

**BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES
UNESP**

RESSALVA

Alertamos para ausência de algumas figuras, não incluídas pelo autor no arquivo original.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas - **IGCE**

Campus de Rio Claro

**ANÁLISE FACIOLÓGICA E ROCHAS -
RESERVATÓRIO DO GRUPO ITARARÉ (PERMO-
CARBONÍFERO) NO SUDESTE DO ESTADO DE
SÃO PAULO**

Jurandir Rosada Júnior

Orientador: Prof. Dr. Joel Carneiro de Castro

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Curso de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geologia Regional, como parte dos subsídios necessários para a obtenção do Título de Mestre em Geociências (Área de Concentração: Geologia Regional).

Rio Claro (SP)

MAI/2003

551.7
R788a

Rosada Júnior, Jurandir

Análise faciológica e rochas-reservatório do Grupo
Itararé (permocarbonífero) no sudeste do estado de São Paulo
/ Jurandir Rosada Júnior. – Rio Claro : [s.n.], 2003
83 f. : il., gráfs., tabs., fots.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Joel Carneiro de Castro

1. Geologia estratigráfica. 2. Bacia do Paraná. 3. Rodovia
Raposos Tavares. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

ÍNDICE

Lista de figuras e tabelas	i
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
1 - Introdução	01
2 - Objetivos	03
3 - Base de Dados e Métodos	04
4 - O Grupo Itararé na área de estudo	07
5 - Estratigrafia do Grupo Itararé	18
5.1- Associações faciológicas	18
Classe de ritmitos e pelitos	20
Classe de arenitos	22
Classe de conglomerados e diamictitos	24
5.2 - Estratigrafia	34
5.3 - O perfil estratigráfico do Grupo Itararé na SP-270	46
5.4 - Correlação do Grupo Itararé	51
6 - Reservatórios	53
6.1 - Reservatórios de origem turbidítica	53
6.2 - Reservatórios de origem deltaica	58
6.3 - Reservatórios de origem fluvial	63
7 - Conclusões	68
8 - Referências Bibliográficas	70
Anexos	75

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tab. 01 – Subdivisão do Grupo Itararé por Barbosa & Gomes (1958)	08
Tab. 02 – Descrição das fácies identificadas no Grupo Itararé	19
Fig. 01 – Localização da área	05
Fig. 02 – Colunas levantadas por Fraques & Figueiredo (1967) e por Saad (1977) ...	09
Fig. 03 – Seções com perfis próximos a Itu (Mezzalira, 1969)	10
Fig. 04 – Coluna estratigráfica compilada por Stevaux <i>et al.</i> (1987)	14
Fig. 05 – Ilustrações das fácies Re, Rd e As(w)	25
Fig. 06 – Ilustrações das fácies Se e Ss	26
Fig. 07 – Ilustrações das fácies Ss e D	27
Fig. 08 – Ilustrações das fácies CAD, Aar e Ar	28
Fig. 09 – Ilustrações das fácies CAD, Aar e D	29
Fig. 10 – Ilustrações das fácies Ar, D, Aar, FS e Aal	30
Fig. 11 – Ilustrações das fácies Ar, D e FS	31
Fig. 12 – Ilustrações das fácies Aat, D e Ar	32
Fig. 13 – Ilustrações das fácies FS e Ar	33
Fig. 14 – Mapa de localização dos afloramentos, perfil topográfico das rodovias Raposos Tavares e de acesso a Alambari e mergulho regional	35
Fig. 15 – Perfis estratigráficos do primeiro segmento	37
Fig. 16 – Perfis estratigráficos do segundo segmento	39
Fig. 17 – Perfis estratigráficos do terceiro segmento	41
Fig. 18 – Perfis estratigráficos do quarto segmento	43
Fig. 19 – Perfil estratigráfico na rodovia de acesso a Alambari e correlação com a Rodovia Raposos Tavares e com o poço PC-15	45
Fig. 20 – Empilhamento estratigráfico do Grupo Itararé na rodovia Raposos Tavares	48
Fig. 21 – Perfil do poço Geomater (Masoli, 1991)	49
Fig. 22 – Perfil do poço Geoplan	50
Fig. 23 – Reservatórios de origem turbidítica	54
Fig. 24 – Análise granulométrica dos reservatórios turbidíticos	55
Fig. 25 – Ilustrações dos reservatórios de origem turbidítica	56
Fig. 26 – Ilustrações dos reservatórios de origem turbidítica	57

Fig. 27 – Reservatórios de origem deltaica	59
Fig. 28 – Análise granulométrica dos reservatórios deltaicos	60
Fig. 29 – Ilustrações dos reservatórios de origem deltaica	61
Fig. 30 – Ilustrações dos reservatórios de origem deltaica	62
Fig. 31 – Reservatórios de origem fluvial.....	64
Fig. 32 – Análise granulométrica dos reservatórios fluviais	65
Fig. 33 – Ilustrações dos reservatórios de origem fluviais	66
Fig. 34 – Ilustrações dos reservatórios de origem fluviais	67

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças que tem me concedido.

Ao Prof. Dr. Joel Carneiro de Castro, pela orientação, amizade, incentivo e paciência. Sem dúvida um exemplo de ser humano e de professor.

