al., 1985 e SOUZA Fº,1986) afirmam que o carvão originou-se em situações costeiras, em ambiente flúvio-deltaico.

A partir da análise de fácies, apresentada no capítulo anterior, foram tentativamente aqui estabelecidos com maior detalhe, os postulados ambientes costeiros nos quais se processou a sedimentação do conjunto arenoso portador do carvão na região estudada.

A faciologia estabelecida sugere a ocorrência de um sistema deltaico com um lobo ativo principal na área Aliança-Taquaral e situações marginais, com domínio de marés e ondas, nas áreas de Mato Seco, Itapema e nordeste de Cerquilho. Todo esse complexo sedimentar costeiro foi afogado por uma seqüência transgressiva de provável origem marinha. Segundo FULFARO (com.verbal), com base em uma análise regional (FULFARO et al., em preparação), esse complexo costeiro, envolvendo lobos deltaicos gradativamente afogados por uma transgressão, ocorria em uma situação confinada entre altos topográficos representados pelas rochas de origem glacial do Subgrupo Itararé, que serviam como área fonte para a sedimentação que então se processava, fator este que, de certa forma, explica a presença de seixos nas fácies geradas no prodelta e na frente deltaica, além dos matacões que se fazem presentes em outras fácies como na área a nordeste de Cerquilho (Anexo III, Figura 14).

Área de Aliança-Taquaral: os ambientes aqui identificados, a maioria dos quais tratados por STEVAUX et al. (1985), são os seguintes:

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
I 1362
U. S. P.

1. prodelta: representado pela Fácies 1 (F-1). Conforme visto, os processos de movimentação pós-deposicional, que geram estruturas deformacionais em sedimentos pelíticos, juntamente com a associação íntima com a Fácies 2 (F-2), mais psamítica, sugerem depósitos prodeltaicos.

2. frente deltaica: o padrão em "funil" das curvas do perfil Raios Gama, confirmando uma nítida tendência de granocrescência ascendente da granulometria (Fácies 2), a geometria lenticular dos corpos arenosos, as relações da Fácies 2 com a Fácies 1, gerando estruturas relacionadas a sobrecarga, indicam ambiente de frente deltaica (barras distais e proximais de fóz de distributários).

Os dois ambientes anteriores (1. e 2.) não puderam ser identificados além da área Aliança-Taquaral, provavelmente pelo fato de nas outras áreas a quantidade de dados ser consideravelmente menor.

3. planície costeira: sob esta denominação foram englobados os ambientes de planície deltaica, planície de maré e praia, onde se desenvolveram os processos geradores das fácies F-3, F-4, F-5, F-6, F-7 e F-8. As fácies F-3 e F-6 podem representar sedimentos gerados em planícies de inundação com sedimentação em águas rasas, relativamente tranqüilas e recobertas por vegetação, onde em situações mais protegidas e isoladas eram geradas as turfeiras (F-3). A sub-fácies 4A (F-4-A), que ocorre intimamente associada com F-3, representa os sedimentos pelíticos decantados nos embaiamentos cobrindo as turfeiras, enquanto a sub-fácies 4B(F-4-B) reflete os sedimentos originados do rompimento dos diques marginais das drenagens distributárias (geradoras da F-5), e que se depositam sobre as turfeiras. As Fácies 3 e 4 situar-se-iam na planície deltaica inferior. Na planície deltaica de caráter mais aluvial (mais superior) desenvolviam-se mais francamente os canais fluviais distributários (representados pelos sedimentos da Fácies 5) e suas planícies de inundação (Fácies 6). O ciclo deltaico representado pelas Fácies 1 (gerada em prodelta), 2 (gerada em frente deltaica) e 3, 4, 5 e 6 (geradas na planície deltaica), encerra-se com o provável abandono do lobo e o avanço transgressivo representado pelas Fácies 7 e 8 (geradas em planície de maré e

praias respectivamente),

4. costa-afora ("off shore"): caracterizada pela Fácies 9 (F-9), que recobre as fácies anteriores (F-7/F-8), representa o afogamento do complexo costeiro pela transgressão.

Área de Mato Seco:

Muito provavelmente, em uma situação marginal ao lobo deltaico ativo na área Aliança-Taquaral, desenvolvia-se uma planície costeira dominada por ondas e marés, com desenvolvimento de barras litorâneas e praias (geradoras da Fácies 8) com dunas eólicas (geradoras da Fácies 11).

Esta fisiografia, conforme visto, domina também a área Aliança-Taquaral após o encerramento do ciclo deltaico.

Dominava esta área de Mato Seco uma planície entrecortada por canais de maré (geradores da F-7-B), em parte protegida por barreiras arenosas onde atuavam processos de ondas (geradores da F-8), sendo as areias dessas barras retrabalhadas por processos eólicos (geradores da F-11). A área protegida teria condições de desenvolvimento de vegetação e lagunas, onde provavelmente ocorreram os processos geradores da Fácies 3 (F-3).

A parte mais rasa desta planície (inter a supra-maré) era lamosa com o desenvolvimento de carbonatos com estrutura tipo olho-de-pássaro (F-7-A), enquanto a planície arenosa (geradora da F-10) desenvolvia-se em situação de inter a infra-maré.

Área de Itapema:

Para esta área, também marginal ao lobo deltaico de Bairro Aliança-Taquaral, a atuação dos processos de maré foi mais efetiva, talvez por aí não existir nenhuma barreira de proteção para o desenvolvimento de turfeiras. Aqui as fácies refletem planícies e canais de maré (F-7-A e F-7-B) com esporádicas ingressões de canais fluviais em tempos diferentes (F-5). Muito provavelmente estes canais não conseguiram construir um lobo deltaico como em Aliança-Taquaral por se tratar aqui de um litoral de maior nível de energia, refletida esta na forma de marés, ou se trata de um

antigo lobo, de um ciclo anterior, totalmente retrabalhado, sendo porém esta alternativa de difícil constatação apenas com os dados de superfície que se dispõe.

Os vegetais fósseis que são abundantes nesta área corroboram muito com as interpretações feitas aqui. A presença de *Phyllotheca* e *Paracalamites* (MILLAN & DOLIANITI, 1979) pode indicar ambientes higrofíticos, como pântanos litorâneos e mangues, podendo também esta vegetação ocorrer em diques marginais de canais fluviais (GUERRA-SOMMER et al., 1981 a). Sementes platispérmicas dos gêneros *Cornucarpus* e *Samaropsis* (MILLAN, 1977) e folhas do tipo *Cordaites* sp. (MILLAN & DOLIANITI, 1981) podem sugerir uma vegetação de pequeno porte que se desenvolvia às margens de corpos d'água (ambiente hidrófilo-higrófilo) (GUERRA-SOMMER et al. , 1981b). Segundo KRASSILOV (1977 in BORTOLUZZI et al., 1978) estes fatos podem sustentar a idéia de um ambiente pantanoso com alguma influência marinha. Além disso, em se confirmando a presença de peixes paleonisciformes através do achado atualmente em análise, será esta mais uma evidência litorânea (RICHTER et al., 1985).

Encerrando a seqüência, também aqui ocorre a F-9, representando a implantação do domínio transgressivo que recobre toda a região.

Nordeste de Cerquilho

As fácies reconhecidas a nordeste de Cerquilho remetem também ou a uma situação marginal ao lobo de Aliança-Taquaral ou, mais provavelmente, a uma posição mais alta na seqüência, onde apenas os ambientes de planície deltaica (F-3/F-6, F-5) e do avanço transgressivo (F-7, F-8, F-9) encontram-se registrados.

5.2. Gênese do Carvão

O carvão origina-se a partir de turfeiras. Segundo BLESS et al. (1981), espessas acumulações de turfa desenvolvem-se em pântanos, mangues e outras áreas com um lençol freático elevado onde existe um equilíbrio entre a contínua subsidência e a deposição de matéria vegetal. Esse equilíbrio pode ser perturbado se a acumulação de turfa exceder a razão de subsidência, abaixando o

nível freático, ou se a subsidência da área exceder a razão de acumulação de matéria vegetal, afogando a turfeira. A espessura final da turfeira é, portanto, altamente dependente do período durante o qual tal equilíbrio persistiu.

Se a turfeira for rapidamente recoberta por sedimentos, fator que a deixa protegida, excluindo-a dos processos oxidativos, gradualmente passa a sofrer os processos de maturação, passando por linhito e carvão betuminoso até semi-antracito, antracito e eventualmente meta-antracito, sob a influência da temperatura (via de regra determinada pela profundidade de soterramento e pelo gradiante geotérmico local e regional). Caso não ocorra tal soterramento, a turfeira é oxidada e não será preservada no registro sedimentar (BLESS et al., 1981).

Turfeiras espessas e, possivelmente, espessas camadas de carvão são restritas a pequenas áreas onde um balanço crítico foi mantido entre soerguimento e subsidência relativos durante longos períodos. Unidades tectônicas de comportamento positivo durante a deposição são caracterizadas por ausência de carvão na sequência, enquanto que áreas de rápida subsidência são preenchidas por espessa sedimentação clástica com camadas de carvão intercaladas.

A influência da tectônica contemporânea à formação das turfeiras também causa variações nas características das camadas de carvão. Segundo HORNE et al. (1978), subsidência rápida durante a sedimentação resulta geralmente em variações abruptas na geometria e petrografia das camadas, porém, favorece um menor conteúdo em enxofre e elementos traços, enquanto que áreas com razão de subsidência mais lenta permitem maior extensão lateral das camadas, mas com maior porcentagem de enxofre e outros minerais quimicamente precipitados. Ainda segundo aqueles autores, investigações na região dos Apalaches, nos Estados Unidos, mostraram que um dos determinantes mais críticos das características das camadas de carvão é o seu ambiente deposicional e o das rochas sub e sobrepostas. Estes estudos, e também os de RYER (1981), FLORES et al. (1984), ambos na região central do Estado de Utah (E.U.A.) e aqueles relativos aos carvões da Bacia do Paraná, entre os quais destacam-se os de LEINZ (1940), DAEMON & ABOARRAGE (1976), SANTOS et al. (1978), SOARES & CAVA (1982), MENEZES Fº & RODRIGUES (1983),

POPP (1984) HOLZ & DIAS-FLOR (1984), GARCIA (1984); KREBS et al. (1984), NAKANO et al. (1984), STEVAUX et al. (1984), STEVAUX et al. (1985), CABRAL JR. & MOTTA (1985) entre outros, indicam um forte controle paleogeográfico, onde a superfície na qual os ambientes geradores de carvão se desenvolveram foi um dos principais fatores no controle da espessura e da extensão das camadas, enquanto que os ambientes de deposição dos sedimentos que recobriram as turfeiras influenciaram fortemente em muitos aspectos da qualidade do carvão. Assim, a forma tridimensional-espessura e extensão lateral - das camadas de carvão é afetada diretamente pelo sítio deposicional em que se formaram: a topografia anterior à turfeira influencia na espessura e continuidade lateral; os ambientes coexistentes lateralmente à turfeira e os seus processos internos-crescimento e morte da vegetação e fluxos d'água - afetam a continuidade desses depósitos e os processos pós-deposicionais, como erosão por canais, podem causar afinamentos e mesmo a interrupção das camadas de carvão.

Na literatura internacional vários são os trabalhos que tratam do assunto, entre os quais destacam-se os de FERM & CAVAROC (1968), CASSHYAP (1970), BERRYHILL et al. (1971), FERM (1974), BAGANZ et al. (1975), HORNE et al. (1978), HOWELL & FERM (1980), RYER (1981), FLORES (1981), FLORES et al. (1984), FIELDING (1984, 1985), SCOTT (1984), HAMILTON (1985), LEVEY (1985), BREYER & McBADE (1986) e MERRITT & McGEE (1986). No Brasil, vários autores vêm interpretando a paleogeografia dos ambientes deposicionais dos sedimentos permocarboníferos da Bacia do Paraná, fazendo alusões aos possíveis ambientes de formação de nossos carvões (LOCZY,1964; LEINZ, 1940; BEURLEN, 1953; ROCHA-CAMPOS, 1967; MEDEIROS & THOMAZ Fº, 1973; CASTRO, 1980; CALVAZARA & REIS, 1981; FULFARO et al., 1984; FRANÇA & CALDAS, 1984, SOUZA Fº, 1986; entre outros). Entre os trabalhos que tratam especificamente dos carvões brasileiros, além dos já mencionados anteriormente, deve ser destacado WHITE (1908) pelo seu valor histórico. Também relacionados ao paleoambientes geradores de carvão, porém de cunho mais paleobotânicos e paleoecológicos têm-se, entre vários, MARQUES-TOIGO et al. (1981 a,b), MARQUES TOIGO & CORRÊA DA SILVA (1984) e PICCOLI et al. (1984). Pelo volume de dados, destaca-se o trabalho de BORTOLUZZI et al. (1978), que faz considerações sobre a estratigrafia, sedi

mentologia, paleontologia e petrografia dos carvões de Santa Catarina.

Na região aqui tratada, a partir da análise dos dados disponíveis e comparações com a literatura anteriormente referida, conclui-se que na área Aliança-Taquaral, o carvão estaria associado a depósitos de planície de inundação na planície deltaica. É bastante provável que o carvão seja autóctone ou semi-autóctone, pois conforme demonstraram PERINOTTO & RÖSLER (1987) a lapa do carvão, tanto nesta área como em Mato Seco, é marcada pela presença conspícua de estruturas vegetais carbonificadas, discordantes à laminação da rocha e interpretadas como raízes. Segundo STEVAUX et al. (1985) o conteúdo em carvão na camada total pode variar localmente, devendo estar controlado pela paleotopografia do sítio deposicional. Assim, regiões mais profundas e/ou com águas mais estagnadas teriam maiores condições de acúmulo e geração.

Ainda segundo esses últimos autores, dois outros fatores foram condicionantes da ocorrência da camada de carvão na área Aliança-Taquaral:

1. o canal fluvial distributário : a evolução do complexo fluvial distributário se, por um lado constrói as planícies de inundação e a própria planície deltaica, dando condições para o desenvolvimento da vegetação, por outro lado, destrói, à medida que o canal evolui, a planície já construída. Nos mapas de isólitas de arenito de canal (Figuras 12, 13 e 14) e na seção estratigráfica A-A' (Figura 8) a ausência da camada de carvão é bem visível, exatamente onde acumularam-se os canais distributários.

2. os depósitos de rompimento de dique marginal "crevasse splay"): esses depósitos foram determinantes para o limite superior da camada de carvão. Os sedimentos mais grosseiros do canal invadiam os domínios da planície sob a forma de correntes de densidade com condições de erodir o substrato que continha carvão. Essa erosão foi parcial e o carvão restante acabou protegido por esses depósitos das atividades de canal. STEVAUX et al. (1985) denominaram esses depósitos de "arenito da capa" (F-4-B) e outros similares são relativamente comuns em outras jazidas de carvão (BORTOLUZZI et al., 1978; BOSSI & PICCOLI, 1980; BLATT, 1982).

O carvão de Mato Seco parece estar associado a depósi-

tos lagunares (F-3) protegidos por sedimentos de praias de barreira com desenvolvimento de dunas eólicas (F-8 e F-11, respectivamente). Não se registrou atividades de canal fluvial nesta área, porém, como pode ser observado na seção da Figura 10, prováveis canais de maré também erodiram parte do carvão. Em horizontes mais altos na coluna sedimentar de Mato Seco aparecem centimétricos fragmentos de carvão, produtos do retrabalhamento de alguma camada mais jovem não preservada. Também nesta área a lapa do carvão apresenta raízes fósseis, indicando autoctonia ou semi-autoctonia (PERINOTTO & RÖSLER, 1987).

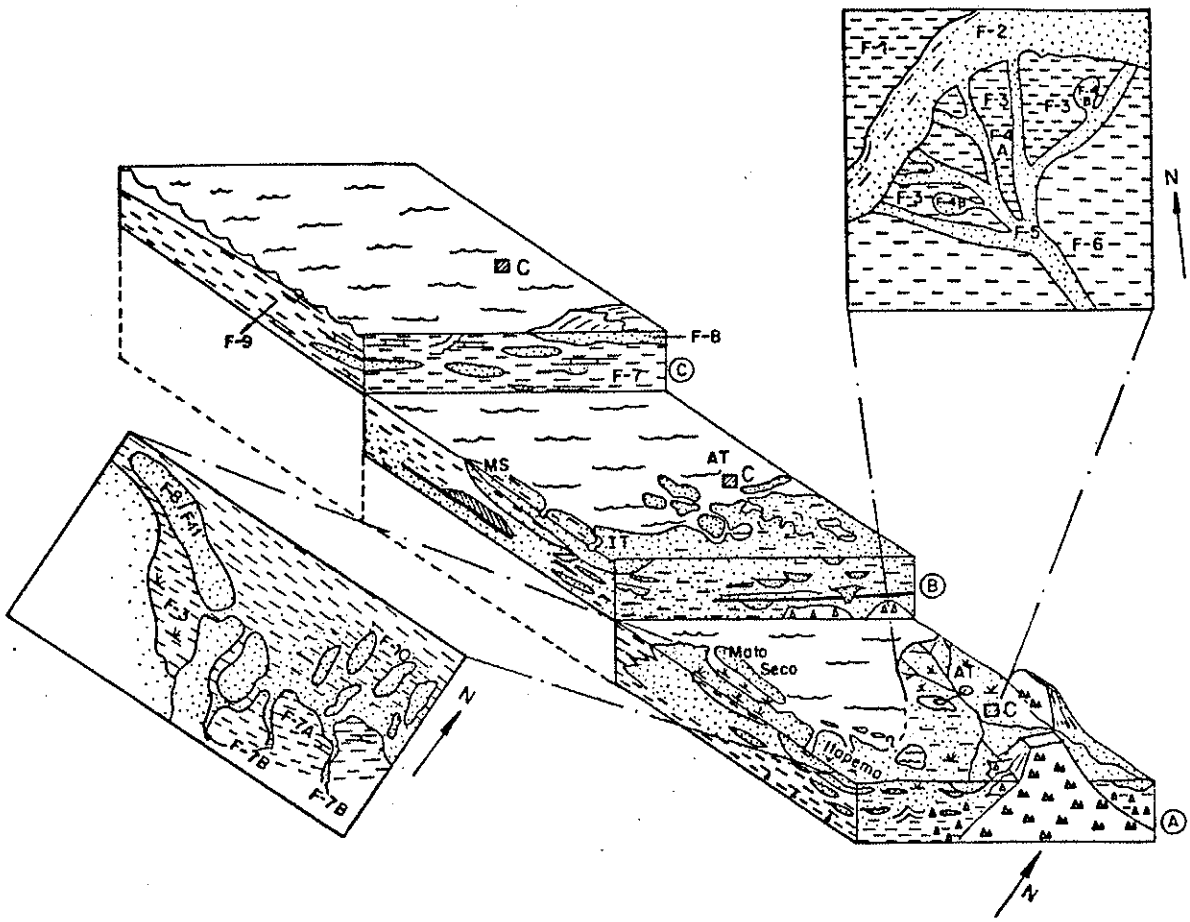
Em Itapema e a nordeste de Cerquilho não houve condições de desenvolvimento de uma camada de carvão como em Aliança-Taquaral e Mato Seco. No primeiro caso, conforme já aventado, por ser esta, provavelmente, uma região de contínua atuação de processo de maré, sem barreiras para o estabelecimento de áreas protegidas para o desenvolvimento de turfeiras, e no segundo caso, talvez por se encontrar esta área nas partes mais superiores da planície deltaica, dominada por processos aluviais de mais alta energia.