Aos meus pais Jurandir e Maria José, e irmãos, Mateus e Eduardo, por me apoiarem e por sempre me incentivarem.

A Agência Nacional do Petróleo (ANP), através do PRH-05, pela concessão de bolsa de estudo e de todo o apoio para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Saad e à Profa. Dra. Rosemarie Rohn Davies, pelas preciosas sugestões prestadas a este trabalho.

Aos amigos da Pós-Graduação: Kátia, Leandra, Ana Cubana, Angélica, Chyntia, Chico Tognoli, Fábio (Roxo), Eduardo Kelusodi e outros, pelo incentivo.

À geóloga M.Sc. Márcia Emília Longhim, por todo apoio, incentivo e auxílio.

Aos meus amigos do curso de Geografia do Isca Faculdades, de Limeira, em especial à Profa. M.Sc. Walkiria Troppmair, e à Joceline, Márcia Martines, Sidnei, Édson Bertoni, Juliana, Maria Ap. Germano e outros, pelo carinho, pela atenção, pelo apoio e pelos momentos de “desestress”.

Aos funcionários da Pos-Graduação - Laura, Fátima, e Rose, e do Departamento de Geologia Aplicada - Elaine, Márcia, Cezário e Paco, que me prestaram socorro nas horas necessárias.

Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, pelo apoio institucional.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho investiga o Grupo Itararé na faixa aflorante sudeste do Estado de São Paulo, principalmente ao longo da rodovia Raposo Tavares (SP-270). Dados de sondagens vizinhas ajudam no empilhamento sedimentar da unidade, cuja espessura alcança 550 metros. Perfis faciológicos verticais em 37 afloramentos possibilitam compreender a evolução das três unidades que compõe o Grupo, formações Itu, Capivari e Tietê. Doze fácies foram reconhecidas e agrupadas em três conjuntos: (a) ritmitos areno-argilosos e siltitos / folhelhos; (b) arenitos; (c) diamictitos e conglomerados - arenitos - diamictitos. A Formação Itu compreende ritmitos areno-argilosos (turbiditos) e siltitos / folhelhos, localmente fossilíferos. A seção aflorante é complementada por 220 metros de ritmitos (turbiditos, varvitos) e folhelhos, testemunhados no poço Geomater. A Formação Capivari é constituída por diamictitos, em parte associados a arenitos e conglomerados, por siltitos e arenitos muito finos, ou por arenitos finos a grossos, de origem flúvio - glacial, deltaica e fluvial. A Formação Tietê evolui de deposição fluvial para deltaica e glacial, e finalmente para glaciomarinha. Os principais reservatórios do Grupo Itararé são de origem turbidítica, deltaica e fluvial. Ritmitos arenosos, arenitos com estratificação e arenitos com estratificação cruzada representam tais reservatórios, cujas características texturais refletem sua qualidade como reservatório.

Palavras - chave: Bacia do Paraná, Grupo Itararé, Rodovia Raposo Tavares, Estratigrafia, Rochas - reservatório.

ABSTRACT

This research investigates the Itararé Group (Late Carboniferous) in the southeastern margin of the São Paulo state, mainly along the Raposo Tavares highway (SP-270). Data from nearby wells help setting the sedimentary stratigraphic succession which comprises up to 550 meters. Vertical facies profiles at 37 outcrops allow understanding the evolution of the three units that the group comprises: the Itu, Capivari and Tietê Formations. Twelve facies are recognized and grouped into three parts: (a) sandy-muddy ritmites and siltites / shales; (b) sandstones; (c) diamictites and conglomerates - sandstones - diamictites. The Itu Formation comprises sandy-muddy ritmites (turbidites) and silty shales, locally fossiliferous. The outcropping section is complemented by 220 meters of ritmites (turbidites and varvites) and shales, confirmed in the Geomater well. The Capivari Formation is formed by diamictites, partially associated to sandstones and conglomerates, siltites and very fine sandstones or fine to coarse sandstones of fluvial-glacial origin, deltaic and fluvial respectively. The Tietê Formation evolves from fluvial deposition to deltaic and glacial; finally to glacial-marine ones. The main reservoirs of the Itararé Group are from turbiditic, deltaic and fluvial origins. Sandy ritmites, sigmoidal stratification sandstones and cross stratification sandstones represent such reservoirs whose textural characteristics confirm its quality as a reservoir.

Key - words: Paraná Basin, Itararé Group, Raposo Tavares Highway, Stratigraphy, Reservoir - rocks.

1 – INTRODUÇÃO

O Grupo Itararé, de idade neocarbonífera a eopermiana, constitui uma importante unidade litoestratigráfica da Bacia do Paraná, por apresentar bons aquíferos e bens de uso na construção civil, tais como areia e argila.

Além disso, a unidade Itararé apresenta um complexo arcabouço estratigráfico devido às características glaciais de sua gênese. No Estado de São Paulo, o referido Grupo apresenta importante depocentro na porção oeste, em subsuperfície, e um sensível adelgaçamento nos sentidos leste e nordeste, no sentido da faixa aflorante. Em São Paulo, o Grupo Itararé está assentado sobre o embasamento cristalino pré-cambriano e é limitado no topo pela formação Tatuí.