5.3. Quadro Paleogeográfico

A Figura 30 mostra, de forma esquemática, a provável evolução paleogeográfica na região de Cerquilho. Como observado na figura, e já mencionado anteriormente, a região era dominada por altos topográficos constituídos por rochas de origem glacial (Sub-grupo Itararé), segundo modelo de FULFARO *et al.* (1984), aperfeiçoado por FULFARO *et al.* (em preparação). Esses altos eram as áreas fontes para a sedimentação costeira que ocorria nas planícies adjacentes:

Quadro A -

1. Em Aliança-Taquaral um lobo deltaico impunha sua sedimentação em um corpo aquoso (provavelmente marinho) que, gradativamente, eleva seu nível. Os mapas de isólitas de arenito de canal (F-5), tanto o apresentado por STEVAUX *et al.* (1985) (Figura 12), como os aqui apresentados (Figuras 13 e 14) mostram uma tendência no sentido do quadrante norte, com um eixo principal



Tilito | Diamictito | Arenito | Lamito | Carbonato | Carvão | Barras | Canais | Pântanos costeiros

(A) Lobo deltaico ativo na área Aliança-Taquaral (AT), com nível do mar ascendente, onde se desenvolviam as turfeiras na planície deltaica. Na área de Mato Seco (MS), lagunas protegidas permitiam o florescimento da vegetação enquanto em Itapema (IT) dominava uma planície entrecortada por canais de maré. Altos topográficos próximos, constituídos de rochas (diamictitos e tilitos) do Subgrupo Itararé eram as áreas fontes.

(B) O avanço transgressivo do mar afoga o sistema deltaico tornando as drenagens distributárias meandrantes, que passam a erodir os sedimentos, inclusive o carvão. A planície costeira de Mato Seco e Itapema retrograda cobrindo as turfeiras em Mato Seco.

(C) Com a implantação efetiva da transgressão todo o sistema costeiro é afogado, predominando processos de decantação gerando pelitos plataformais.

F_1 ..... F_{11} — Ver Capítulo 4

Figura 30:— Esquema evolutivo da região de Cerquilho (▨ C), sem escala.

situado no "trend" das sondagens SR-15 e SR-16. Além disso, segundo dados de PERINOTTO et al. (1985), os sedimentos arenosos flúvio-deltaicos se acunham e desaparecem no rumo NNW, fazendo com que os sedimentos da Fácies 9 (F-9) se encontrem diretamente sobre os sedimentos da Fácies 1 (F-1) (ou seja, a Formação Tietê se acunha e tem-se a Formação Tatui diretamente sobre o Subgrupo Itararé). Assim, ter-se-ia para essa área uma linha de costa orientada aproximadamente NE/SW.

2. Na área de Mato Seco os dados existentes são insuficientes para que se possa elaborar um quadro paleogeográfico comparável em detalhes ao de Aliança-Taquaral. O inferido sistema costeiro marginal ao lobo deltaico, mostra corpos arenosos, aqui interpretados como prováveis praias de barreiras, dispostos paralelamente à linha de costa. A definição das isólitas desses areniitos requer um número maior de sondagens, distribuídas em uma área bem maior para que se possa ter mais segurança quanto à distribuição dos corpos. A nível de afloramento foi possível inferir as atitudes deposicionais por meio das estruturas sedimentares. As seções colunares levantadas nesta área (S1-M, S2-M e S3-M, Figura 7 e Anexo III, Figuras 6, 7 e 8) apresentam marcas onduladas que se distribuem entre N30° e N40° e entre N310° e N330°, compondo um sistema de interferência de ondas; mostram ainda laminações cruzadas rumo norte e marcas onduladas assimétricas com eixo leste-oeste e assimetria para norte, demonstrando fluxo para este sentido, o que é também corroborado pelos eixos das marcas onduladas simétricas que se situam ao redor de N260°. Todos esses dados podem demonstrar que a provável linha de costa nesta área tivesse a orientação próxima de WSW/ENE, com predomínio marinho a norte.

3. Em Itapema não se conseguiu medidas seguras para se inferir atitudes deposicionais e como tudo parece indicar, conforme visto anteriormente, que aqui também se trata de uma situação marginal ao lobo deltaico de Aliança-Taquaral, com domínio de uma planície entrecortada por canais de maré , preferiu-se colocar esta área em uma solução de continuidade entre Mato Seco e Aliança-Taquaral, sendo aqui o trecho mais duvidoso do quadro ora apresentado.

Quadro B -

Com o avanço da transgressão, a sedimentação sofre um recuo, ocorrendo retrabalhamento dos sedimentos flúvio-deltaicos na área Aliança-Taquaral, o mesmo acontecendo com os sedimentos costeiros pretéritos de Mato Seco e Itapema. Esse quadro mostra o carvão depositado na planície deltaica de Aliança-Taquaral, parte dele erodido por atividades de canais; o carvão de Mato Seco, protegido pelo recuo das barreiras arenosas e a lenticularidade dos corpos em Itapema, como produto de um constante retrabalhamento em uma área sem barreiras.

Quadro C -

Este quadro mostra a implantação da transgressão que recobre toda a região, responsável pela geração da Fácies 9 (F-9) em ambiente plataformal ("off shore").

CAPÍTULO 6

SITUAÇÃO ESTRATIGRÁFICA

A posição estratigráfica do conjunto sedimentar portador do carvão na região de Cerquilho tem sido objeto de polêmica entre os diversos pesquisadores com trabalhos naquela região. BARBOSA & ALMEIDA (1949), ALMEIDA & BARBOSA (1953), BARBOSA & GOMES (1958) situaram-na na Formação Tietê, acima do tilito Jumirim, mas ainda dentro do "glacial"; SOARES (1972) a inclui na "Fácies tipo Tietê", na parte superior do Subgrupo Itararé; DAEMON & ABOARRAGE (1976) incluiram-na numa transição entre o topo do Subgrupo Itararé e a base da Formação Rio Bonito, posição esta também defendida por LENZ (1977), que também considera esta seqüência comparável à da região de Figueira, no norte do Paraná; BEURLEN (1953), SAAD (1977), SANTOS (1979), GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983) e NAGALI & CONSONI (1984) posicionaram-na na parte superior do Subgrupo Itararé; IPT (1984) situou-a na Formação Tatui, acima de uma discordância que marcaria o limite entre esta unidade e o Subgrupo Itararé; finalmente FULFARO et al. (1984) e STEVAUX et al. (1985) posicionaram-na em uma unidade entre o topo do Subgrupo Itararé e a base da Formação Tatui, denominada de Formação Tietê (BARBOSA & ALMEIDA, 1949, sensu FULFARO et al., 1984).

A também discutida posição do limite entre o glacial e o pós-glacial, de caráter mais genético, porém utilizado como ferramenta litoestratigráfica, serviu para tornar ainda mais confuso o quadro estratigráfico do Grupo Tubarão em São Paulo. Conforme aventado por FULFARO et al. (1984) muitos dos últimos tilitos (mais jovens) marcadores do topo do Subgrupo Itararé, são, na concepção daqueles autores, diamictitos, cuja gênese não seria relacionada com processos glaciais. Neste sentido, o limite glacial - pós-glacial situa-se mais abaixo no registro e as rochas então encontradas entre a base da Formação Tatui e o topo do Subgrupo Itararé podem ser consideradas correlacionáveis à mesma situação ocupada pela Formação Rio Bonito nos Estados do sul (Figura 31).

Apesar da pequena extensão da área, e também devido a isto, o nível de detalhe dos dados aqui analisados permite que se concorde com a proposição de FULFARO et al. (1984), corroborada por STEVAUX et al. (1985), posicionando a seqüência portadora do

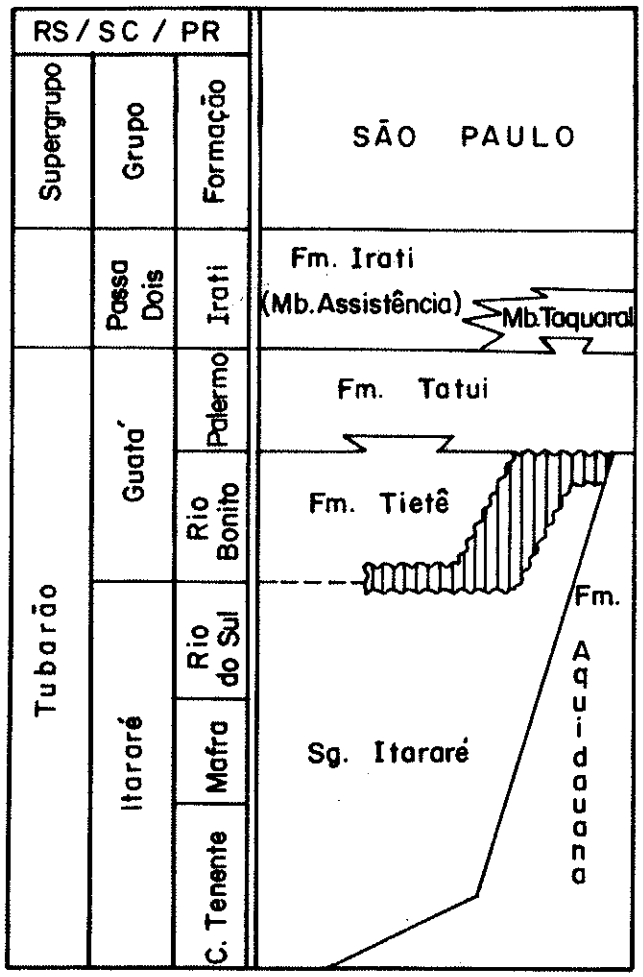


Figura 31 :—Situação estratigráfica da Fm. Tietê. Mod. de FULFARO et al. (1984).

carvão da região de Cerquilho na Formação Tietê, de caráter pós-glacial e correlacionável, neste sentido, à Formação Rio Bonito. Além disso, o desenvolvimento do Projeto "O Grupo Guatá no Estado de São Paulo: importância para a determinação das ocorrências de carvão", através do mesmo convênio UNESP-IGCE/CESP, que também abrange a região de Cerquilho, possibilitou a análise de uma quantidade muito grande de dados relativos a este intervalo que envolve o limite glacial-pós-glacial no Estado de São Paulo, trazendo como um dos resultados a elaboração de um quadro estratigráfico que se encontra em conclusão (FULFARO et al., em prep.), porém já confirmando o modelo desenvolvido por FULFARO et al. (1984) para a região de Cerquilho.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do grande número de trabalhos,e com diferentes enfoques,que abrangem a região de Cerquilho,esta dissertação pôde trazer sua contribuição no sentido de analisar,pela primeira vez,com maior nível de detalhe a seqüência portadora do carvão desta região,estabelecendo sua evolução paleogeográfica,a gênese do carvão,bem como sua posição estratigráfica dentro do Grupo Tubarão.

Assim, em termos de conclusão,pode-se afirmar que a seqüência sedimentar portadora do carvão ocupa uma posição estratigráfica entre o topo do Subgrupo Itararé e a base da Formação Tatui,sendo,segundo o entendimento do quadro paleogeográfico aqui apresentado, de caráter pós-glacial, denominada de Formação Tietê (BARBOSA & ALMEIDA,1949, sensu FULFARO et al.,1984), e correlacionável à Formação Rio Bonito.

Das fácies aqui analisadas, pelo caráter operacional, a Fácies 1 (F-1-A e F-1-B) foi considerada como marcadora do topo do Subgrupo Itararé. É importante,no entanto,lembrar que geneticamente,esta fácies corresponde ao prodelta já pós-glacial. As Fácies 2 a 6, 10 e 11 correspondem à Formação Tietê e a Fácies 9 à Formação Tatui. As Fácies 7 e 8 podem ocorrer em ambas as unidades.

Na região prevalecia uma situação costeira,relativamente confinada,cuja sedimentação tinha como fonte os altos topográficos bordejantes,constituídos pelas rochas de origem glacial do Subgrupo Itararé, com um lobo deltaico ativo na área Aliança-Taquaral e situações marginais em Mato Seco e Itapema,onde nesta última área dominava uma planície entrecortada por canais de maré.

O carvão teve origem a partir de turfeiras desenvolvidas nas planícies de inundação da planície deltaica na área Aliança-Taquaral e em lagunas protegidas em Mato Seco, não chegando a se desenvolver na área de Itapema devido ao constante retrabalhamento,principalmente por processos de maré.

A sedimentação costeira da região se processava em nível de mar ascendente.Com o final do ciclo deltaico na área Alian

ça-Taquaral,estabeleceu-se,então,o retrabalhamento parcial dos sedimentos em praias e planícies de maré,culminando a seqüência com o estabelecimento das condições transgressivas plenas,registrando depósitos plataformais que dominam toda a região,cobrindo, inclusive,diretamente alguns altos topográficos remanescentes.

Áreas potencialmente portadoras de carvão,segundo o modelo apresentado, são aquelas correspondentes à planície deltaica do lobo da área Aliança-Taquaral,principalmente no rumo nordeste,onde ao final das pesquisas,algumas sondagens mostraram-se promissoras.

O entendimento desta evolução,responsável pela geração e registro da sedimentação,foi possível pela análise das fácies descritas para a região e também graças a outros dados obtidos junto a FULFARO et al.(1984),STEVAUX et al.(1985)e FULFARO (com. verbal),este com base em uma análise regional que se encontra em fase de conclusão.

Fica aqui a sugestão de um detalhamento do estudo bioestratigráfico detalhado na região,com uma possível melhor definição do tempo envolvido no decorrer da evolução paleogeográfica aqui proposta,bem como semelhantes estudos, como aqui apresentados, para outras regiões que permitam o entendimento da evolução paleogeográfica mais geral da Bacia do Paraná em seqüências correlativas.

CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFIA

ABOARRAGE, A.M. & JORGE, H. - 1981 - Projeto Carvão Energético no Estado de São Paulo. Relatório Final CPRM/DIVPES.

ALMEIDA, F.F.M. de, & BARBOSA, O. - 1953 - Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, DNPM/DGM, Bol. 143.

ANDRADE, S.M. & SOARES, P.C. - 1971 - Geologia do centro -leste do Estado de São Paulo. PETROBRÁS (DESUL), Rel. 407 (inédito).

ARAI, M. - 1980 - Contribuição dos pólens estriados na bioestratigrafia neopaleozóica na parte NE da Bacia do Paraná. In RÖSLER, O. - Paleobotânica e Áreas Afins na América do Sul, Bol. IG-USP, 11, p. 125-135.

BAGANZ, B.P.; HORNE, J.C. & FERM, J.C. - 1975 - Carboniferous and recent Mississipi lower delta plains: a comparison. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. Trans., 25: 183-191.

BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M. de - 1949 - A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. DNPM/DGM. Notas Prel. Est. nº 48.

BARBOSA, O. & GOMES, F.A. - 1958 - Pesquisa de petróleo na bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo. DNPM/DGM, Bol. 171.

BATISTA, J.J. & OLIVEIRA, J.E.O. - 1987 - Mineração energética no Estado de São Paulo: uma análise histórica conjuntural. Atas 6º Simp.Reg. de Geologia - Rio Claro (1987) (no prelo).

BERRYHILL JR., H.B.; SCHWEINFURTH, SP. & KENT, B.H. - 1971 - Coal-bearing Upper Pennsylvanian and Lower Permian rocks, Washington area, Pennsylvania. Geological Survey Professional Paper, 621: 1-44.

BEURLEN, K. - 1953 - Análise paleogeográfica da Série Tubarão e possibilidades de novas bacias carboníferas. DNPM/DGM - Notas Prel.. Est. nº 74.

BLATT, H. - 1982 - Sedimentary Petrology. W.H. Freeman and Company. 564 pp., San Francisco.

BLESS, M.J.M.; PAPROTH, E. & WOLF, M. - 1981 - Interdependence of basin development and coal formation in the West European Carboniferous. Bull. Centre Rech.Pau., 5: 535-553.

BORTOLUZZI, C.A.; PICCOLI, A.E.M.; BOSSI, G.E.; SOMMER, M.G.; TOI

GO, M.M.; PONS, M.E.H.; WOLF, M. & SILVA, Z.C.C. - 1978 - Pesquisa Geológica na bacia carbonífera de Santa Catarina. Pesquisas,11,p. 33-192. Porto Alegre.

BOSSI, G.E. & PICCOLLI, A.M. - 1980 - Estudo de seqüências sedimentares, Formação Rio Bonito, área de Gravataí-Morungava, RS. Pesquisas, 13, p. 63-90. Porto Alegre.

BREYER, J.A. & McCABE, P.J. - 1986 - Coals associated with tidal sediments in the Wilcox Group (Paleogene), South Texas. Journal of Sed. Petrol., v. 56(4), p. 510-519.

BRITO, I.M. & BERTINI, J.R. - 1982 - Estratigrafia da Bacia do Paraná - II. O Grupo Tubarão. An.Acad.Bras.Ciênc., v. 54, nº 2, p. 399-412.

CABRAL Jr., M. & MOTTA, J.F.M. - 1985 - Geologia da Formação Itararé e sua potencialidade para carvão na região de Buri - Itapeva-SP. SBG/SP, Atas 5º Simp.Reg.Geol., São Paulo, v. 2, p. 459-472.

CABRAL Jr., M.; CIANTELLI Jr., C.A. & NAKANO, S. - 1983 - Prospecção regional de carvão mineral na região de Taquarituba - Itaporanga-SP. SBG/SP, Atas 4º Simp.Reg. de Geol., São Paulo, p. 341-352.

CAETANO-CHANG, M.R. - 1985 - Análise ambiental e estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no sudoeste do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências - USP - (Tese de Doutoramento), inédita.

CAETANO-CHANG, M.R. & LANDIM, P.M.B. - 1983 - Interpretação ambiental da seção Itaporanga-Taquarituba, SW do Estado de São Paulo (Subgrupo Itararé). SBG/SP, 4º Simp.Reg.Geol., São Paulo, Bol. Res., p. 16.

CALZAVARA, E. & REIS, L.T. dos - 1981 - Pesquisa de carvão mineral na área denominada Campina dos Pupos, município de Ortigueira-Paraná. Atas do 3º Simp.Reg.Geol., 2: 284-297.

CASSHYAP, S.M. - 1970 - Sedimentary cycles and environments of deposition of the Barakar coal measures of Lower Gondwana, India. Journal of Sed.Petrol., v. 40(4), p. 1302-1317.

CASTRO, J.C. de - 1980 - Fácies, ambientes e seqüências deposicionais das Formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina. Anais do XXXI Congr. Brasil. Geol., 1: 283-299.

CIANTELLI Jr., C.A.; CABRAL Jr., M. & NAKANO, S. - 1983 - Mapa fa-

ciológico da serra dos Pais, norte de Barão de Antonina - topo da Formação Itararé - base da Formação Tatui - SP. SBG/SP, Atas 4º Simp.Reg.Geol., São Paulo, p. 185-190.

COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1942 - Carta Geológica. Edição Preliminar. Mapa geológico na escala 1: 100.000.

COTTAS, L.R.; FIORI, A.P. & LANDIM, P.M.B. - 1981 - Divisão faciológica do Subgrupo Itararé e da Formação Aquidauana no nordeste do Estado de São Paulo. SBG/SP, Atas 3º Simp. Reg. de Geol., Curitiba, v. 2, pp. 103-115.

DAEE-UNESP - 1979 - Mapeamento faciológico do Supergrupo Tubarão. Convênio DAEE-UNESP, mapas geológicos na escala 1: 50.000 (inédito).

DAEE-UNESP - 1981 - Mapa geológico do Estado de São Paulo - folha Campinas. Convênio DAEE-UNESP, mapas geológicos na escala 1: 250.000.

DAEMON, R.F. & ABOARRAGE, A.M. - 1976 - Relatório integrado do Projeto Carvão (Santa Catarina, Paraná e São Paulo). CPRM/DEPEM/DIPROE.

DAEMON, R.F. & QUADROS, L.P. - 1970 - Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. SBG, An. XXIV Congr. Bras. Geol., Brasília, p. 359-412.

DOLIANITI, E. & MILLAN, J.H. - 1973 - Novo afloramento de vegetais gondwânicos no Estado de São Paulo. An. Acad. bras. Ciênc. v. 45, p. 45., p. 653-654.

FERM, J.C. - 1974 - Carboniferous environmental models in Eastern United States and their significance. In Carboniferous of the Southeastern United States. G.S.A. Spec. Paper 148: 79-85.

FERM, J.C. & CAVAROC JR., V.V. - 1968 - A nonmarine sedimentary model for the Allegheny rocks of West Virginia. In Late Paleozoic and Mesozoic continental sedimentation, Northeastern North America. G.S.A. Spec. Paper, 106: 1-19.

FIELDING, C.R. - 1984 - Upper delta plain lacustrine and fluviolacustrine facies from the Westphalian of the Durbam coalfield, NE England. Sedimentology, vol. 31, p. 541-567.