O estudo das rochas do Grupo Itararé apresenta problemas interessantes, quanto:

- ✓ à sua caracterização faciológica-paleoambiental, devido à influência glacial na sua sedimentação. Sucessões faciológicas de origem fluvial e deltaica, e mesmo turbidíticas, foram reconhecidas na faixa aflorante, com maior ou menor presença de feições glaciais associadas (ROSADA JR., 1999).
- ✓ à sua estratigrafia, já que sua divisão clássica de subsuperfície com as formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba (FRANÇA & POTTER, 1988), não é reconhecida na faixa aflorante no leste paulista. Nesta, a divisão ternária adotada por SOARES *et al.* (1977) e STEVAUX *et al.* (1987) com as formações Itu, Capivari e Tietê, mostra bastante consistência com os resultados obtidos.

Dada a importância do Grupo Itararé na faixa aflorante do leste paulista, observou-se a necessidade de realizar um trabalho mais aprofundado quanto ao seu conteúdo lito-faciológico, com destaque para a origem e o sistema deposicional de rochas potencialmente reservatório. Em trabalho anterior, ao longo das rodovias do Açúcar e Marechal Rondon, ROSADA JR. (1999) identificou cerca de dez associações faciológicas caracterizando modelos fluviais, deltaicos e mesmo turbidíticos, sempre com alguma influência glacial.

No presente trabalho, é levantada uma seção colunar para aquele Grupo ao longo da rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre Itapetininga e Araçoiaba da Serra, rodovia essa que apresenta uma das melhores exposições do Estado de São Paulo. Complementada com dados de perfurações vizinhas, tal seção aflorante possibilita um empilhamento estratigráfico bastante representativo dessa unidade em território paulista.

Além do mais, este trabalho investiga com maior detalhe os modelos clássicos já reconhecidos anteriormente, e que se constituem nos melhores reservatórios do Grupo Itararé.

2 - OBJETIVOS

A presente Dissertação tem como propósito um melhor conhecimento faciológico-estratigráfico do Grupo Itararé em sua margem leste aflorante, tendo em vista a sua potencialidade para reservatórios de hidrocarbonetos (acumulações de Cuiabá Paulista e Mato Rico).

Os seus objetivos são os seguintes:

1. Levantamento de seções colunares nas rodovias Raposo Tavares e de acesso a Alambari, visando à identificação de sucessões faciológicas e ciclos deposicionais para o Grupo Itararé na referida faixa aflorante no leste paulista;
2. Detalhamento de perfis verticais para a caracterização faciológica-geométrica de depósitos fluviais, deltaicos e turbidíticos (sublacustres ou submarinos), integrado com os dados de modelos de sedimentação obtidos anteriormente pelo autor;
3. Comparar o empilhamento estratigráfico do Grupo Itararé da rodovia Raposo Tavares com o de seções obtidas anteriormente nas rodovias do Açúcar e Marechal Rondon;
4. Caracterizar as potenciais rochas-reservatório presentes na área de estudo.

3 - BASE DE DADOS E MÉTODOS DE TRABALHO

Os dados que compõem a presente Dissertação são afloramentos do Grupo Itararé ao longo das rodovias Raposo Tavares e de acesso a Alambari (a partir da rodovia SP-127) no leste paulista. São apresentadas as tabelas com a localização e descrição sumária desses afloramentos (Tabelas 1 e 2, anexo), perfis e mapas das rodovias a partir das cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000, e dados de sondagens executadas próximo às citadas rodovias (em especial os poços Geomater - Araçoiaba da Serra; PC-15 - Itapetininga; e Alambari).

Os métodos empregados foram:

- ✓ seleção, fotodocumentação e levantamento de seções colunares dos afloramentos;
- ✓ construção do perfil topográfico das rodovias Raposo Tavares e do acesso a Alambari e plotagem das seções colunares no mesmo;
- ✓ utilizando o mergulho regional da Bacia do Paraná e a projeção dos afloramentos no perfil das rodovias, realizar o empilhamento das seções e propor uma coluna estratigráfica para a área estudada;
- ✓ comparação com poços perfurados próximos à área de estudo (PC-15);
- ✓ identificar sistemas deposicionais de origem fluvial, deltaica e turbidítico;
- ✓ para os três sistemas, fazer comparação entre os perfis verticais obtidos e sucessões faciológicas/arquiteturas deposicionais presentes na literatura.

A área de estudo situa-se na faixa de afloramentos do Grupo Itararé da porção leste do Estado de São Paulo, na rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre Araçoiaba da Serra e Itapetininga, mais o acesso a Alambari a partir da SP-127 (**Figura 1**) e também inclui dados levantados anteriormente na Rodovia do Açúcar (SP-308) e seu prolongamento, Rodovia José Ermírio de Moraes (SP-

79), entre Sorocaba e Rio das Pedras, e Marechal Rondon (SP-300), entre Itu e Jumirim.

FIG. 01

4 - O GRUPO ITARARÉ NA ÁREA DE ESTUDO

Nesta síntese, será dada ênfase aos trabalhos sedimentológicos e estratigráficos sobre o Grupo Itararé e principalmente àqueles abordando a margem leste paulista da Bacia do Paraná.

Desde os primeiros trabalhos sobre o Grupo Tubarão envolvendo a subdivisão do Subgrupo Itararé, todos se deparam com muitos problemas, dentre os quais sobressaem os que se referem à inexistência de continuidade lateral dos pacotes rochosos e de camadas guias nessa unidade. Esta situação está condicionada, em parte, à variabilidade de ambientes de sedimentação do pacote rochoso. Nesse sentido, o pouco conhecimento da paleogeografia e dos sistemas deposicionais associados da sedimentação Itararé, constitui o fator principal de grandes discussões sobre sua subdivisão (CAETANO-CHANG, 1984).

A primeira referência às rochas que hoje são pertencentes ao Grupo Tubarão deve-se a SILVA & ANDRADA (1827, *apud* PETRI, 1964), que no seu trabalho *Voyage mineralogique dans la Province de Saint Paul au Brésil*, cita grês esbranquiçado entre Itu e Piracicaba.

A denominação Tubarão foi proposta como Série e introduzida na literatura por WHITE (1908) à região carvoeira do sul do Estado de Santa Catarina, para especificar os sedimentos existentes abaixo da Formação Irati, assentados sobre o embasamento granítico e composto por sedimentos glaciais e camadas de carvão. Mais tarde, a Série Tubarão foi estendida para o restante da bacia, modificada para Grupo e, posteriormente, para Supergrupo Tubarão.

A designação Itararé foi, inicialmente, utilizada como Série e atribuída a OLIVEIRA (1927, *apud* SILVA, 1995), o qual, supondo que as camadas de

carvão limitavam-se somente à seqüência pós-glacial, propôs no Estado de São Paulo o referido termo ao pacote contendo indícios de ação de gelo, limitando a designação Tubarão às camadas pós-glaciais que continham jazidas de carvão. Deste modo, o autor desmembra a Série Tubarão de WHITE (1908) em uma unidade inferior, contendo todos os sedimentos glaciais, e outra superior, contendo os sedimentos de origem pós-glacial, com carvão e flora de *Glossopteris*.

No Estado de São Paulo, o Grupo Itararé aflora numa faixa restrita que se estende desde o valo de rio homônimo até as proximidades do rio Mogi Guaçu, onde passa, lateralmente, à Formação Aquidauana. Esse limite parece ser do tipo interdigitado, como observado entre as localidades de Leme e Mogi Guaçu (SOARES & LANDIM, 1973).

Tentativas de associações litológicas, de âmbito local ou regional, foram sugeridas por diversos autores (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; ALMEIDA & BARBOSA, 1953; BARBOSA & GOMES, 1958; SOARES *et al.*, 1977; SAAD *et al.*, 1979; entre outros).

A primeira tentativa de subdivisão do Grupo Itararé em unidades estratigráficas no Estado de São Paulo foi baseada em perfis estratigráficos de rodovias e análise do perfil geológico de sondagem do poço de Araquá (BARBOSA & ALMEIDA, 1949). O pacote de sedimentos com contribuição glacial foi subdividido, da base para o topo, nas formações Itu, Capivari, Gramadinho, Tietê e Itapetininga. As quatro primeiras formações corresponderiam ao Grupo Itararé na sua concepção atual e a última, dividida em três membros (Tupi, Tatuí e Taquaral), corresponderia à seqüência pós-glacial.

Mais tarde, BARBOSA & GOMES (1958), reconhecendo uma discordância regional na base do Membro Taquaral, incluem esta unidade no Grupo Passa Dois, em razão de seu contato transicional com a Formação Irati.

Além disso, o “tilito” de Elias Fausto, antes presente na Formação Itu de BARBOSA & ALMEIDA (1949), é elevado à categoria de Formação (**Tabela 1**).

Formação Itapetininga	Membro Tatuí: arenitos finos, siltitos micáceos e sílex, cor verde; Membro Tupi: arenitos e siltitos argilosos com freqüente estratificação cruzada; seixos e blocos; cor vermelho-chocolate.
Formação Tietê	Arenitos grosseiros a finos, siltitos e folhelhos; localmente, conglomerados, lentes de calcário e carvão; diamictito próximo ao topo.
Formação Gramadinho	Dois conjuntos de tilitos separados por arenitos, folhelhos e varvitos; seixos pingados.
Formação Capivari	Arenitos e siltitos, intercalações de folhelhos; conglomerados locais e seixos pingados.
Formação Elias Fausto	Tilitos e arenitos.
Formação Itu	Arenitos grosseiros e finos, conglomerados, varvitos, folhelhos e siltitos; diamictitos próximos à base.

Tabela 1 – Subdivisão do Grupo Itararé no Estado de São Paulo (BARBOSA & GOMES, 1958)

FRAKES & FIGUEIREDO FILHO (1967), em estudo na rodovia Raposo Tavares, entre Sorocaba e Itapetininga, observaram que a seqüência do Grupo Tubarão consiste predominantemente de arenitos, com estratos subordinados de varvitos, diamictitos, lamitos e folhelhos; e que arenitos espessos ocorrem na base, denominada Formação Itu e no topo, denominado Formação Itapetininga, em ciclos compostos por arenitos, arenitos intercalados com folhelhos ou camadas várnicas, lamitos e diamictitos (**Figura 2-A**), reconhecendo essa sucessão nos quilômetros 110,75 (diamictito) e 120 (arenito). Os autores afirmam ainda que os ciclos são incompletos, supondo ter havido erosão antes da deposição do ciclo mais jovem, sendo esta evidenciada pelas bases irregulares dos diamictitos. Os autores interpretaram como sendo verdadeiros *tills* os diamictitos presentes na referida rodovia, por não serem estratificados e não conterem corpos de arenitos. Os autores identificaram também uma fácies

dropstone, no quilômetro 152,5 da mesma rodovia, depositada em sedimentação subaérea.