FIELDING, C.R. - 1985 - Coal depositional models and the distinction between alluvial and delta plain environments. Sedimentary Geology, v. 42., p. 41-48.

FIORI, A.P. & COTTAS, L.R. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no NE do Estado de São Paulo. SBG. XXXI Congr. Bras. Geol., Bol. 2, Resumos, p. 360.

FLORES, R.M. - 1981 - Coal deposition in fluvial paleoenvironments of the Paleocene Tongue River Member of the Fort Union Formation, Powder River area, Powder River Basin, Wyoming and Montana. SEPM Spec. Publication, 31: 169-190.

FLORES, R.M.; BLANCHARD, L.F.; SANCHES, J.P.; MARLEY, W.E. & MULDOON, W.J. - 1984 - Paleogeographic controls of coal accumulation, Wasatch Plateau, Utah, GSA Bull., 95: 540-550.

FOLK, R.L. - Petrology of sedimentary rocks. The University of Texas. 170 pp., Austin.

FOURQUERREAN, W.E. - 1945 - Carvão de Tatui. Estado de São Paulo. DNPM/DIV.FOM., Bol. 74, p. 179-183.

FRANÇA, A.B. & CALDAS, A.F.F.D. - 1984 - Diferenciação e evolução dos sistemas deltaicos na parte superior do Grupo Tubarão, Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geoc., 13(1): 56-67.

FULFARO, V.J.; STEVAUX, J.C.; SOUZA Fº, E.E. & BARCELOS, J.H.-1984- A Formação Tatui (P) no Estado de São Paulo. SBG. An. XXXIII Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro, v. 2, p. 711-724.

FULFARO, V.J.; STEVAUX, J.C.; SOUZA Fº, E.E.; BARCELOS, J.H. & PERINOTTO, J.A.J. (em preparação) - O limite glacial-pós-glacial na Bacia do Paraná.

GAMA Jr., E.G.; BANDEIRA Jr., A.N. & FRANÇA, A.B. - 1982 -Distribuição espacial e temporal das unidades lito-estratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geoc., v. 12, p. 19-40.

GAMA Jr., E.G.; CAETANO, M.R. & WEYLER, G. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no centro-leste do Estado de São Paulo. SBG. An. XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriu, Bol. 2. Resumos p. 365.

GAMERMANN, N. & COULON, F.K. - 1975 - Estudo do diamictito "Pedra Areia" e sua influência na gênese do carvão da Mina do Leão (RS). Pesquisas, p. 167-180. Porto Alegre.

GARCIA, A.J.V. - 1984 - Estratigrafia e paleoambientes deposicionais do carvão no Membro Triunfo-Formação Rio Bonito na região de Reserva (PR). Anaia do XXXIII Congr. Bras. Geol., 3: 1189-1203.

GILREATH, J.A. & STEPHENS, R.W. - 1975 - Interpretation of log responses in a deltaic environment. Am. Assoc. Petrol. Geol. Ma

rine Geology Workshop. 31 pp. Dallas, Texas, USA.

GRAVENOR, C.P. & ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1983 - Patterns of Late Paleozoic glacial sedimentation on the Southeast side of the Paraná Basin, Brazil. Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 43 (1983), p. 1-39.

GUERRA-SOMMER, M.; GARCIA. A.J.V.; EASTWOOD, M.E. & CARNEIRO FILHO - 1981 - a. Contribuição ao estudo da tafoflora da Formação Rio Bonito (Membro Triunfo) na área de Marins, Estado do Paraná. Atas 3º Simp. Reg. Geol., 2 p. 190-200.

GUERRA-SOMMER, M.; RODRIGUES, C.R.O.; DAVID, C.A.S. & OLIVEIRA,L. M. - 1981 - b. Análise do conteúdo paleobotânico dos pelitos fossilíferos (Rio Bonito) da área de Ribeirão Novo (PR). Atas 3º Simp. Reg. Geol., 2 p., 180-189.

HAMILTON, D.S. - 1985 - Deltaic depositional systems,coal distribution and quality, and petroleum potential, Permian Gunnedah Basin, N.S.W., Australia. Sedimentary Geology, v. 45, p. 35-75.

HOLZ, M. & DIAS-FLOR, M.A. - 1984 - Análise estratigráfica da Formação Rio Bonito (P inferior) na área de Cachoeira do Sul- RS. Anais do XXXIII Congr. Bras. Geol., 2: 993-1006.

HORNE, J.C.; FERM, J.C.; CARUCCIO, F.T. & BAGANZ, B.P. - 1978 -Depositional models in coal exploration and mine planning in Apalachian region. AAPG Bull. 62(12): 2379-2411.

HOWELL, D.J. & FERM, J.C. - 1980 - Exploration model for Pennsylvanian upper delta coals, Southwest West Virginia. AAPG Bull 64(6): 938-941.

IGG - 1947 - Carta Geológica do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1: 1.000.000.

IGG - 1963 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto Geológico, mapa geológico na escala 1: 1.000.000.

IGG - 1974 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1: 1.000.000.

IPT - 1981a - Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. SICCT - PROMINÉRIO/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapa geomorfológico na escala 1: 1.000.000.

IPT - 1981b - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. SICCT-PROMINÉRIO/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapa Geológico na escala 1: 500.000.

IPT - 1984 - Mapeamento geológico e estrutural de detalhe da área denominada Mina de Carvão, em Cerquilho-SP, 1a. e 2a. fases. Relatório nº 19.710.

KREBS, A.S.J.; MENEZES, N.R. de & RODRIGUES, T.L. das N. - 1984 - Carvão e relação com os sistemas deposicionais na região de Taió, Santa Catarina. Anais XXXIII Congr. Bras. Geol., 3:1204-1222.

LANDIM, P.M.B. - 1973 - Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. Bol. Esc. Eng. São Carlos, nº 175, Geologia 17, p. 1-98.

LANDIM, P.M.B. & SOARES, P.C. - 1979 - Mapeamento faciológico do Grupo Tubarão. Convênio DAEE-UNESP. Relatório final (inédito).

LEINZ, V. - 1937 - Estudos sobre a glaciação Permo-Carbonífera do sul do Brasil. DNPM/DFPM, Bol. 21.

LEINZ, V. - 1940 - Gênese de carvão no norte do Paraná. DNPM/DFPM, Bol. 42, Parte V, p. 43-66.

LENZ, R. - 1977 - Carvão na Bacia do Paraná. Relatório interno, - Tomo I - Carvão em São Paulo. DNPM/DGM, Brasília, 1977.

LEVEY, R.A. - Depositional model for understanding geometry of Cretaceous coals: major coal seams, Rock Springs Formation, Green River Basin, Wyoming, AAPG Bull. v. 69(9), p. 1359-1380.

LIMA, M.R. DE & SUNDARAM, D. - 1982 - Reavaliação dos dados palinológicos do Neopaleozóico brasileiro. In FAIRCHILD, T. - Paleobotânica e Palinologia na América do Sul, Bol. IG-USP, 13, p. 81-99.

LOCZY, L. de - 1964 - Problemas estratigráficos e paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. DNPM/DGM, Bol. 214.

MARQUES-TOIGO, M. & CORRÊA DA SILVA, Z.C. - 1984 - Paleoecologia dos carvões da Bacia do Paraná. In RÖSLER, O. - Revisão de Tópicos da Geologia e Paleontologia da Bacia do Paraná e seu Embasamento. Anais do XXXIII Congr. Bras. Geol., 2: 1022-1023.

MARQUES-TOIGO, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; DIAS-FABRICIO, M.E.; GARCIA; A.J.V.; EASTWOOD, M.E. & CARNEIRO Fº, L. - 1981a - Interpretação da análise palinológica de camadas de carvão da área de Marins (PR), Paleozóico da Bacia do Paraná-Brasil. Atas do 3º Simp. Reg. Geol., 2: 322-335.

MARQUES-TOIGO, M.; DIAS-FABRICIO, M.E.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; OLIVEIRA, L.M. de & DAVID, C.A.S. - 1981b - Caracterização palinológica de camadas de carvão da área de Ribeirão Novo (PR), Pa-

leozóico da Bacia do Paraná-Brasil, Atas do 3º Simp. Reg. Geol., 2: 310-321.

MASSOLI, M.; SANTORO, J.; ODA, G.H.; AZEVEDO, A.A.B.; TOMINAGA,L. & PETRI, S. - 1986 - Contribuição à Geologia do Município de Cerquilho, S.P. - Trabalho apresentado na Sessão Regular da Acad. Brasil. Ciênc. - IG/SAAESP - São Paulo; 12/08/86 (inédito).

MEDEIROS, R.A. & THOMAZ Fº, A. - 1973 - Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito, Anais do XXVII Congr. Bras. Geol., 3: 3-12.

MENEZES Fº, N.R. de & RODRIGUES, T.L.N. - 1983 - Faciologia e análise ambiental preliminar da Formação Rio Bonito na região da grande Candiota, RS., Brasil: uma proposta de modelo deposicional. Atas do I Simp. Sul-Bras. Geol. : 371-391.

MERRITT, R.D. & McGEE, D.L. - 1986 - Depositional environments and resources potencial of Cretaceous coal-bearing strata at Chingnik and Heredeen Bay, Alaska Peninsula. Sedimentary Geology, v. 49, p. 21-49.

MILLAN, J.H. - 1977 - Sementes platispêrmicas do Eodondwana de Cerquilho, São Paulo (Bacia do Paraná). An. Acad. Brasil. Ciênc., 49(4) p. 581-595.

MILLAN, J.H. - 1987 - Os pisos florísticos do carvão do Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo. Congresso Brasileiro de Paleontologia. Resumos, p. 59.

MILLAN, J.H. & DOLIANITI, E. - 1979 - Esfenófitas do Eogodwana de Cerquilho, São Paulo (Bacia do Paraná). 3- Gênero *Phyllotheca*. Assoc. Latinoamericana Paleobot. e Palinol., Bol. 6 p. 1-4.

MILLAN, J.H. & DOLIANITI, E. - 1980 a - Esfenófitas do Eogodwana de Cerquilho, São Paulo (Bacia do Paraná). Brasil - 2 - Gênero *Stephanophyllites*. gen. nov. Actas II Congr. Argentino Paleont. y Bioestr. y I Congr. Latinoamareicano Paleont., Buenos Aires, 1978.

MILLAN, J.H. & DOLIANITI, E. - 1980 b - Sobre um novo "fertiliger" no Eogondwana de Cerquilho, São Paulo (Bacia do Paraná). Actas II Congr. Argentino Paleont. y Bioestr. y I Congr. Latinoamericano Paleontol., Buenos Aires, 1978, t. IV p. 128-134.

MILLAN, J.H. & DOLIANITI, E. - 1981 - Cordaitales do Eogondwana de Cerquilho, SP. (Bacia do Paraná). An. Acad. Bras. Ciênc.,

51(4) p. 807-815.

MILLAN, J.H. & DOLIANITI, E. - 1982 - Sobre a presença de *Rubidgea* no Eodondwana de Cerquilho, Subgrupo Itararé de São Paulo. In Paleobotânica e Palinologia na América do Sul. Bol. IG/USP, 13 p. 56-65.

MILLAN, J.H.; DOLIANITI, E. & BARCIA E ANDRADE, A. - 1980 - Nota preliminar sobre uma nova tafoflórula na lapa do carvão de Mato Seco, município de Cesário Lange, SP. An. Acad. Brasil. Ciênc., 52(3) p. 555-558.

MILLAN, J.H.; DOLIANITI, E. & BARCIA E ANDRADE, A. - 1982 - Uma nova tafoflórula do Eogondwana de Cerquilho, Subgrupo Itararé de São Paulo. An. Acad. Brasil. Ciênc., 54(2) p. 419-428.

MORAES-REGO, L.F. de - 1934 - A hulha em São Paulo. Inst. Eng. São Paulo, Bol. 20(9) p. 345-352.

MORAES-REGO, L.F. de - 1936 - O systema de Santa Catarina em São Paulo, Ann. Esc. Polytec., São Paulo, p. 327-411.

NAGALI, J.T. & CONSONI, J.O.C. - 1984 - Comportamento faciológico do intervalo que encerra as camadas de carvão na região de Cerquilho, SP. Anais XXXII Congr. Bras. Geol. Rio de Janeiro, v. 2, p. 914-982.

NAKANO, S.; CIANTELLI Jr., C.A. & CABRAL Jr., M. - 1982. Projeto Carvão. Levantamento geológico preliminar da região de Taquarituba-Itaporanga, no sudoeste de São Paulo. IPT. Relatório 17 727. (inédito).

NAKANO, S.; MOTTA, J.F.M. & CABRAL Jr., M. - 1984 - Projeto Carvão Buri - detalhamento das ocorrências. Rel. IPT 20.549 (4 vol.) (inédito).

NORTHFLEET; A.A.; MEDEIROS, R.A. & MULHMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Tecn. Petrobrás, v. 12, p. 291-346.

OLIVEIRA, E.P. de - 1918 - Regiões carboníferas dos estados do sul. Avulso do S.G.M.B. pp. 108 - Rio de Janeiro.

PERINOTTO, J.A.J. - 1985 a - A Formação Tatui. Exame de Qualificação IG/USP (inédito).

PERINOTTO, J.A.J. - 1985 b - Vegetais fósseis associados ao registro da glaciação Neopaleozóica do Gondwana. Exame de Qualificação IG/USP. (inédito).

PERINOTTO, J.A.J. & RÖSLER, O. - 1987 - Raízes fósseis na lapa do

carvão de bairro Aliança (Cerquilho-SP) e Mato Seco (Cesário Lange - SP). Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, 1987 (no prelo).

PERINOTTO, J.A.J.; SOUZA Fº, E.E. & WU, F.T. - 1985 - Descrição de testemunhos, poços e seções; análise paleogeográfica, geologia estrutural e cálculo de reservas da jazida de carvão da área do Bairro Aliança, Cerquilho (SP). Convênio CESP-UNESP, Projeto Carvão de Cerquilho. Relatório (inédito).

PETRI, S. - 1964 - Grupo Tubarão. In Geologia do Estado de São Paulo. Inst. Geogr. Geol., Bol. 41, p. 56-63.

PICCOLI, A.E.M.; HOLZ, M.; SARTURI, J.A.D.; MUNARO, P. & GRANITOFF, W. - 1984 - Evolução paleogeográfica da bacia carbonífera de Charqueadas - Santa Rita, RS, Brasil. Anais XXXIII Congr. Bras. Geol., 2: 983-992.

PINTO, E.A. - 1940 - Carvão de Pedra: nota preliminar sobre a jazida da fazenda Mato Seco, Município de Tatui: São Paulo. Com. Geogr. Geol. Bol. 127, p. 257-263.

POPP, J.H. - 1984 - Fácies, ambientes e carvões na Formação Rio Bonito no sul do Estado do Paraná: uma análise estratigráfica. Rev. Bras. Geoc., 13(1) : 27-36.

PUTZER, H. - 1952 - Camadas de Carvão Mineral e seu comportamento no Sul de Santa Catarina. DNPM/DFPM, Bol. 91.

RICHTER, M.; PICCOLI, A.E.M. & LIMA, M.C.F.S. - 1985 - Variação morfológica de restos de paleoniscídeos (Pisces) no Permiano da Bacia do Paraná. Coletânea de Trab. Paleontol. Série Geologia (27) - Seção Paleont. e Estrat. (2), Brasília, p. 111-122.

ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1967 - The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: J.J. Bigarella, R.D. Becker e I.D. Pinto (Eds). Problems in Brazilian Gondwana Geology, p. 27-109.

ROCHA-CAMPOS, A.C. & RÖSLER, O. - 1978 - Late Paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin. Southeastern Brazil. USP, Bol. I.G. São Paulo, v. 9, p. 1-16.

ROCHA-CAMPOS, A.C.; SANTOS, P.R. dos & CANUTO, J.R. - 1986 - Glaciotectonic structures in the upper Itararé Subgroup (Late Paleozoic) near Cerquilho, State of São Paulo, Brazil. XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia-GO., Bol. Res. p. 57-58.

ROCHA-CAMPOS, A.C.; SUGUIO, K.; SANTOS, P.R.; CANUTO, J.R.; SOUZA, A.P. & SUNDARAM, D. - 1981 - Mapa fotogeológico controlado da região de Cerquilho-Tietê. Projeto Carvão. Subgrupo Itararé. SICCT/Inst. Geoc. - USP (inédito).

RÖSLER, O. - 1976 a - Palaeofloristic considerations based on the Upper Palaeozoic Taphofloras of the Paraná Basin (Brazil) in relation to palaeogeographic studies. Cour. Fosch. Inst. Senckenberg, 17, p. 89.

RÖSLER, O. - 1976 b - Novas idéias sobre a evolução paleoflorística e paleoclimática no Eogondwana brasileiro. 1er Congr. Geol. Chileno, III, p. 183 - 194.

RÖSLER, O. - 1978 - The Brazilian Eogondwanic floral succession. In. Advances in Palaeobotany and Allied Sciences in Brazil. Bol. IG/USP, 9, p. 85 - 91.

RYER, T.A. - 1981 - Deltaic of Ferron Sandstone Member of Mancos Shale: predective model for Cretaceous Coal bearing strata of Western interior. AAPG Bull. 65 (11): 2323-2340.

SAAD, A.R. - 1977 - Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, USP (Dissertação de Mestrado), inédita.

SANTOS, P.R. - 1979 - Distribuição estratigráfica, características, e fácies de diamictitos e rochas associadas do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, USP (Dissertação de Mestrado), inédita.

SANTOS, A.P.; SANTOS, M.E.C.M. & NAHASS, S. - 1978 - Pesquisa de carvão no Rio Grande do Sul-resultados e perspectivas. Anais XXX Congr. Bras. Geol., (6): 2813-2827.

SCHNEIDER, R.L.; MULMANN, H.; TOMMAZI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. SBG. An. XXVIII Congr. Bras. Geol. Porto Alegre, v. 1. p. 41-66.

SCOTT, A.C. - 1984 - Studies on the sedimentology, palaeontology and palaeoecology of the middle coal measures (Westphalian B., Upper Carboniferous) at Swillington, Yorkshire. Part 1. Introduction. Trans. Leeds. Geol. Ass., v. 10(1), p. 1-16.

SELLEY, R.C. - 1978 - Ancient sedimentary environments. 2nd Edition, Chapman and Hall, London, 287 pp.

SHIN, E.A. - 1968 - Practical significance of birdseyes structures

in carbonatic rocks. Jour. Sed. Petrol., 38(1) p. 215-223.

SOARES, P.C. - 1972 - O limite glacial pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., v. 44 (supl.), p. 333-341.

SOARES, P.C. & CAVA, L.T. - 1982 - Faciologia e potencial carbonífero da Formação Rio Bonito no norte do Estado do Paraná. Anais XXXII Congr. Bras. Geol., (3): 1120-1128.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. - 1973 - Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. SBG, An. XXVII Congr. Bras. Geol. Aracaju, v. 1, p. 243-256.

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. & CASTRO, P.R.M. - 1973 - Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. SBG. XXVII Congr. Bras. Geol., Aracaju, v. 7, p. 209-228.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, F.T. & FIORI, A.P. - 1977 - Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. Rev. Bras. Geoc. v. 7, nº 2, p. 131-149.

SOUZA Fº, E.E. - 1985 .Critérios de mapeamento utilizados para o Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo. Exame de Qualificação. IG/USP (inédito).

SOUZA Fº, E.E. - 1986 - Mapeamento faciológico do Subgrupo Itararé na quadrícula de Campinas (SP). São Paulo. Instituto de Geociências/USP, (Dissertação-Mestrado), inédita.

SOUZA Fº, E.E. & STEVAUX, J.C. - 1986 - Estudo hidrogeológico do Grupo Tubarão na bacia hidrográfica do Rio Capivari. Geologia e Estratigrafia. FAPESP - Relatório Complementar (inédito).

SOUZA Fº, E.E.; STEVAUX, J.C. & PERINOTTO, J.A.J. - 1986 - Controle estratigráfico da camada de carvão da jazida de Bairro Aliança, Cerquilho-SP. XXXIV Congr. Bras. Geol., Goiânia - GO., Bol. Resumos, p. 57.