FIG. 02

MEZZALIRA (1969), estudando testemunhos de sondagens na empresa Destilaria Schincariol Ltda., região de Itu, reconheceu nos mesmos estrias glaciais, provavelmente no contato com o embasamento. Arenitos, siltitos, ritmitos e diamictitos estão presentes nos quatro poços perfurados, com espessuras variadas, contendo fragmentos vegetais não identificáveis em arenitos, rastros de artrópodes ou vermes em ritmitos, e seixos e matacões (entre 0,3m e 1,0m) de granito em diamictitos, com indícios de terem sofrido transporte. O diamictito que apresentou estrias e face polida foi reconhecido no poço n.º 3. Os perfis dos poços 1 e 2 e 2 a 4 mostram predominância de ritmitos, siltitos e arenitos, com diamictito na base. (**Figura 3**).

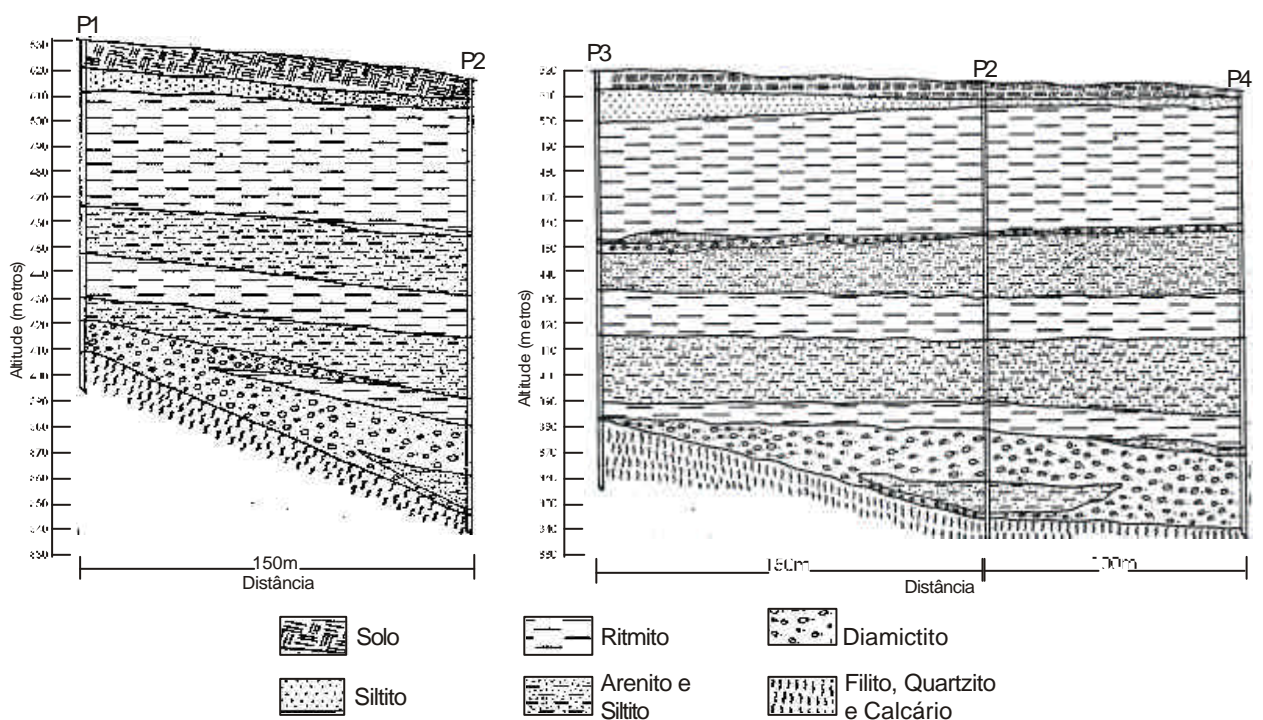


Fig. 3 - Seções com perfis dos poços próximo a Itu, interpretados por MEZZALIRA (1969),

ROCHA-CAMPOS *et. al* (1977) reconheceram, na rodovia Castelo Branco (SP-280), dois diamictitos superpostos da parte média do subgrupo Itararé, que estão separados por um pavimento de clastos associado a uma discordância erosiva. Segundo os autores, corpos cuneiformes de arenito, arenito conglomerático e mistura de diamictito e arenito, com comprimentos variáveis, estendem-se para baixo a partir da superfície de discordância, penetrando no diamictito inferior. As primeiras estruturas parecem corresponder a pseudomorfos de cunhas de gelo desenvolvidas em solo perenemente congelado durante a glaciação Gondwânica. As estruturas incluem, provavelmente, canais subglaciais e periglaciais, escavados por correntes flúvio-glaciais.