STEVAUX, J.C.; BATISTA, J.J.; LANDIM, P.M.B.; PERINOTTO, J.A.J.; SOUZA Fº, E.E. & WU, F.T. - 1984 - Descrição de testemunhos, análise paleogeográfica e cálculo de reserva da ocorrência de carvão de Bairro Aliança, Cerquilho (SP) Convênio CESP-UNESP. Projeto Carvão de Cerquilho - Relatório (inédito).

STEVAUX, J.C.; SOUZA Fº, E.E.; PERINOTTO, J.A.J. & WU, F.T.- 1985- Descrição de testemunhos e análise paleogeográfica da ocorrên-

cia de carvão de Bairro Aliança, Cerquilho (SP). SBG/SP. Atas 5º Simp. Reg. Geol. v. 1, p. 221-234.

TRINDADE, N.M. - 1961 - Pesquisas bibliográficas sobre as minas de carvão do Gondwana inferior do sul do Brasil. DNPM/DGM Bol. 208, p. 7-12.

VIEIRA, A.J. - 1973 - Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. SBG. An. XXVII Congr. Bras. Geol. v. 3, p. 259-278.

WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum geology of the State of São Paulo. Com. Geogr. Geol., São Paulo. Bol. nº 22, p. 272.

WHITE, I.C. - 1908 - Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra no Brasil, Parte I, 1 - 201.

WU, F.T.; SOARES, P.C. & MATTOS, J.T. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no sudeste do Estado de São Paulo. SBG, An. XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriu, Resumos, p. 364.

ANEXO I

Exemplos de Descrições de Testemunhos de Sondagens Rotativas (SR)

SR-15	Área Aliança-Taquaral
SR-38	Área Aliança-Taquaral
SR-6-M	Área de Mato Seco

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-15		42,56 a 52,63		01

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	Bairro Aliança	Alexandre/Edvard	04/04

LEGENDA:

base erosiva	micro falha	gradação normal	Estrat. cruzada
bioturbação	convoluta	Estrat. plano paralela	plano paralela irregular
	maciça	Fluidização	laminação interrompida

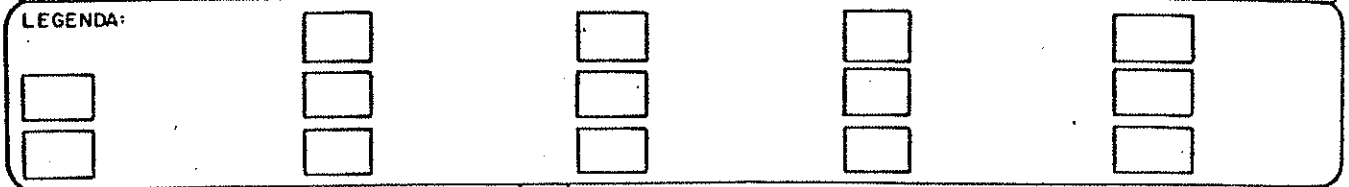
CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	42,56					NÃO RECUPERADO
	42,83					Ciclos cm de arenito médio podendo chegar a arenito muito fino c/ lam. de argila, cinza claro. Nod. de sulfeto. Nod. de carbonato e níveis de cim. carbonático no arenito med. Filmes e frag. de mat.org. Nos últimos 20 cm arenito gr., c/ lentes mgr. e frag. de carvão e nod. de pirita. Estrat. paralela plano-paralela e microcruzadas. Níveis c/ bioturbação e perturbações por micro-falha.
	45,23					lamito cinza finamente intercalado c/ arenito fino branco lentes carb., nód. de sulfeto. Intercalação c/ arenito med. base erosiva, carbonático.
	45,73					semelhante à anterior c/ aumento da granulometria dos corpos arenosos c/ base erosiva. Nod. de sulfeto (1 deles c/ vários cm). Maior intensidade de perturbação não se reconhecendo as estruturas deposicionais. Micro-falha e convolutas com intensidade.
	46,93					Arenito fino, pouca matriz, creme com interc. irregulares de lâminas de lamito cinza; corpos lentiformes de carbonato que aumentam para o topo e frag. de mat. org. bases erosivas das areias. Estrat. plano-paralela e cruzada perturbada por convolutas e micro-falhas e por prováveis bioturbações em níveis localizados.
	48,09					Alternância de arenito fino e lamito intensamente bioturbado c/ interc. de arenito semelhante ant. c/cerca de 5 cm. Mosqueamento (bioturb.), convolutas e micro-falhas.
	49,09					Arenito fino a med., pouca matriz, cinza claro em camadas decimétricas intercaladas c/ camadas cm de arenito e carbonato em finas lentes. Maciça e bioturbada.
	49,63					Arenito conglo./med. limpo c/ interc. de lâm. de argila, e interc/ de cgl fino e areia gr. marcando superfícies erosivas cor cinza e abundante cimento calcífero. Plano paralela irregular e interrompida. Intercalações de cgl são em forma de lentes.
	50,18					Conglomerado polimítico c/ seixos cm, matriz de arenito med. e/ ou silte, gradando para arenito cgl cinza claro limpo c/ intercalações de lamito no topo, abundante cimento calcífero por todo o conjunto à exceção das interc. de siltito. A matriz siltica do congl. está brechada e preench. por carbonato. Lam. plano-paralela irregular evidente para o topo e lam. convoluta nas interc. c/siltito.
	50,83					Lamito ligeiramente conglomerático cinza escuro c/seixos mm e manchas irreg. de carbonato cinza claro; vegetais dispersos.
	52,63					Maciço

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-15		42,56 - 32,43		02

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	Bairro Aliança		04/04

LEGENDA:



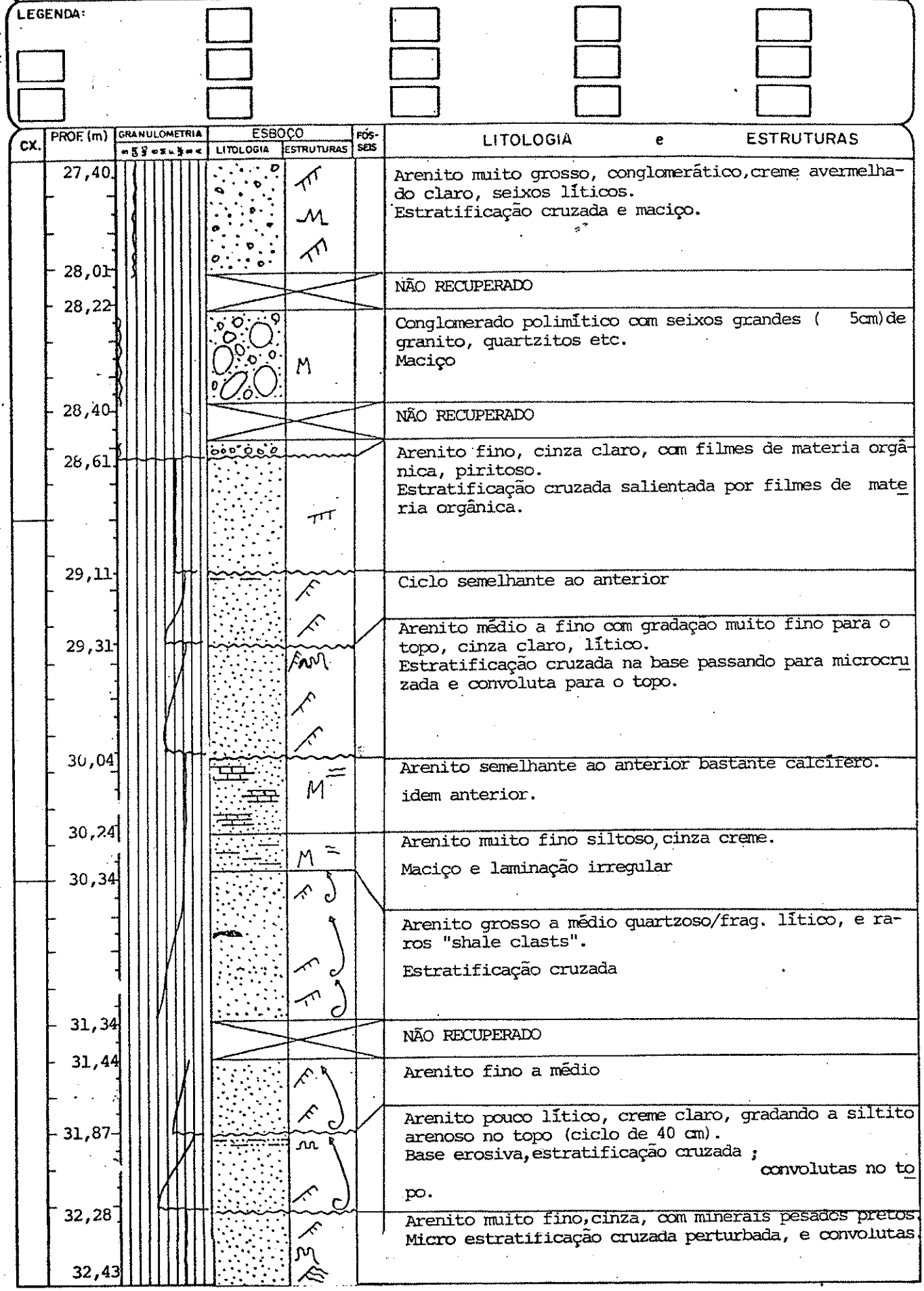
CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	32,43					Arenito muito fino, cinza claro, com minerais pesados na estratificação, micro laminação cruzada, micro "festoon", pouco perturbada, em parte maciço, convolutas.
	33,11					Arenito grosso a médio, cinza claro, ligeiramente lítico, com intercalaçoes centimetricas de arenito muito fino/silte. Estratificação cruzada, maciço, laminação plano-paralela.
	34,94					Arenito semelhante ao intervalo 37,75-38,90 c/ ciclos cm de arenito fino a muito fino c/ filmes de arg. no topo. laminação cruzada e micro-cruzada.
	37,55					Interc. de arenito muito fino e siltito cinza claro. Nas finas interc. de arenito muito fino e silteto, intensa bioturbação.
	37,75					Passagem gradativa para arenito fino, limpo, cinza claro c/ nod. de carbonato e sulfeto, filmes de lam. cinza escuro. Estrat. microcruzada.
	38,90					idem ao int. ant. voltando os ciclos de G.N. de arenito gr. a muito fino cinza claro, nod. de carbonato e sulfeto. idem ant., c/ interrup. da lam. para o topo por fluifização. Nas partes+finas, bioturb.
	39,66					vários ciclos de G.N. tendo à base (erosiva) um arenito muito gr. e/ou congl. polimítico chegando a arenito muito fino cinza claro. nod. de sulfeto. Nenhuma matriz no intervalo. Os ciclos finais de G.N. diminuem de porte. Lam. cruzada. G.N. = gradação normal
	42,06					Arenito fino c/ interc. de siltito lam. semelhante à base. Arenito fino c/ interc. irreg. de lam. cinza, nód. de carbonato. lam. micro-cruzadas e plano-paralela perturbadas por micro-falhas. Arenito fino, creme, interc. fina/c/ siltito lam., cinza intensamente bioturbado
	42,56					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-15		32,43-27,40		03

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA

LEGENDA:



LITOLOGIA e ESTRUTURAS

Arenito muito grosso, conglomerático, creme avermelhado claro, seixos líticos.
Estratificação cruzada e maciço.

NÃO RECUPERADO

Conglomerado polimítico com seixos grandes (5cm) de granito, quartzitos etc.
Maciço

NÃO RECUPERADO

Arenito fino, cinza claro, com filmes de materia orgânica, piritoso.
Estratificação cruzada salientada por filmes de materia orgânica.

Ciclo semelhante ao anterior

Arenito médio a fino com gradação muito fino para o topo, cinza claro, lítico.
Estratificação cruzada na base passando para microcruzada e convoluta para o topo.

Arenito semelhante ao anterior bastante calcífero.
idem anterior.

Arenito muito fino siltoso, cinza creme.
Maciço e laminação irregular

Arenito grosso a médio quartzoso/frag. lítico, e raros "shale clasts".
Estratificação cruzada

NÃO RECUPERADO

Arenito fino a médio

Arenito pouco lítico, creme claro, gradando a siltito arenoso no topo (ciclo de 40 cm).
Base erosiva, estratificação cruzada ; convolutas no topo.

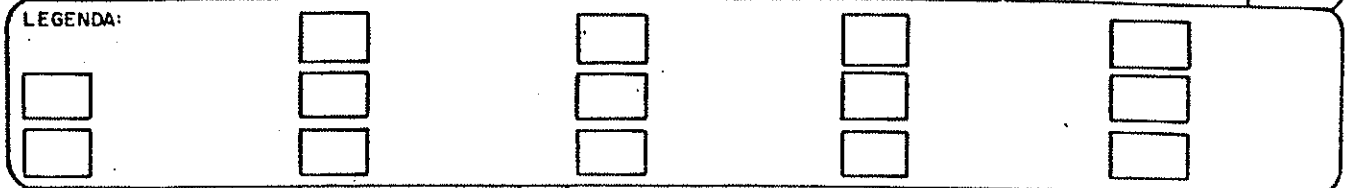
Arenito muito fino, cinza, com minerais pesados pretos.
Micro estratificação cruzada perturbada, e convolutas.

Unesp, "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-15		27,40-16,29		04

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA

LEGENDA:



CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	16,29 – 18,06					Siltito cinza esverdeado localmente com filmes de areia. laminação plano paralela irregular, feições de fluidização (?), maciço.
	18,06 – 23,12					Intercalações de lamito cinza esverdeado a cinza escuro/médio, com arenito muito fino, lamítico, calcífero nas fraturas horizontais. Estratificação plano-paralela. As camadas são de 2 cm em média.
	23,12 – 23,74					Arenito grosseiro conglomerático, creme, passando para arenito fino lamítico cinza/creme amarelado. Maciço a incipientemente estratificado (cruzada ?)
	23,74 – 23,97					Arenito fino creme claro c/ tons esverdeados, com filmes de minerais pesados. Micro "festoon" e microcuzadas.
	23,97 – 24,38					NÃO RECUPERADO
	24,38 – 25,96					Ciclos decimétricos de arenito médio a muito fino, de coloração creme avermelhada e tons esverdeados. grad.normal , microcruzada; deformados. Contato basal do ciclo é sempre erosivo.
	25,96 – 26,34					Arenito médio a fino, avermelhado, com intercalações de níveis de material mais grosseiro (como anterior) Micro estratificação cruzada, e laminação plano-paralela.
	26,34 – 26,80					Conglomerado arenoso, com seixos polimíticos, no topo arenito médio a fino, avermelhado. Estratificação cruzada.
	26,80 – 26,97					Arenito como o anterior afinando um pouco para o topo. Estratificação cruzada com variação granulométrica nas lâminas.
	26,97 – 27,40					NÃO RECUPERADO

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-15		16,29-0,00		05

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA

LEGENDA:

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	0,00					
	8,03					NÃO RECUPERADO
	9,33			M? M?		Arenito fino/muito fino, lamítico, rosa avermelhado. Maciço, bastante destruído por intemperismo.
	12,93					NÃO RECUPERADO
	15,81			M F? M		Siltito cinza esverdeado localmente com filmes de areia. Laminação plano-paralela irregular, feições de fluidização (?), perturbadas (?), maciço.
	16,29					NÃO RECUPERADO

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR - 38		25,13 - 19,51		01

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	Bairro Aliança.	Alexandre	12/02

LEGENDA:

- M — Maciço
- Laminação incipiente
- Estratificação cruzada
- Mircro cruzada
- Micro-falha
- gradação normal G.N.

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	19,51					Semelhante ao anterior.
	20,21					Não Recuperado.
	20,17					Arenito médio, lamítico, ferruginoso, com manchas de siltito, estratificação cruzada, cinza a cinza amarronzado, na porção inferior Arenito fino a muito fino, lamítico, alterado ou com siltito cinza escuro. Micro-laminações cruzadas e laminações perturbadas, dobradas e micro-falhas.
	20,87			M		Siltito cinza escuro com manchas de siltito cinza esverdeado, piritoso, carbonoso. Maciço a laminação incipiente.
	21,84			M		Semelhante ao anterior.
	22,33					Não Recuperado.
	22,43			M		Arenito muito grosseiro a grosseiro, lamítico, ligeiramente conglomerático, carbonoso, piritoso, levemente calcífero. Seixos centimétricos de arenito fino e rochas cristalinas. Contêm filmes de carvão. Seixos ligeiramente orientados. ARENITO CAPA
	23,65					Siltito arenoso carbonoso (retirado).
	23,70					Carvão (retirado).
	24,15					Siltito carbonoso (retirado).
	24,21			M		Siltito cinza, micáceo, piritoso, com material orgânico e manchas e carvão. Maciço. Ligeiramente calcífero.
	25,13					

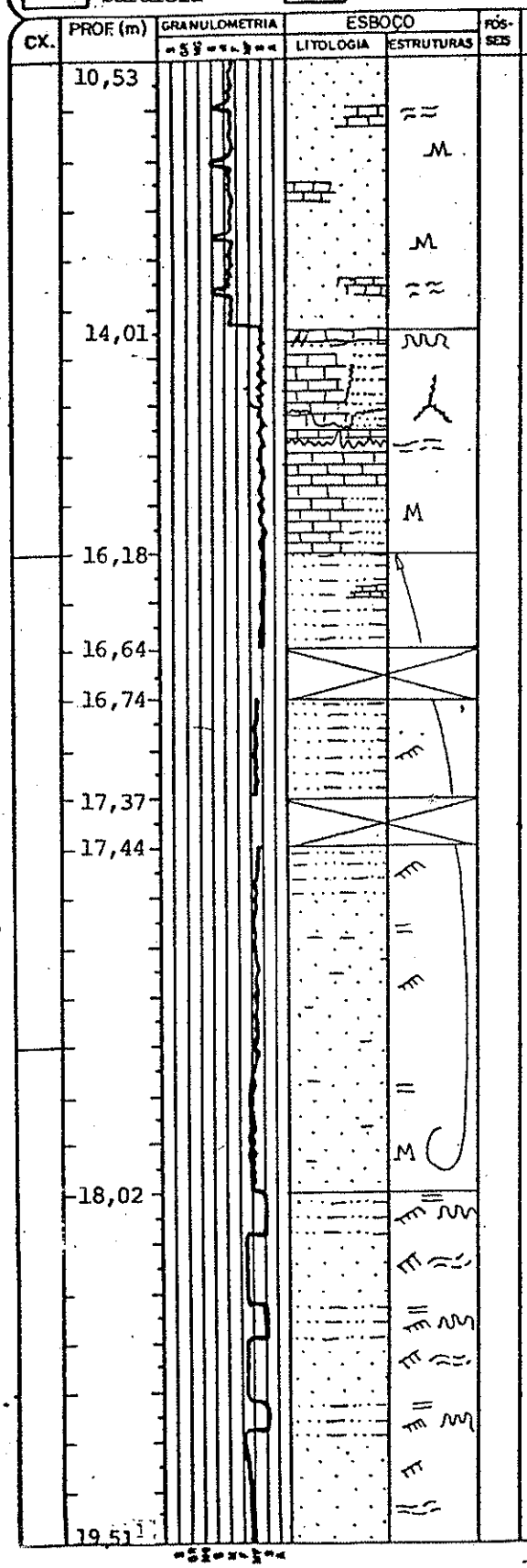
Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR - 38		19,51 - 10,53		02

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA

LEGENDA:

- Estrutura estilolítica.
- Dobras Convolutas
- Lam. plano - paralela



LITOLOGIA e ESTRUTURAS
Arenito médio a fino, calcífero, ferruginoso na porção inferior, com alguns níveis de arenito grosseiro calcífero. Cinza amarronzado na parte inferior e cinza esverdeado na parte superior. Maciço a laminações incipientes.
Siltito cinza escuro, carbonoso, calcífero, intercalado com calcário cinza escuro. Maciço, laminações incipiente, estrutura estilolítica. No topo, camadas perturbadas.
Idem intervalo anterior.
Não Recuperado.
Idem intervalo anterior.
Não Recuperado.
Arenito muito fino, lamítico, com siltito cinza escuro, piritoso na porção inferior. Siltito arenoso com siltito cinza escuro na porção média, piritoso. Siltito cinza escuro, piritoso na parte superior, ligeiramente calcífero. Maciço, laminações plano paralelas, micro-laminação cruzada, laminações dobradas.
Arenito fino, cinza amarronzado a arenito muito fino cinza amarronzado, lamítico, intercalado com siltito cinza escuro piritoso. Camadas cíclicas decimétricas. Laminação incipiente e estratificação cruzada no corpo arenoso. Laminação plano-paralela, microlaminação cruzada, camadas dobradas (convolutas).