SAAD (1977) levantou oito perfis ao longo da faixa aflorante paulista do Grupo Itararé, mapeando cinco conjuntos de associações faciológicas (A a E, da base para o topo) e três associações microflorísticas, sendo que o conjunto E representaria estratigraficamente a Formação Tatuí **(Figura 2-B)**. Com base nas características litológicas e texturais dos conjuntos identificados, esse autor admite quatro fases na história tectono-sedimentar na deposição dessas rochas: a primeira abrangeria a deposição dos conjuntos A e B (de intensa atividade tectônica e de relativa calma tectônica, respectivamente); a segunda fase seria caracterizada pela reativação da atividade tectônica, onde, possivelmente, houve um levantamento gradual da borda nordeste da bacia e a deposição do conjunto C; na terceira fase seria depositado o conjunto D, com sedimentação continental gradando em direção ao sul, para condições de influência marinha; a quarta fase representaria a deposição do conjunto E, correspondendo a um período de calma tectônica, sedimentando apenas rochas de granulometria mais fina. Segundo o autor, os quatro conjuntos poderiam ser agrupados em dois ciclos com afinamento para cima (A para B e C para D) e,

nesse ponto, diverge do trabalho de SOARES *et al.* (1977), para quem o arranjo seqüencial é exatamente o oposto (dois ciclos *engrossando* para cima).

SOARES *et al.* (1977) constataram que o Itararé pode ser dividido em três pacotes, em que dominam certas litologias. No pacote inferior predominam folhelhos e ritmitos várvidos, com conglomerados, arenitos conglomeráticos e diamictitos subordinados, o pacote médio contém siltitos, ritmitos e diamictitos; e o pacote superior é dominado por arenitos grossos e conglomerados, ocorrendo também diamictitos. Os autores estabeleceram quatro conjuntos de litologias que aparecem associadas e apresentam significado genético (chamados de "associações"), relacionando-os com fácies e ambientes sedimentares do Grupo Itararé: associação I - arenitos e pelitos, imaturos, fluviais de canais de transbordamento, lacustres e paludais, portando raras camadas de carvão e calcário; associação II - diamictitos, maciços ou estratificados, arenitos e ritmitos de origem glaciônica, e retrabalhados em planícies aluviais periglaciais ou ainda em ambiente litorâneo; associação III - arenitos e siltitos com boa seleção, estruturas de corrente e de movimentos gravitacionais, depositados em plataformas deltaicas; associação IV - arenitos imaturos, lamitos, ritmitos, com abundantes feições estruturais de deslizamento, depositados em águas calmas, porém sob ação de escorregamentos e correntes de turbidez. Segundo os autores em epígrafe, a evolução ambiental foi caracterizada pela progradação da sedimentação clástica grosseira dos rios, sob a forma de lobos deltaicos, em um golfo, sobre a plataforma deltaica e sobre as partes mais profundas da bacia, em uma fase de regressão, acompanhada por avanços e recuos dos lobos glaciais e soerguimento das áreas marginais, até o assoreamento do golfo.

SAAD *et al.* (1979), na sua figura 2, ilustraram que a deposição do Grupo Tubarão ocorreu sobre um embasamento irregular, envolvendo regiões elevadas e baixas. Segundo os autores, em direção ao norte, o pacote sedimentar do Grupo Tubarão parece adelgaçar-se sobre uma ampla região positiva, provavelmente correspondente ao flanco sul do chamado Arco da Canastra, que delimitaria as margens nordeste e norte da Bacia do Paraná. Na parte mais central da área estudada pelos autores, feições mais proeminentes do

embasamento são constituídas por um elemento positivo (alto) e outro negativo (sulco), separadas por estruturas menores. O primeiro deles coincide

com o lineamento do Paranapanema (proposto por FULFARO, 1974) e corresponde a uma zona de falhas orientadas ESE-WNW, cuja atividade repetida durante o Fanerozóico teria sido responsável pela compartimentação tectônica da Bacia do Paraná, com reflexos na natureza do registro sedimentar. FULFARO (1974, *apud* SAAD *et al.*, 1977) alinha algumas evidências estratigráficas indicativas de caráter tectonicamente positivo dessa feição estrutural durante o Neopaleozóico, através da atuação dos falhamentos, e previamente a deposição do Subgrupo Itararé. Um pouco a norte do alinhamento do Paranapanema, SAAD *et al.* (1979) reconheceram uma região deprimida, onde foi depositada uma das maiores espessuras de sedimentos do Grupo Tubarão, na parte central do Estado de São Paulo, correspondente ao alinhamento Tietê (reconhecido por SAAD, 1977). Segundo os autores, evidências estratigráficas e tectônicas indicam que a sedimentação do Grupo Tubarão ocorreu provavelmente sob influência de fatores tectônicos (epirogênese) regionais (cratônicos), aos quais se associaram fatores mais locais, durante a glaciação paleozóica. Estes dizem respeito ao caráter cíclico da glaciação e suas conseqüências em termos de deformação crustal glácio-isostática. Variações laterais e verticais regionais no comportamento estratigráfico e variações texturais dos conjuntos litológicos, tendo em vista o arcabouço bioestratigráfico disponível, permitiram aos autores interpretar processos tectônicos próprios do cráton. A sua análise permitiu aos mesmos identificar cinco fases deposicionais distintas: as quatro primeiras (A, B, C, D, do Subgrupo Itararé), parecem ter decorrido em condições alternadas de tectonismo, relativamente, mais ou menos intenso, acompanhadas por um aparente deslocamento dos depocentros que sediaram taxas mais elevadas de sedimentação e subsidência. Tais circunstâncias tectônicas poderiam ter condicionado a variação na extensão máxima das ingressões marinhas registradas dentro da seqüência glacial, através da atuação diferencial dos elementos tectônicos principais e da eventual produção de barreiras geográficas.