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR - 38		10,53 - 0,00		03

FORMAÇÃO	BACIA	GEOLOGO	DATA

LEGENDA:

M - Maciço

Laminação incipiente

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	0,00					
						Não Recuperado.
	6,44					
						Não Recuperado.
	6,60					
						Idem anterior.
	7,49					
						Não Recuperado.
	7,57					
						Idem anterior.
	8,56					
						Não Recuperado.
	8,74					
				M		Siltito marrom intercalado com siltito cinza esverdeado. Calcífero na porção inferior. Maciço a laminação incipiente.
				M		
	10,53					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-6M		75,73 - 65,56		1

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	M.Seco	Alexandre	

LEGENDA:

- estr.plano-paralela
- estr.cruz.
- maciço
- bioturbação
- F
- "drape"
- laminação ondulada
- gradação normal G.N.
- fósseis vegetais

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	65,56					Até 65,56 - Arenito médio, por vezes grosseiro, limpo, com níveis conglomeráticos e níveis de arenito fino com x marcada por argila e matéria orgânica (Sigmóide?). Fragmentos e níveis de carvão. Nódulos de sulfeto.
	67,075					Até 67,075 - Carvão Piritoso (retirado)
	67,45					Até 67,45 - Carvão siltoso (retirado)
	67,50					Até 67,50 - Siltito carbonoso (retirado)
	67,53					Até 67,53 - Siltito arenoso cinza médio a cinza escuro, pintalgado de branco, com restos vegetais, maciço por bioturbação. (há restos de laminação plano paralela).
	68,90					Até 68,90 - Siltito arenoso, cinza esverdeado, maciço, localmente laminação plano paralela irregular, bioturbado e ondulado, intercamado decimétricamente com arenito muito fino, limpo, branco esverdeado, microcruzado por migração de onda. Nódulos de sulfeto.
	70,00					
	71,13					Arenito médio na base a muito fino no topo, limpo, com intercalação de argila cinza-esverdeada. Até 71,13 - Arenito muito fino com drapes e intercalação de siltito parcialmente fluidizado.
	72,00					Até 72,00 - Arenito fino a muito fino com "drapes" em intervalo sub centimétrico.
	72,50					Até 72,50 - Arenito médio por x grosso, alternado subcentimétricamente com drapes de argila. Estratificação plano paralela e ondulada inclinada. Alguns seixos podem chegar a 1cm.
	73,90					Arenito médio. Ciclos decimétricos com conglomerado na base e areia média com estratificação x no topo. Seixos líticos e de lamito até cm.
	75,73					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-6-M		65,56-55,55		2

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	M. Seco		

LEGENDA:

"Flaser"

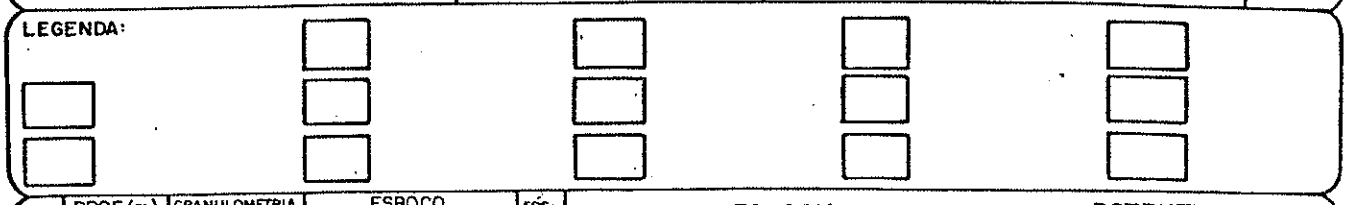
CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO LITOLOGIA	ESBOÇO ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	55,55					Não recuperado.
	57,81					Volta arenito muito fino com cruzada por migração de onda.
	58,30					Até 58,30 - Siltito
	58,40					Até 58,40 - Arenito muito fino com x por migração de ondas.
	59,20					Arenito fino plano paralelo.
	59,40					Até 59,40 - Arenito médio, estratificação ondulada cicios centimétricos de G.N. para arenito muito fino e siltito arenoso, com estratificação ondulada, cruzada por migração de onda e maciça no topo. Cimento carbonático e nódulos de sulfeto e restos vegetais
	60,59					Até 60,59 - Arenito muito fino, estratificação plano paralela e x por migração de onda com "drapes" de argila.
	60,87					Até 60,87 - Brecha calcária, com fragmentos e níveis de lamito. Rica em restos vegetais. Estrutura ondulada e "flaser". Base erosiva.
	61,40					Até 61,40 - Siltito cinza, pintalgado de branco, maciço na base. Laminação ondulada e "drapes" de argila cinza escura. Níveis arenosos. Parcialmente fluidizado no topo.
	63,70					Até 63,70 - Arenito fino, passando a fino a muito fino para o topo. Laminação plano paralela ondulada, com "drapes" de argila e matéria orgânica. Na base, ondulada e x por migração de onda para o topo. Grada para o siltito acima.
	65,56					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-6-M		55,55-36,10		3

FORMAÇÃO	BACIA	GEOLOGO	DATA
	M. SECO		

LEGENDA:



CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	36,10					Até 36,10 - Siltito maciço, castanho, pintalgado de branco. Nível de calcário em 46,40m e outro em 38,0m. Ocasionalmente cimento carbonático e nódulos carbonáticos.
	46,50					Não Recuperado.
	46,65					Até 46,65 - Siltito maciço, castanho, pintalgado de branco.
	42,45					Até 42,45 - Calcário maciço com "bird eyes"
	43,25					Até 43,25 - Siltito com nódulos e corpos irregulares de calcário com "bird eyes" na base Maciço, castanho, pintalgado de branco.
	47,36					Até 47,36 - Marga, intercalada por siltito, cor verde e castanha, pintalgada de branco.
	49,37					Até 49,37 - Siltito acastanhado, pintalgado de branco, bioturbado na base, maciço no topo, com intercalações de corpos irregulares de calcário com "bird eyes".
	50,50					Até 50,50 - Siltito verde ou acastanhado, maciço, pintalgado de branco, com cimento carbonático ocasional.
	52,00					Calcário siltoso (marga), com intercalações de siltito verde pintalgado de branco. Maciço. alguns locais, laminação irregular, corpos irregulares de "bird eyes". Pode ter coloração vermelha.
	55,00					Fragmentos de testemunho com arenito fino a médio em matriz siltica carbonática. Maciço. Passa a siltito com grãos de areia suportados pela matriz, maciça e siltito pintalgado de branco, maciço.
	55,55					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-6-M		36,10-15,60		4

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	M. SECO		

LEGENDA:

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	15,60					Arenito fino a muito fino, micáceo, alterado.
	16,00					Siltito verde esbranquiçado, alterado, maciço.
	18,37					Não recuperado.
	19,87					Siltito verde claro, alterado, manchado de branco, com níveis argilosos, avermelhados, ocasionais.
	22,52					Não recuperado.
	23,00					Até 23,00 - Siltito verde maciço, alterado.
	23,85					Até 23,85 - Fragmentos de siltito argiloso, esverdeado.
	24,34					Não recuperado.
	25,89					Até 25,89 - Siltito verde claro, manchado de branco, parcialmente bioturbado, ligeiramente argiloso na parte média.
	27,06					Até 27,06 - Siltito ligeiramente arenoso, verde claro, manchado de branco, maciço. No topo, siltito argiloso.
	28,60					Até 28,60 - 10cm de argila amarela com níveis pretos (calcário alterado). Siltito verde, maciço, parcialmente bioturbado com nódulos de carbonato lixiviado. Topo bastante alterado (provável calcário alterado) e no restante, semi-alterado.
	30,89					Não recuperado.
	31,49					Até 31,49 - Siltito verde, maciço, localmente bioturbado, com intercalações de calcário em lentes dm (35,8m e 32,0m) e nódulos de calcário subcentimétricos (obs:- + fino que o siltito abaixo e não é pintalgado).
	36,10					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I. G. C. E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
SR-6-M		15,60-0,00		5

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	M. SECO		

LEGENDA:

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	0,00					Não recuperado.
	7,63			M		Siltito argiloso na base e arenoso no topo, micáceo, maciço, branco avermelhado e vermelho, alterado.
	10,15					Não recuperado.
	10,95			M		Siltito argiloso maciço, branco avermelhado, bastante alterado.
	11,55					Não recuperado.
	12,30			M		Siltito argiloso, cinza esbranquiçado, maciço, alterado, localmente micáceo.
	14,15					Não recuperado.
	14,82			M		Siltito verde esbranquiçado, maciço, argiloso.
	15,60					

ANEXO II

Exemplos de Descrições de Poços Rasos (PPC)

PPC-51	Área Aliança-Taquaral
PPC-56	Área Aliança-Taquaral

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
PPC - 51		5,60 - 1,70		01

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	Bairro Aliança	Edvard/Alexandre	15/01

LEGENDA:

- Lenticular
- Estr. cruzada
- maciço
- Plano-paralela

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	1,70					Arenito fino a médio com pouca matriz. Nível argiloso/siltito verde de 1cm. Estratificação cruzada de até 10cm.
	1,90					Base erosiva com fragmentos de siltito de até 5cm. Arenito semelhante ao descrito acima.
	2,20					Siltito/arenito muito fino, cinza/creme. Plano-paralela incipiente.
	3,00					Siltito argiloso cinza claro alterando para ocre.
	3,90			M		Arenito fino a siltito;seixos de lamito-
	4,20					ARENITO CAPA - Idem abaixo
	4,70					ARENITO CAPA - Idem abaixo.
	4,90					"CAPA" - Lamítico na base e arenoso mais para o topo, cuja cor preta diminui para o topo. Estratificação incipiente dada pelos fragmentos.
	5,05					55cm de carvão. No topo, siltito carbonoso que passa para o "capa" acima de 55cm. Maciço na base e laminado para o topo,
	5,60			M		

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
PPC - 51		1,70 - 0,00		02

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA

LEGENDA:

Marcas onduladas

Micro-cruzada

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	0,00					Alteração do mesmo material anterior.
	0,50					Intercalações semelhantes à anterior com os corpos arenosos passando para silto-arenosos que predominam sobre o argilito/siltito. Micro-cruzadas acompanhando a lenticularidade
	1,10					Intercalações de corpos lenticulares de arenito e argilito/siltito verde, onduladas(2cm) com "ripples drifts" (micro-cruzadas)
	1,70					

Unesp "Campus de Rio Claro" — I.G.C.E. — Deptº de Geologia Geral e Aplicada

POÇO	TESTEMUNHO	INTERVALO (m)	RECUPERAÇÃO	FOLHA
PPC - 56		6,60 - 0,00		01

FORMAÇÃO	BACIA	GEÓLOGO	DATA
	B.Aliança	Alexandre	

LEGENDA:

- Restos vegetais
- gradação normal
- Maciço
- Estr. cruzada
- lenticular

CX.	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	ESBOÇO: LITOLOGIA	ESBOÇO: ESTRUTURAS	FÓSSEIS	LITOLOGIA e ESTRUTURAS
	0,00					Colúvio.
	0,70					Predomínio do arenito fino a médio.
	1,35					Alternância de arenito fino a médio com arenito fino a siltito (cinza claro). O arenito fino a médio apresenta estratificação cruzada. O arenito muito fino a siltito apresenta-se em camadas com espessamento e adelgaçamento. Rompido.
	1,90					Arenito muito fino, micro cruzada ainda visível, migração de onda.
	2,40					Arenito fino, estratificação cruzada bimodal bem definida, base erosiva - micro-diápiros.
	2,90					Siltito lamítico, apresentando-se como lentes.
	3,40					Arenito lamítico, bem estruturado, coloração cinza claro. Na base forma porções acanaladas com o arenito muito fino. Estratificação micro-cruzada de difícil identificação. Gradação normal decimétrica.
	4,10					Arenito muito fino, pouca matriz, coloração branca. Maciço.
	4,60					ARENITO CAPA - arenito conglomerático, lamítico, carbonoso. No topo, arenito fino lamítico.
	5,95					Carvão com porções de siltito laminado. Restos vegetais.
	6,50					Siltito escuro carbonoso (?).
	6,60					

ANEXO III

Seções de Superfície

— LEGENDA —

LITOLOGIA

- Calcário
- Lamito com seixo
- Lamito
- Siltito
- Arenito muito fino/fino
- Arenito médio/grosseiro
- Arenito conglomerático
- Clasto de argilito
- Carvão/carbonoso

GEOMETRIA

- Acanalado
- Sigmoidal
- Lenticular
- Interlaminado

CONTATOS

- Gradacional
- Abrupto
- Superfície de erosão

FÓSSEIS

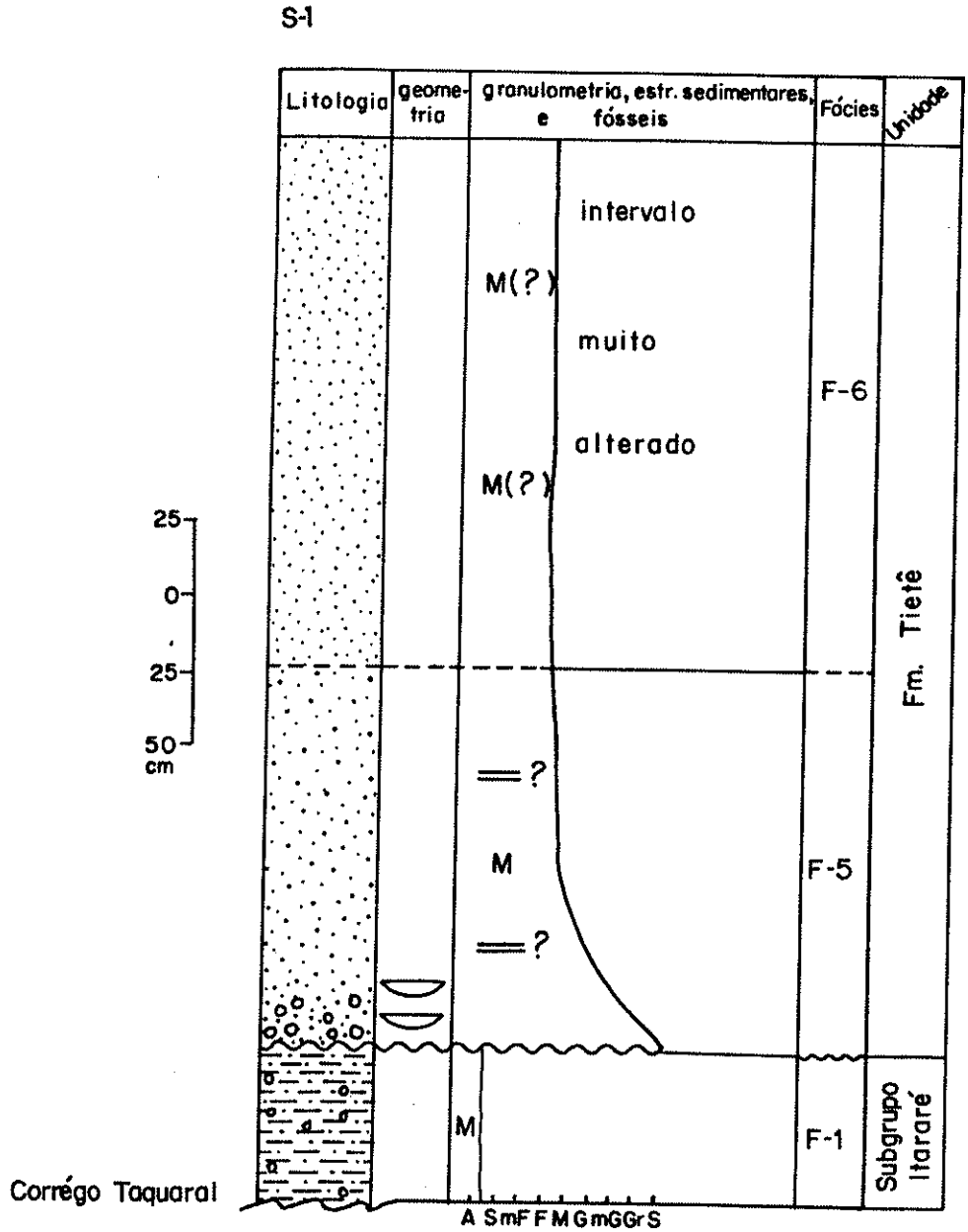
- Folha, caule, semente
- Raíz

ESTRUTURAS

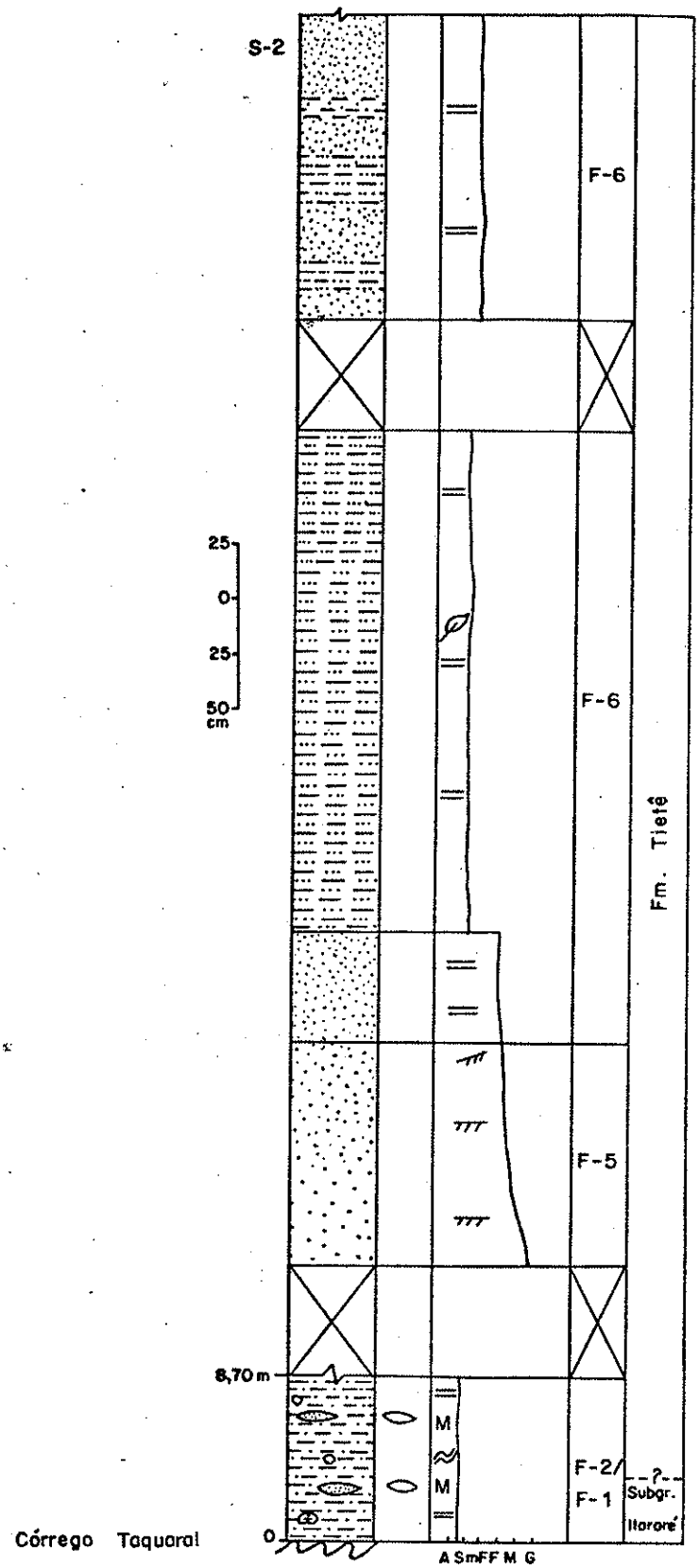
- M — Maciço
- Laminação plano-paralela
- Marca ondulada
- Marca ondulada migrante
- Estratificação cruzada
- Laminação cruzada
- Laminação interrompida

GRANULOMETRIA

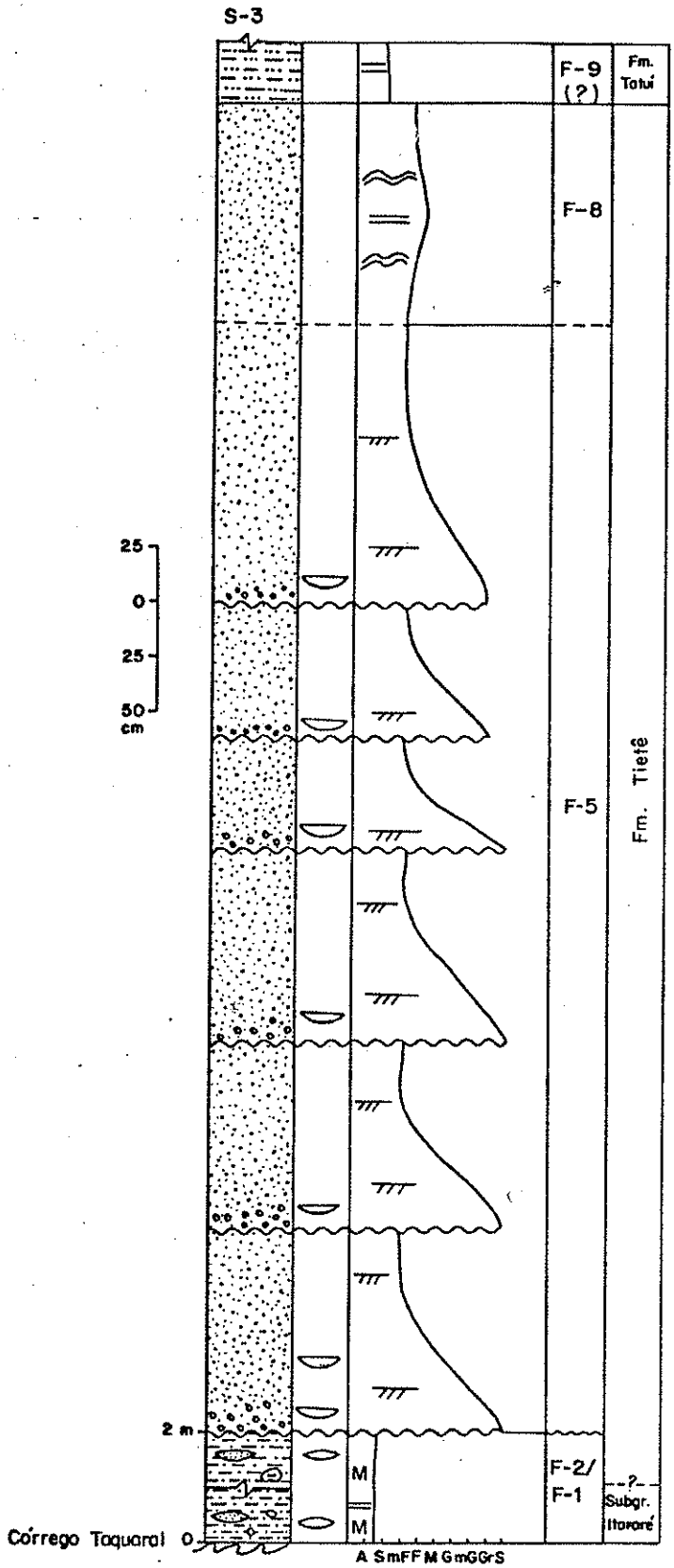
- A — Argila
- S — Silte
- mF — Areia muito fina
- F — Areia fina
- M — Areia média
- G — Areia grosseira
- mG — Areia muito grosseira
- Gr — Grânulo
- S — Seixo



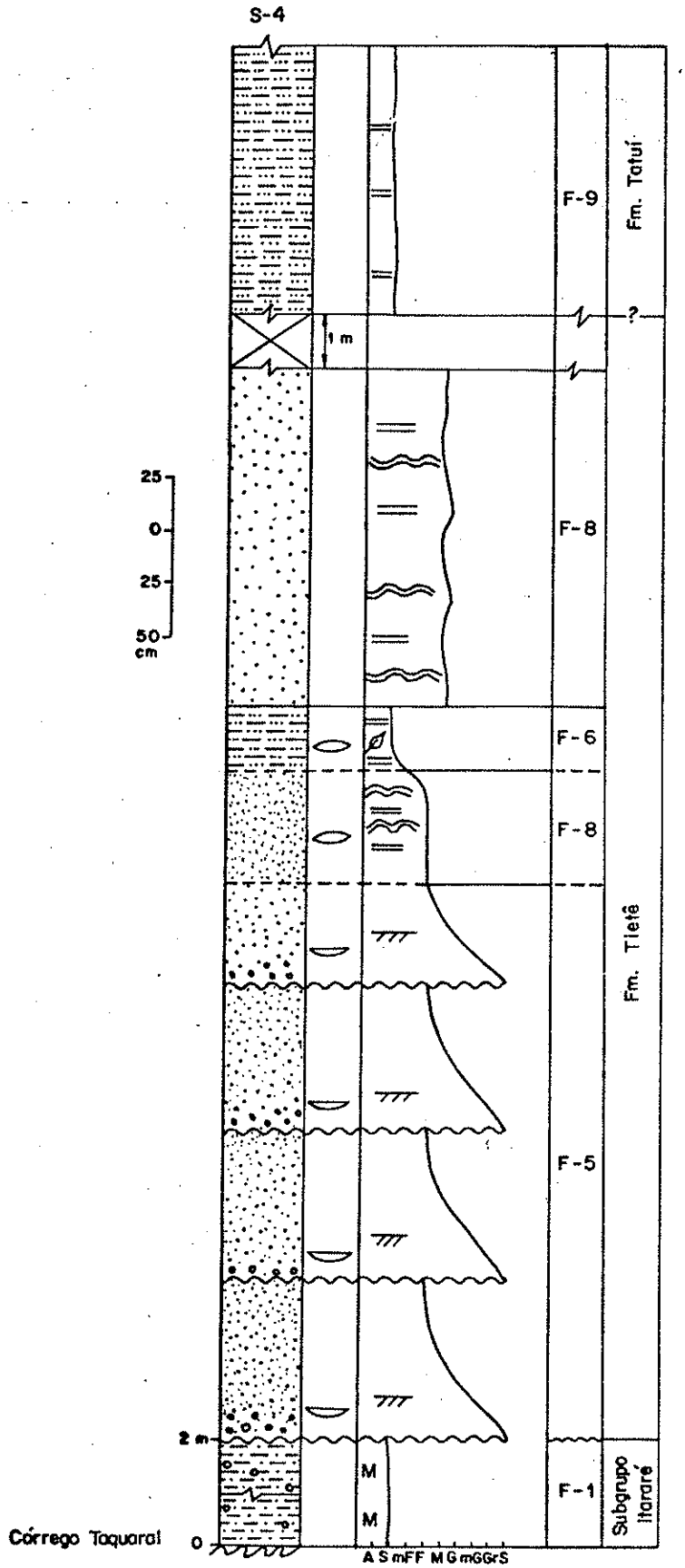
Anexo III – Fig. I — Seção colunar no Córrego Taquaral (ver Figura de Texto nº 6 para localização)



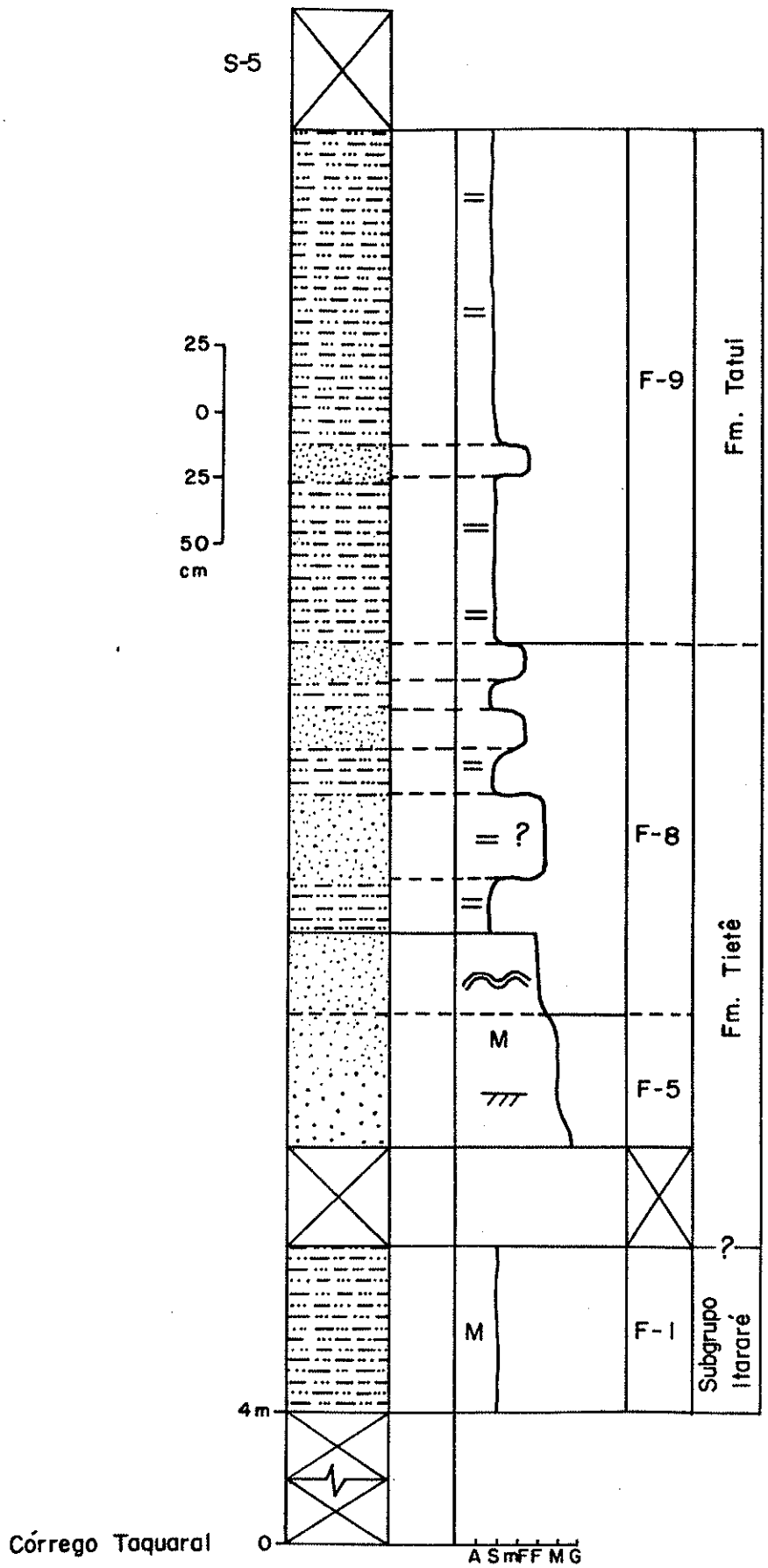
Anexo III — Fig. 2 — Seção colunar no Córrego Taquaral (ver Figura de Texto nº 6 para localização).



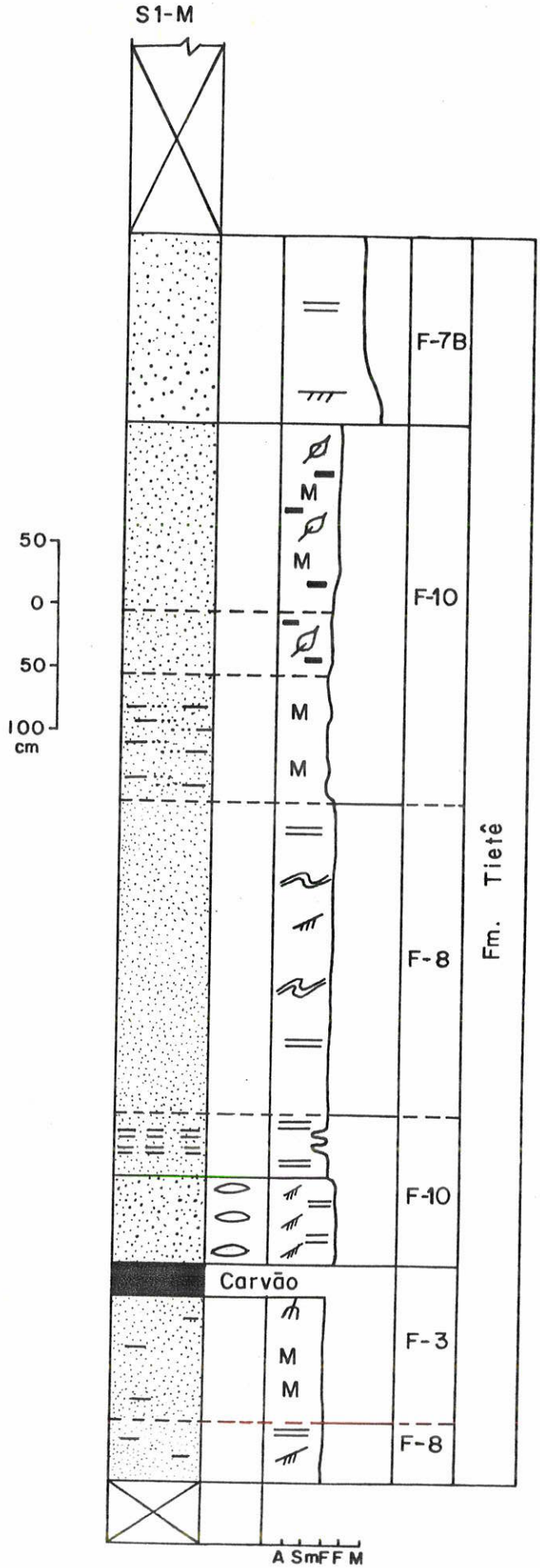
Anexo III - Fig.3 - Seção colunar no Córrego Taquaral (Ver Figura de Texto nº 6 para localização).



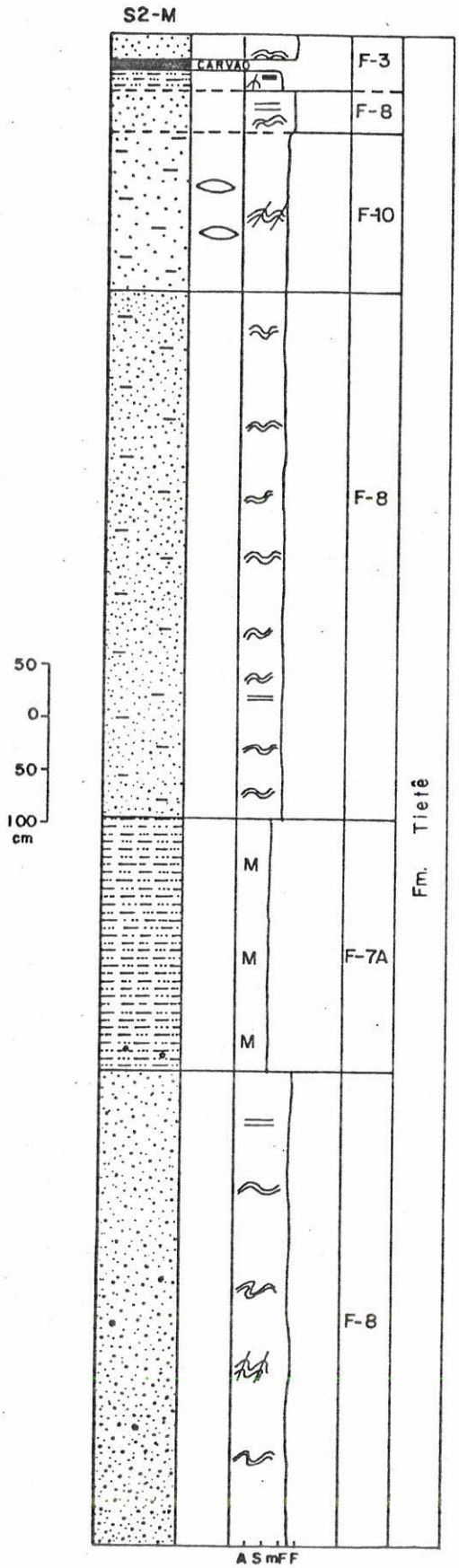
Anexo III - Fig.4 — Seção colunar no Córrego Taquaral (Ver Figura de Texto nº 6 para localização)



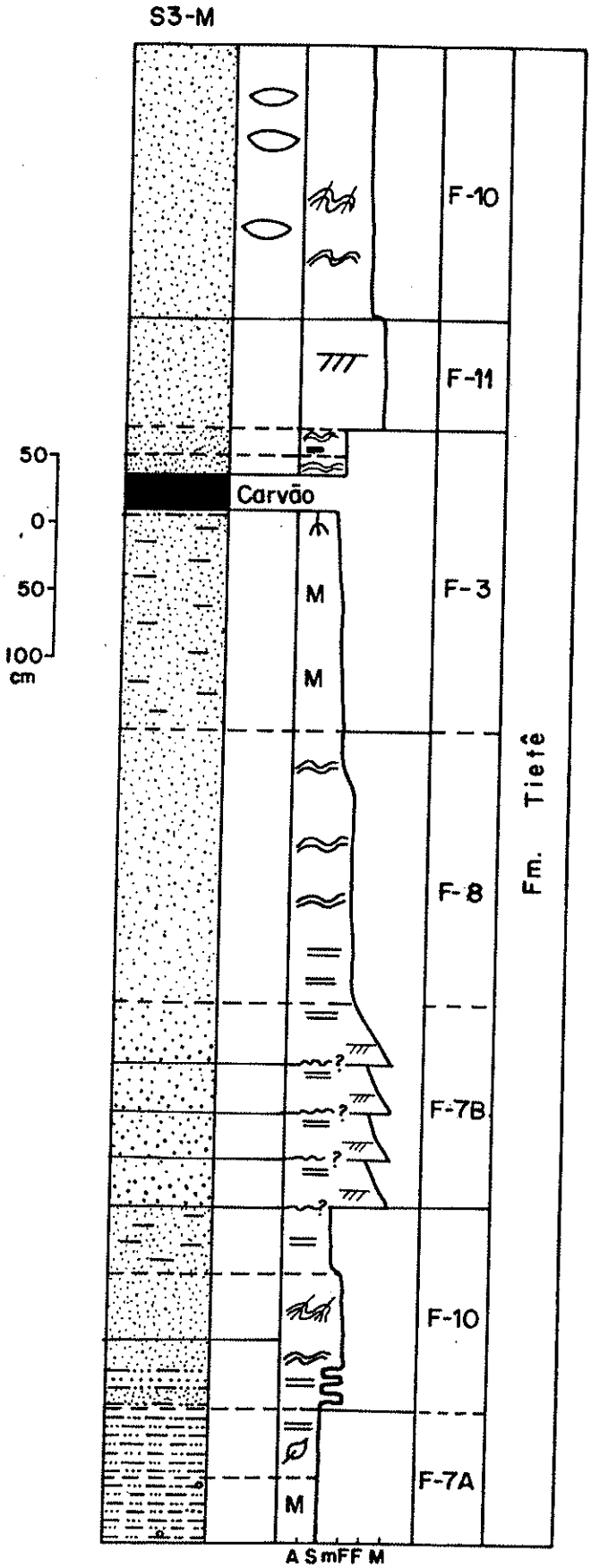
Anexo III - Fig.5 — Seção colunar no Córrego Taquaral (Ver Figura de Texto nº 6 para localização).