STEVAUX *et al.* (1987) analisaram o Grupo Itararé na região do baixo rio Capivari, correspondendo à região central da área investigada por SOARES *et al.* (1977). Os autores reconheceram os três "membros" definidos por SOARES *et al.* (1977), conferindo-lhes o *status* de "Formação". Com ênfase na caracterização de aquíferos, STEVAUX *et al.* (1987) identificaram três grupos: grupo I, na parte inferior da Formação Itu, interpretado como de leque aluvial e subaquoso; grupo II, na Formação Capivari, de frente deltaica e lobo fandeltaico; e grupo III, na Formação Tietê, de canal distributário/fluviial e barra litorânea. As vazões melhorariam substancialmente em direção ao aquífero superior (Formação Tietê).

PERMIANO	GRUPO GUATA	FORMAÇÃO TATUI	Siltitos e argilitos vermelhos arroxeados, esverdeados, lentes arenosas e níveis delgados de calcário.
	GRUPO TUBARÃO	FORMAÇÃO TIETÊ	Arenito médio com estratificação cruzada de baixo ângulo e ocasionalada, níveis conglomeráticos e camadas de lamito carbonoso e delgadas níveis de carvão.
		FORMAÇÃO CAPIVARI	Arenito em lentes de pequeno a grande porte geralmente fluidizado. Lamito, folhelho e ritmito com seixos pingados, convolutos e diapirizado, Fosséis marinhos associados
		FORMAÇÃO ITU	Diamictito, conglomerados e arenito grosseiro, maciço e esferitificado, tilito, estrias glaciais, pavimentos de zlastos. Lamitos e folhelhos em menor quantidade
	CARB/SUP	EMBASAMENTO CRISTALINO	Xistos, gneisses e granitos.

Figura 4: Coluna estratigráfica da área de Capivari (STEVAUX *et al.*, 1987)

SOUZA FILHO *et al.* (1990) reconheceram seis associações faciológicas para o Grupo Itararé, na região de Campinas. A associação 1 é composta por diamictitos, geralmente assentados sobre o embasamento, conglomerados com estratificação cruzada, arenitos com estratificações cruzadas acanalada e tabular e com seixos pingados, de base erosiva e em contato com os diamictitos, sendo recoberta pela associação 2 ou 3, apresentando estrias no contato basal. A associação 2 é formada por arenitos com gradação normal, arenitos maciços, diamictitos acamados, ritmitos, lamitos acamados e lamitos maciços, podendo ocorrer sobre a associação 1 ou sobre o embasamento. A associação 3 é constituída por siltitos, folhelhos, diamictitos estratificados a espessos e calcário siltoso, assentando-se sobre as associações 1 e 2, fazendo freqüentemente *onlap* sobre os paleo-altos do embasamento. A associação 4 é formada por arenitos muito finos, arenitos com estratificação cruzada sigmoidal, conglomerados maciços, arenitos com estratificação cruzada tabular, arenitos com estratificação cruzada acanalada, lamitos, lamitos com carvão e arenitos com marcas onduladas, apresentando afinamento textural para o topo. A associação 5 é formada por diamictitos maciços, diamictitos deformados, arenitos deformados e blocos em linha (blocos decimétricos com o topo facetado e estriado, associados a diamictitos), estando bem representada nas rodovias Campinas - Capivari e Salto - Rio das Pedras. A associação 6 é constituída pelas mesmas fácies da associação 4, sendo diferenciada por ser texturalmente mais fina, sendo raras as fácies grosseiras. A seqüência sedimentar é formada, segundo os autores, por três episódios deposicionais. O primeiro corresponde à atividade glacial responsável pela esculturação do embasamento e pela deposição de seqüências glaciares e periglaciais. O segundo corresponde a um evento transgressivo síncrono com a retirada das geleiras, que permitiu o desenvolvimento de leques subaquosos nas porções baixas do relevo. Nesta, a retirada do gelo e a subida do nível de base propiciou uma seqüência retrogradante, dando a entender que a seqüência transgressiva persistiu durante toda a sedimentação da unidade. O terceiro episódio é marcado por uma rápida progradação de lobos deltaicos, que

constituem o conjunto litológico mais expressivo do Subgrupo Itararé na área abordada pelos autores.