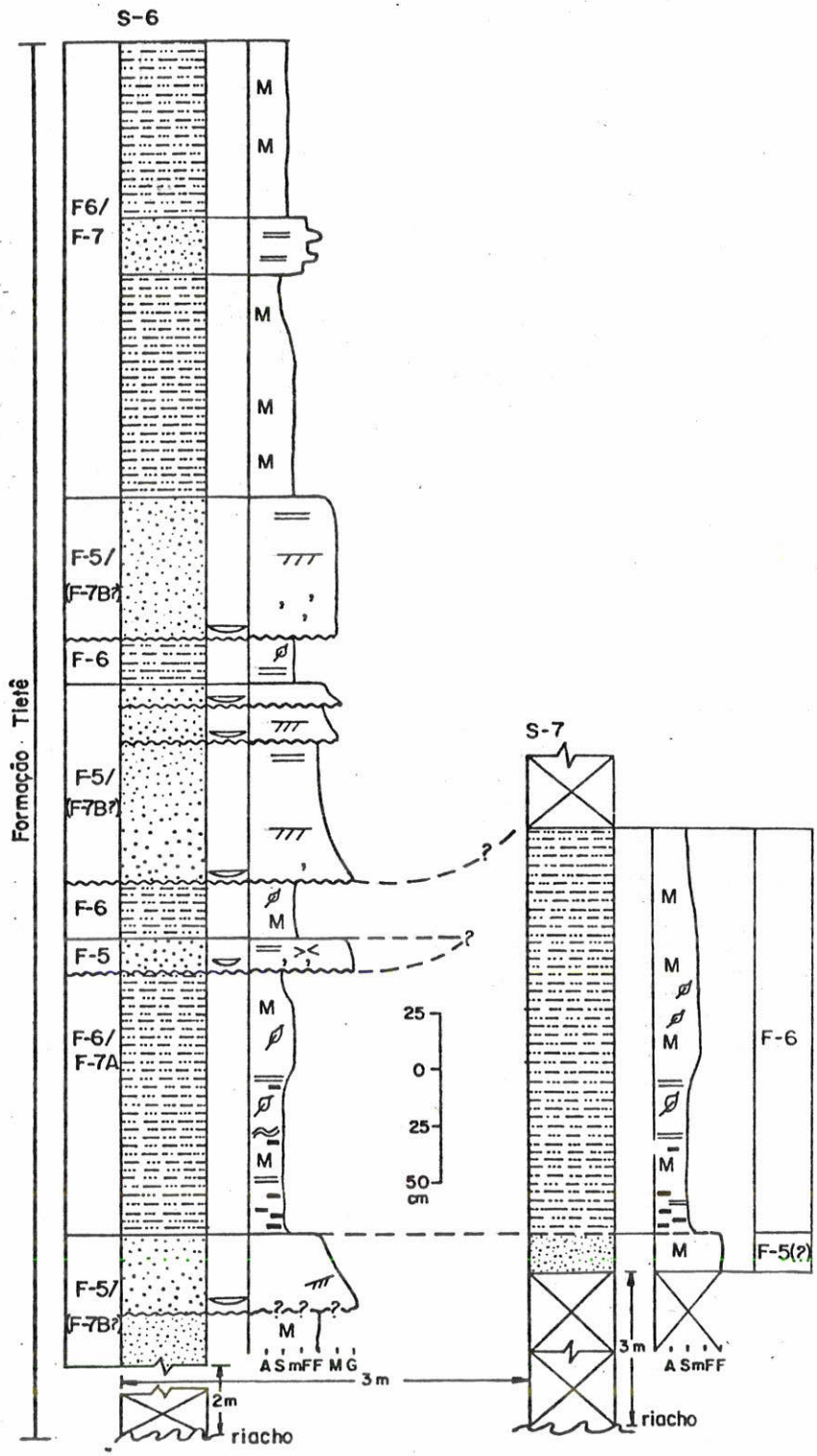
Anexo III – Fig. 6 — Seção colunar na região de Mato Seco (Faz. Santa Catarina) — Ver Figura de texto nº 7 para localização.



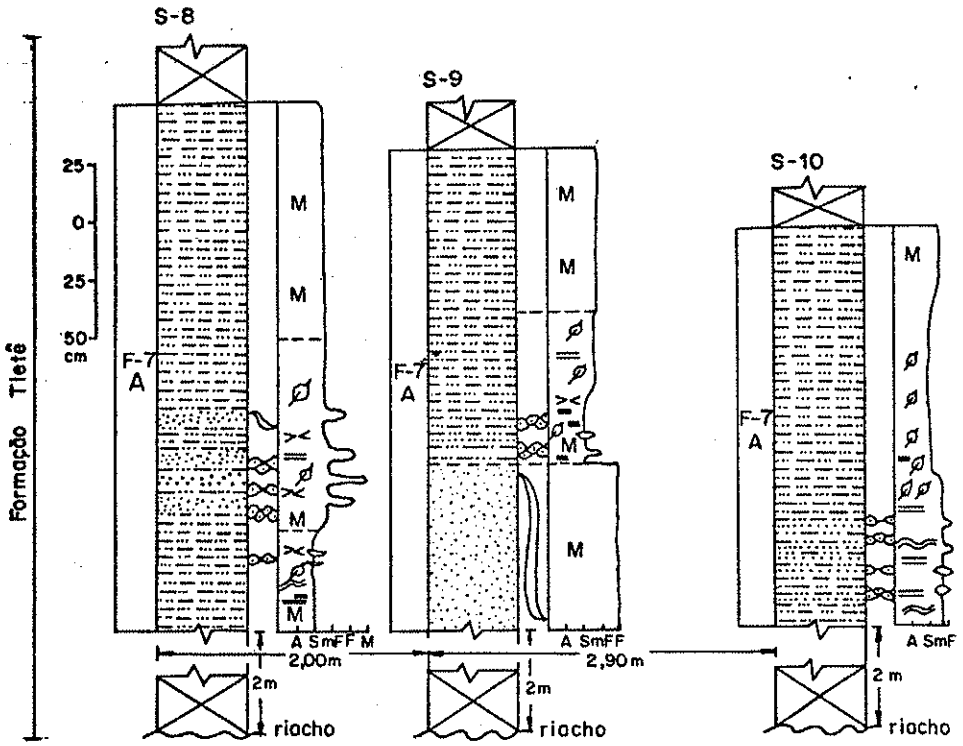
Anexo III - Fig. 7 — Secão colunar na região de Mato Seco (Faz. Santa Catarina) — Ver Figura de texto nº 7 para localização.



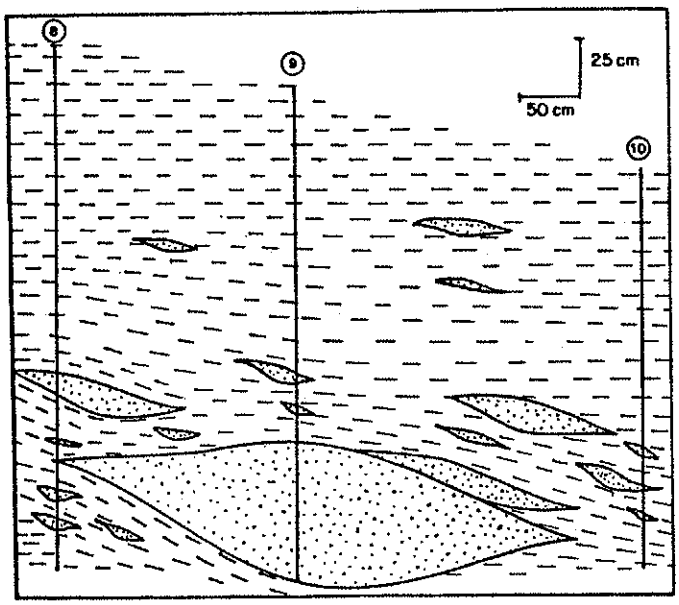
Anexo III - Fig. 8 — Seção colunar na região de Mato Seco (Faz. Santa Catarina) — Ver Figura de texto nº 7 para localização.



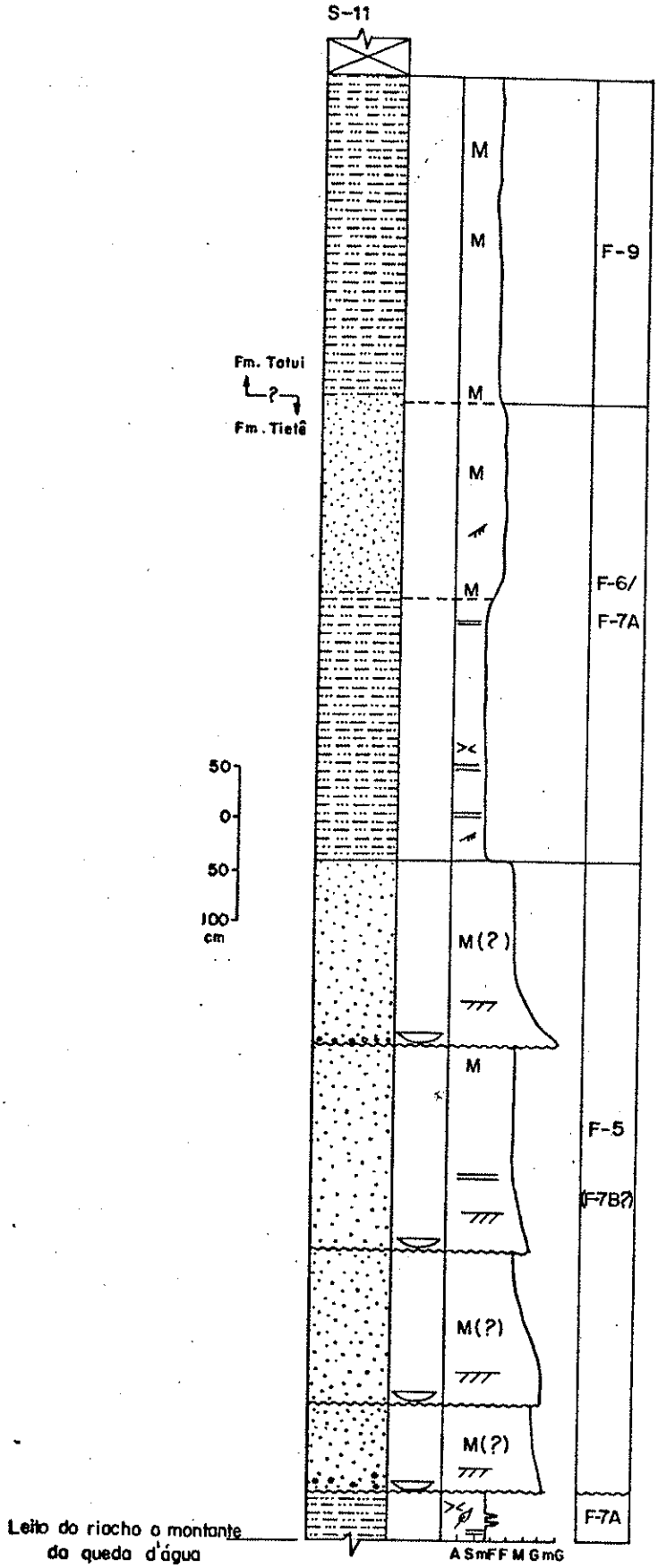
Anexo III — Fig.9 — FAZENDA ITAPEMA — "toca do índio" — Seções 6 e 7.
— margem esquerda da drenagem (rumo WSW- jusante da queda d'água) afluente do Rio Sorocaba.



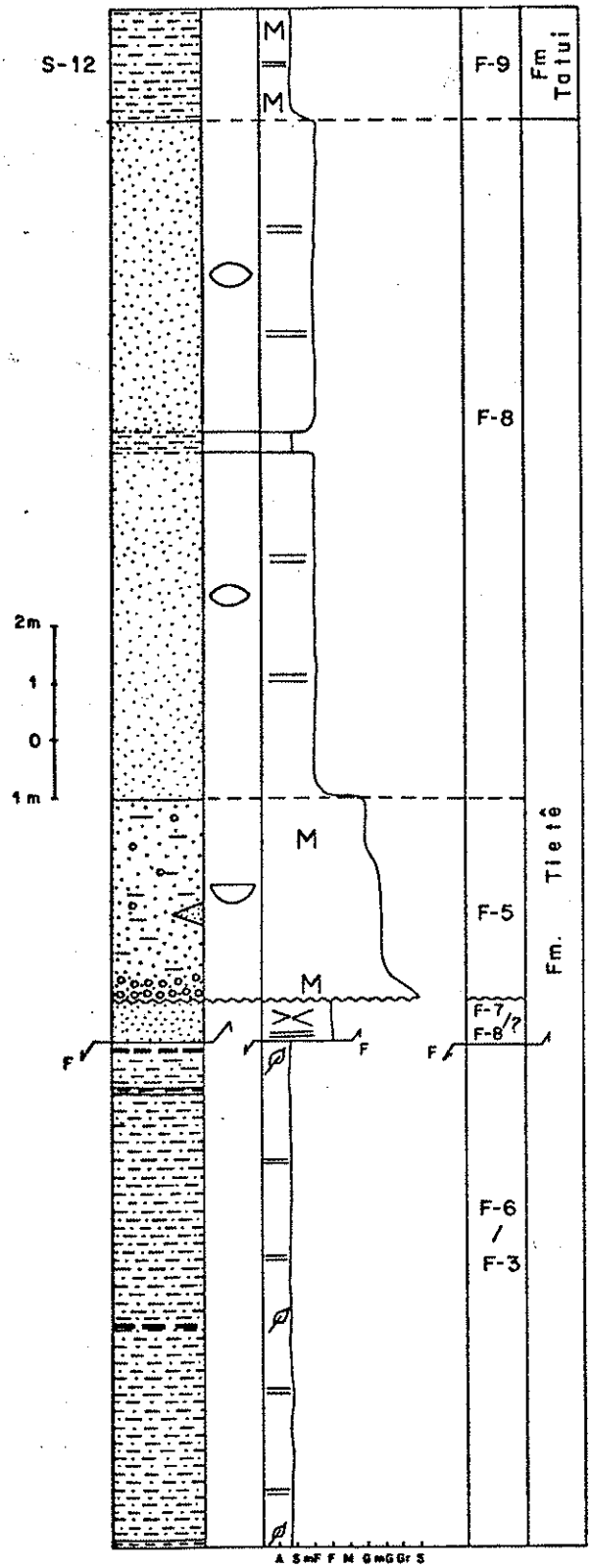
Anexo III – Fig. 10: FAZENDA ITAPEMA – "toca do índio" – Seções 8, 9 e 10 – margem direita da drenagem (rumo WSW – jusante da queda d'água) afluente do Rio Sorocaba.



Anexo III – Fig. 11 – Relação esquemática entre as seções colunares S-8, S-9 e S-10.



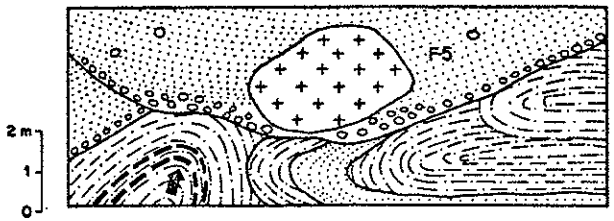
Anexo III - Fig. 12 - FAZENDA ITAPEMA - "toca do índio" - Seção composta das margens da drenagem (rumo WSW) afluente do Rio Sorocaba - Seção 11.



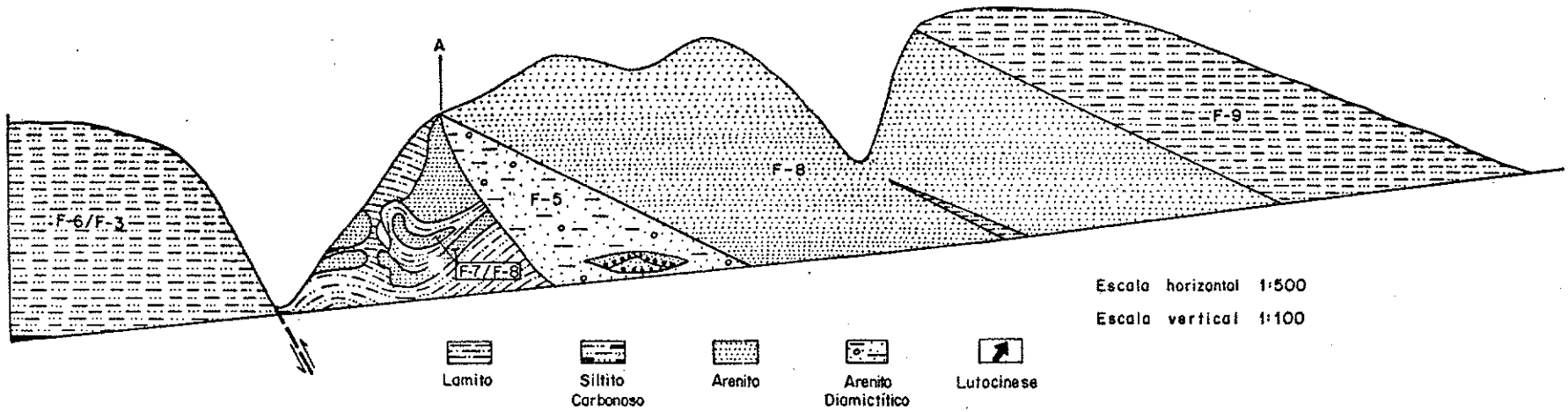
Anexo III – Fig. 13 – Seção colunar em trecho da estrada secundária Cerquilho – Tietê (lado esquerdo neste sentido), a 2,5 km a NE de Cerquilho. Para localização ver Figura de texto nº 1, letra C.
F = plano de falha inversa

ANEXO III – Fig. 14 : — SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA EM TRECHO DE ESTRADA SECUNDÁRIA CERQUILHO-TIETÊ (LADO ESQUERDO NESTE SENTIDO).

Início da seção a 2,5 km de Cerquilho (sob a linha de transmissão da CESP) a partir do cruzamento da Rua Almirante Barroso com a Avenida Brasil.



Esquema da face oposta (lado direito) do afloramento no ponto A da Seção, com o matacão granítico descrito por NAGALLI & CONSONI (1984).



Mod. de FULFARO et al. (em preparação)

ANEXO IV

Perfís Compostos de
Sondagens Rotativas

SR-7
SR-8
SR-13
SR-15

Área Aliança-Taquaral

IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA, Perfil Raios Gama

Cliente: CESP

Furo: SR-7 — Localização — COORDENADAS:

Município: CERQUILHO Estado: SP

Área: — Altitude — COTA:

Projeto:

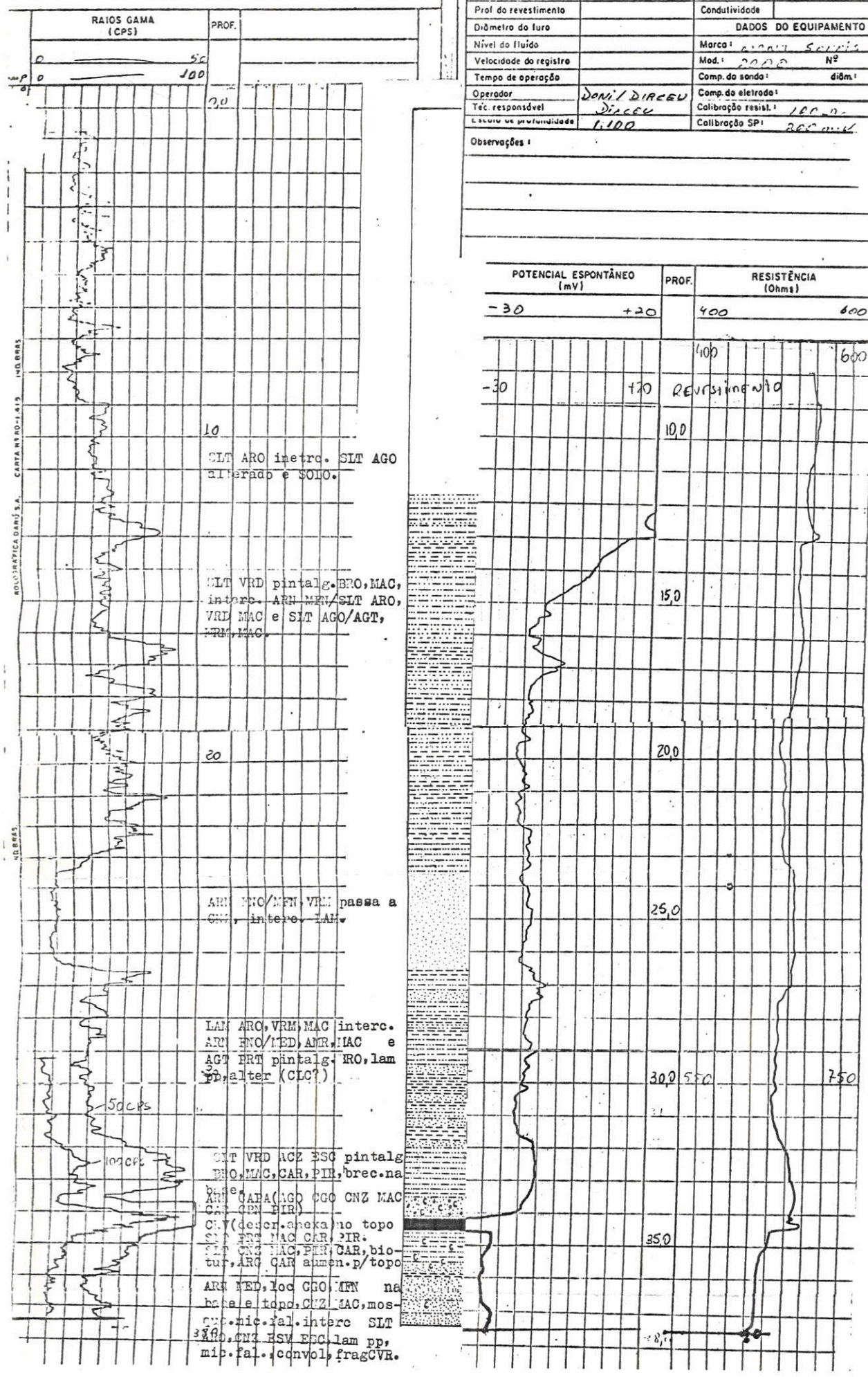
Data	20-03-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo	34,5 m	Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado	0,0 — 34,0m	Densidade	
Metragem perfilada		Viscosidade	
Trecho repetido	30,0 — 34,0m	DADOS DO EQUIPAMENTO	
Prof. do revestimento	8,90 m	Marca:	MONT SOPRIS
Diâmetro do furo	NW	Mod. 2000	Nº 27
Nível do fluído		Comp. da sonda:	73 cm
Velocidade do registro	1m/min	Diâm. da sonda:	
Tempo de operação		Nº da sonda:	
Operador	DIRCEU/BRITO	Calibração:	3200 CPS
Téc. responsável	DIRCEU	Fator de correção:	
Escala de profundidade	1:100	Tempo morto:	

Observações: 4% PE

COMPLEMENTO

PERFILADO O TRECHO DE 37,30 A 30,0 m

PARA COMPLEMENTAÇÃO DA PERFILAGEM



IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA, Perfil Elétrico

Cliente: CESP

Furo: SR-7 — Localização — COORDENADAS:

Município: CERQUILHO Estado: SP

Área: — Altitude — COTA:

Projeto:

Data	20-03-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo	34,50 m	Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado		Densidade	
Metragem perfilada		Viscosidade	
Trecho repetido		Resistividade	
Prof. do revestimento		Condutividade	
Diâmetro do furo		DADOS DO EQUIPAMENTO	
Nível do fluído		Marca:	MONT SOPRIS
Velocidade do registro		Mod.: 2000	Nº
Tempo de operação		Comp. da sonda:	diâm.:
Operador	DONI/DIRCEU	Comp. do eletrodo:	
Téc. responsável	DIRCEU	Calibração resist.:	160 Ω
Escala de profundidade	1:100	Calibração SP:	200 mV

Observações:

IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA, Perfil Raios Gama

Cliente: C.E.S.P.

Furo: SR-8

Município: CERQUILHO Estado: SP

Área:

Projeto:

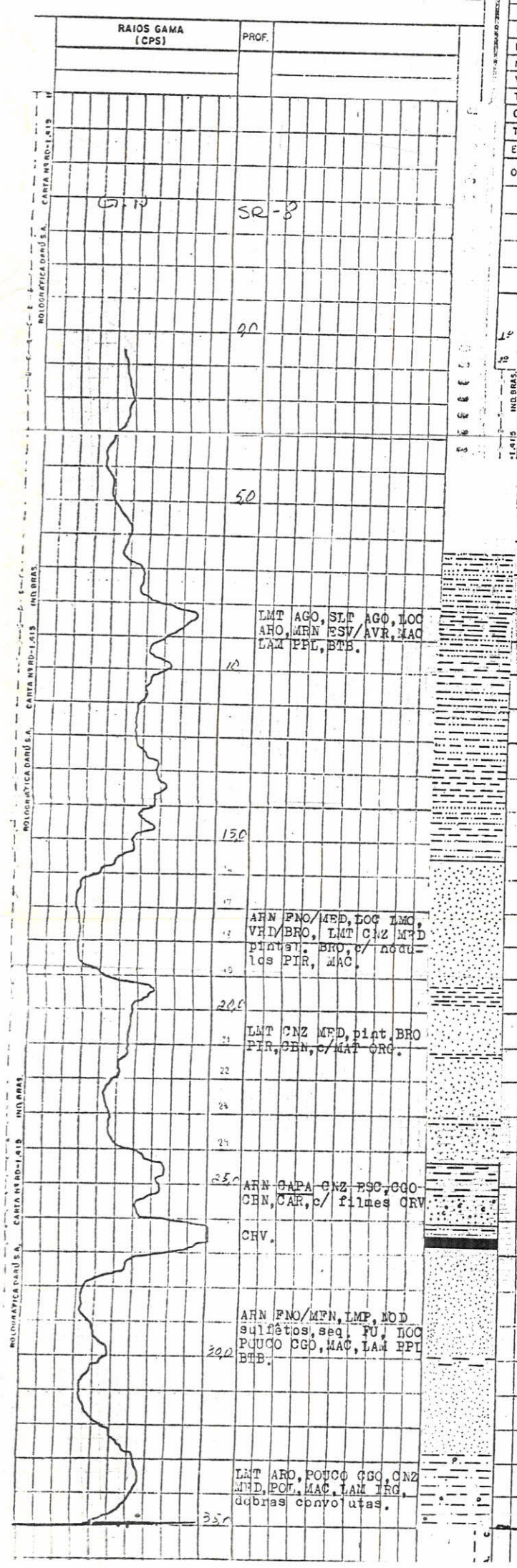
Localização
COORDENADAS:

Altitude
COTA:

Data	20-02-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo		Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado	35,0 — 0,5	Densidade	
Metragem perfilada	34,5 m	Viscosidade	
Trecho repetido		DADOS DO EQUIPAMENTO	
Prof. do revestimento	6,25	Marca: MONT Sapois	
Diâmetro do furo	N W	Mod 2000	Nº 27
Nível do fluido		Comp da sonda: 73 cm	
Velocidade do registro	5m/min	Diâm da sonda: 38 cm	
Tempo de operação		Nº da sonda: 22 A	
Operador	DIRCEU/DONIZETE	Calibração: 3200	CPS
Téc. responsável	DIRCEU	Fator de correção:	
Escala de profundidade	1:100	Tempo morto:	

Observações:

PPE — 2% — 50 CPS



IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA, Perfil Elétrico

Cliente: C.E.S.P.

Furo: SR-8

Município: CERQUILHO Estado: SP

Área:

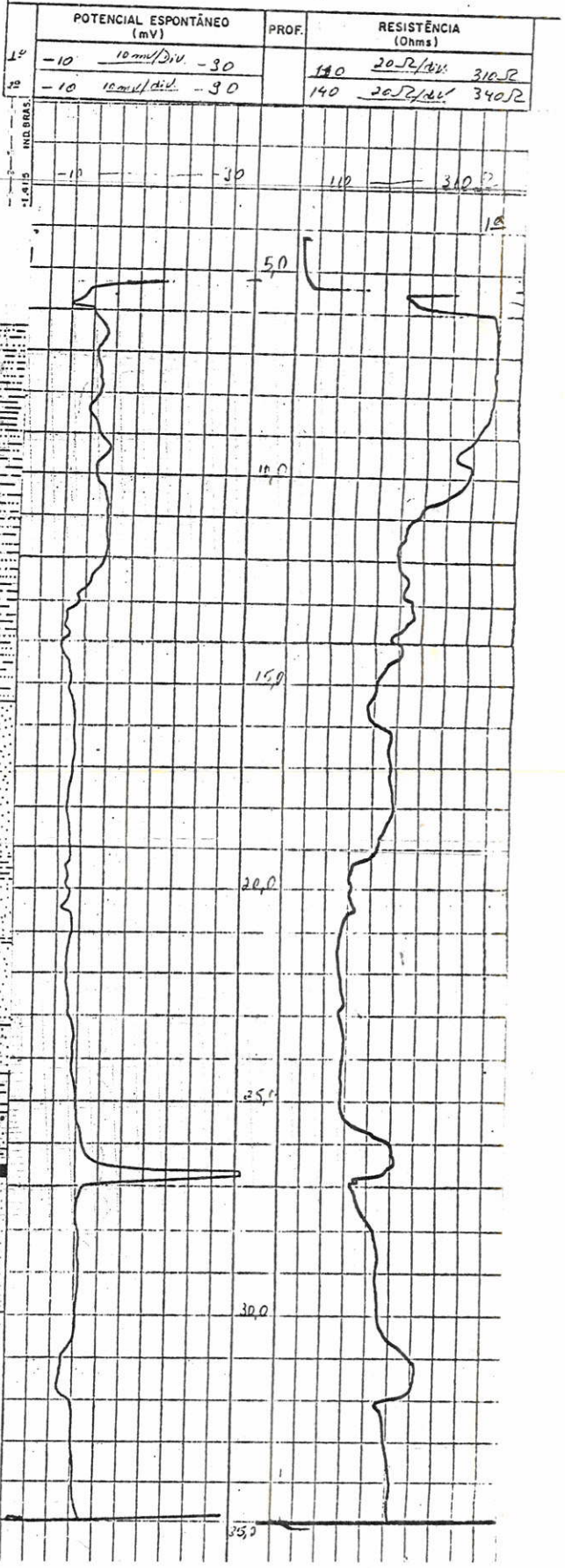
Projeto:

Localização
COORDENADAS:

Altitude
COTA:

Data	20-02-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo	35,0 m	Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado	35,0 — 5,0 m	Densidade	
Metragem perfilada	30 m	Viscosidade	
Trecho repetido	35,0 — 5,0	Resistividade	
Prof. do revestimento	6,25	Condutividade	
Diâmetro do furo	N W	DADOS DO EQUIPAMENTO	
Nível do fluido	6,5 m	Marca: MONT Sapois	
Velocidade do registro	5m/min	Mod.: 2000	Nº
Tempo de operação		Comp. da sonda: 73 cm	diâm.: 38 cm
Operador	DIRCEU/DONIZETE	Comp. do eletrodo: 15 cm	
Téc. responsável	DIRCEU	Calibração resist.: 100 Ω	
Escala de profundidade	1:100	Calibração SP: 200 mV	

Observações:



IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA

Perfil Raios Gama

Cliente: CESP

Furo: SR-13 — Localização — COORDENADAS:

Município: CARAQUENA ... Estado: SP

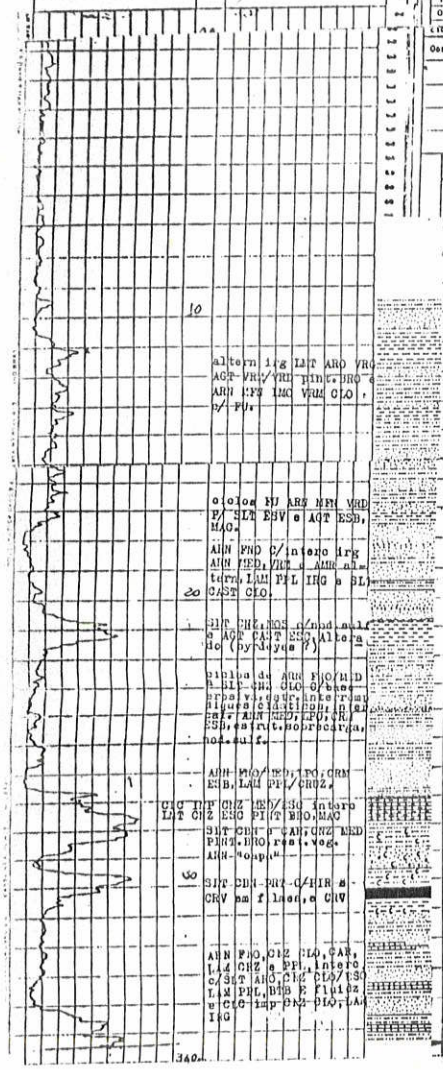
Área: — Altitude — COTA:

Projeto:

Data	20-03-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo	35,30	Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado	35,30	Densidade	
Metragem perfilada		Viscosidade	
Trecho repetido		DADOS DO EQUIPAMENTO	
Prof. do revestimento		Marca: MONT SOPRIS	
Diâmetro do furo		Mod: 2000 Nº 22	
Nível do fluído		Comp. da sonda: 1,1 m	
Velocidade de registro	1 m/min	Diâm. da sonda:	
Tempo de operação		Nº da sonda:	
Operador		Calibração: 3200 CPS	
Téc. responsável	DIRCEU	Fator de correção:	
Escala de profundidade	1:100	Tempo morto:	

Observações: 4" PE

RAIOS GAMA (CPS)	PROF
0 — 100	



IPT — DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA

Perfil Elétrico

Cliente: CESP

Furo: SR-13 — Localização — COORDENADAS:

Município: CERQUEIRA ... Estado: SP

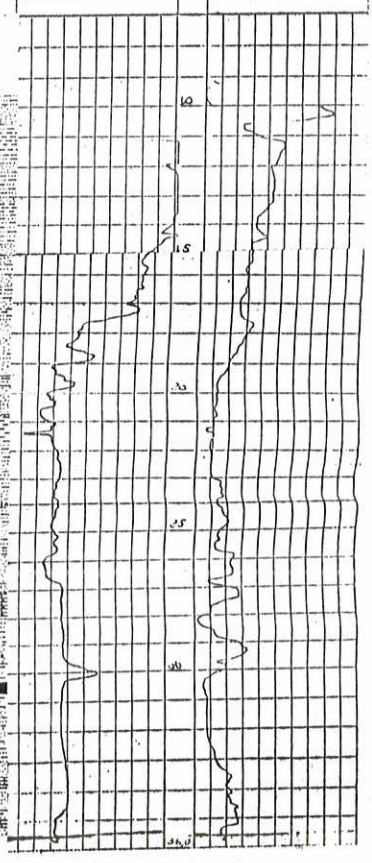
Área: — Altitude — COTA:

Projeto:

Data	20-03-84	DADOS DA LAMA	
Profundidade do furo	35,30	Natureza	BENTONITA
Trecho perfilado	10 a 35,30	Densidade	
Metragem perfilada	25,30	Viscosidade	
Trecho repetido	10 a 35,30	Resistividade	
Prof. do revestimento		Condutividade	
Diâmetro do furo		DADOS DO EQUIPAMENTO	
Nível do fluído		Marca: MONT SOPRIS	
Velocidade de registro		Mod: 2000 Nº 22	
Tempo de operação		Comp. da sonda: 1,1 m diâm: 25 mm	
Operador	Dirceu	Comp. da eletrodo: 1 m	
Escala de profundidade	1:100	Calibração SP: 100 mV	

Observações:

POTENCIAL ESPONTÂNEO (mV)	PROF	RESISTÊNCIA (Ohm)
-75 — -45		350 — 550



IPT — **DMGA - AGRUPAMENTO DE GEOFÍSICA**

Perfil Elétrico

Cliente: CESP

Furo: SR-15

Município: CERQUILHO Estado: SP

Área:

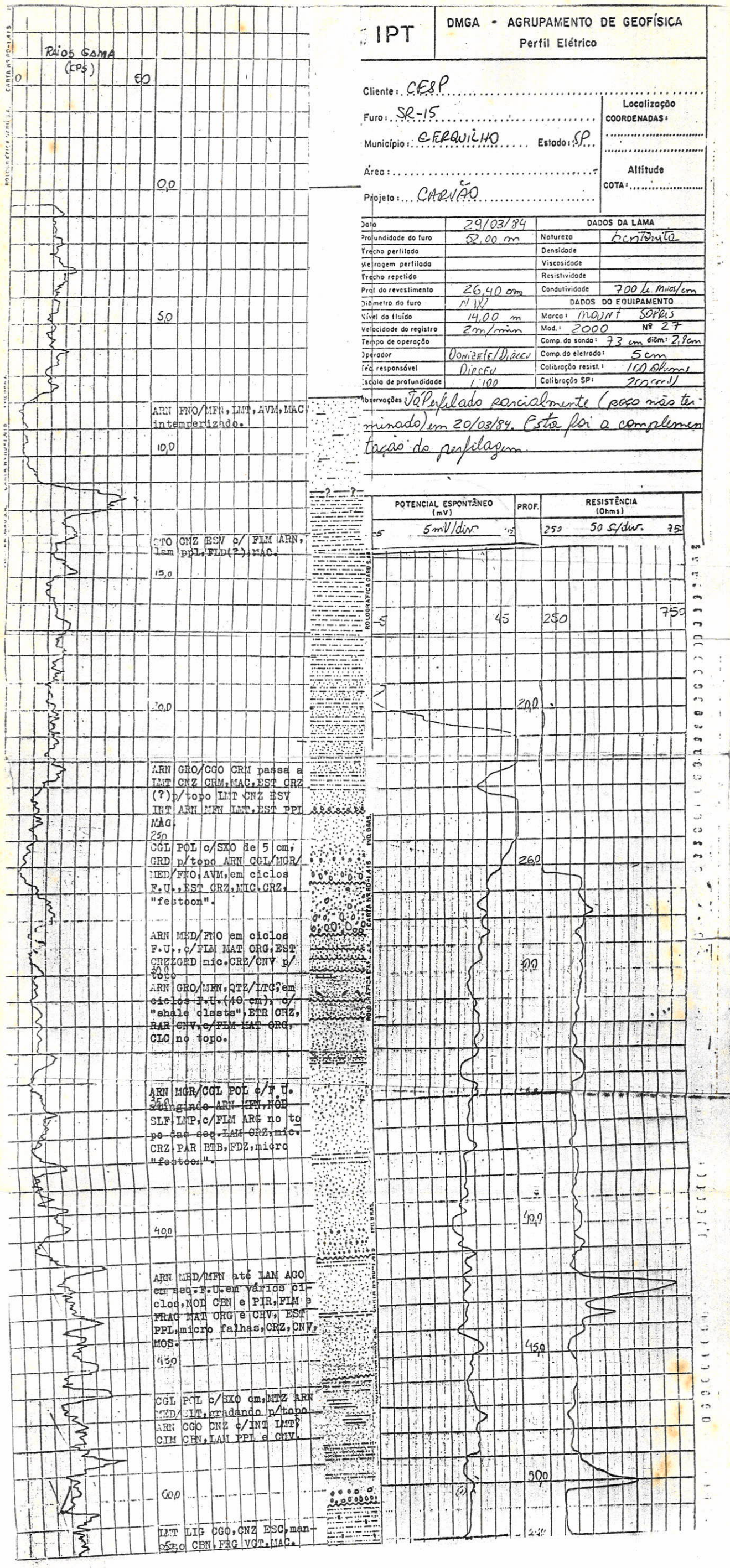
Projeto: CARVÃO

Localização

COORDENADAS:

Altitude

COTA:

Data	29/03/84	**DADOS DA LAMA**	
Profundidade do furo	52,00 m	Natureza	bentonita
Trecho perfilado		Densidade	
Metragem perfilada		Viscosidade	
Trecho repetido		Resistividade	
Prof. do revestimento	26,40 m	Condutividade	700 µ. mhos/cm
Diâmetro do furo	NW	**DADOS DO EQUIPAMENTO**	
Nível do fluído	14,00 m	Marca: MOUNT SOPRIS	
Velocidade do registro	2m/min	Mod.: 2000	Nº 27
Tempo de operação		Comp. da sonda: 73 cm	diâm.: 2,8cm
Operador	DONIZETE/DIRCEU	Comp. do eletrodo:	5cm
Fe. responsável	DIRCEU	Calibração resist.:	100 Ohms
Escala de profundidade	1:100	Calibração SP:	200 (mV)

Observações: Já Perfilado parcialmente (poço não terminado) em 20/03/84. Este foi a complementação do perfilagem.