MASSOLI (1991), em estudo na região de Sorocaba - Salto do Pirapora (no poço Geomater e em seção colunar sobrejacente) reconheceu três associações litológicas: a inferior, arenosa e em contato com o embasamento, a intermediária contendo intercalações de ritmitos, diamictitos, siltitos e argilitos, e a superior sendo portadora de arenitos e diamictitos com matriz arenosa. Pode-se notar predominância de ritmitos, siltitos e argilitos no perfil, com raras intercalações de diamictitos, com arenitos e diamictitos arenosos na base do poço, em contato com o embasamento. Sugere-se, então, uma correlação entre o poço Geomater e os poços descritos por MEZZALIRA (1969) na região de Itu.

GAMA JR. *et al.* (1992) descreveram e interpretaram fácies de *ressedimentação* do Grupo Itararé em sete afloramentos; destes, dois estão situados na Rodovia do Açúcar, próximos às cidades de Salto e Itu (antigos kms. 101 e 93,5, respectivamente). O afloramento de Salto é o mais complexo, com três associações faciológicas presentes: aqueles autores apresentam um esquema de associação de canal preenchido por fácies **Dmm** e **Fmd**, *Diamictitos* desorganizados e *Finos* maciços, com seixos pingados (nota: os "diamictitos", também incluem conglomerados e arenitos grossos com geometria sigmóide). Um outro afloramento estudado pelos autores é o da Gruta de Porto Feliz, interpretado por eles como depósitos de fluxos gravitacionais.

EYLES *et al.* (1993) propõe um arcabouço estratigráfico do Grupo Itararé em São Paulo, sugerindo o término das unidades (formações) do grupo em *onlap* contra o embasamento. Deduz-se, pela ilustração apresentada (sua figura 20) que a unidade mais nova, Formação Taciba, seria encontrada na faixa aflorante como topo do Grupo Itararé; essa proposta equivaleria a se ter a Formação Tietê (STEVAUX *et al.*, 1987) em *onlap* contra o embasamento aflorante, e não a Formação Itu (esta estaria restrita à subsuperfície).

SILVA (1995), em estudo na região de Buri e Itapeva, identificou dois conjuntos de fácies unidas por vinculação genética - um trato de fácies essencialmente costeiro, representando uma sedimentação em condições subaéreas a subaquosas, que compreende as fácies de arenitos com estratificações e laminações cruzadas, e um trato de fácies de ressedimentação, representando uma sedimentação por processos gravitacionais em condições subaquosas relativamente profundas, constituído pelas fácies de arenitos maciços, arenitos laminados com seixos pingados e diamictitos maciços.

PETRI *et al.* (1996), em subsuperfície na região do médio rio Tietê, estudaram as formações Itu (basal) e Capivari, propostas por STEVAUX *et al.* (1987). Segundo aqueles autores, a Formação Itu é basicamente arenosa a conglomerática, com alguns tilitos, e está em contato com o embasamento pré-cambriano, e a Formação Capivari é marinha, recobrando a Formação Itu através de uma superfície de afogamento.

FERREIRA (1997) define como *varvitos* apenas os ritmitos analisados em um poço de Rafard. No caso de Itu, a autora não reconhece a sazonalidade anual definidora das varves, mas propõe um modelo de lago proglacial (do tipo sem contato com o gelo) preenchido por depósitos deltaicos.

ROSADA JR. (1999) identificou cerca de dez sucessões faciológicas portadoras de diferentes modelos fluviais, deltaicos e mesmo turbidíticos (associados a frentes deltaicas, sob influência glacial), nas rodovias do Açúcar / SP-79 e Marechal Rondon.

SOUZA (2000) identificou três biozonas para o Grupo Itararé para a porção nordeste da Bacia do Paraná: *Ahrensia sporites cristatus* (Westphaliano - grãos de pólen); *Potoniae sporites neglectus* (Stephaniano - esporos); *Vittatina* (Asseliano/Sakmariano), mostrando que a sedimentação Itararé se deu entre o final do período Carbonífero e o início do Período Permiano.

5 - ESTRATIGRAFIA DO GRUPO ITARARÉ

Ilustram-se, neste capítulo, os resultados dos trabalhos de campo realizados entre as cidades de Itapetininga e Araçoiaba da Serra, na rodovia Raposo Tavares (SP-270) e no acesso a Alambari, a partir da rodovia SP-127, onde foram selecionados, respectivamente, 37 e 11 afloramentos, plotados em perfis topográficos das rodovias supracitadas (ver **Figura 1**).

Serão apresentadas, inicialmente, as associações faciológicas encontradas, e em seguida uma tentativa de empilhamento do Grupo Itararé a partir de diversos segmentos que compõem as rodovias.

5.1 - Fácies Sedimentares

Na rodovia Raposo Tavares (SP-270) e no acesso a Alambari, são encontradas doze fácies, sintetizadas na **Tabela 2** e descritas a seguir. As fácies são ilustradas ao final do capítulo (**Figuras 5 a 13**).

As fácies podem ser enquadradas em três classes litológicas, a saber:

A - classe de ritmitos e pelitos, com as fácies **Re, Rd, Se, Ss e FS**.

B - classe de arenitos, com as fácies **Aal, Aar, Aat, As(w) e Ar**.

C - classe de conglomerados e diamictitos, com as fácies **CAD e D**.

Sigla	Ponto RT	Descrição das Fácies	Figura
Re	03, 22	Ritmito areno-argiloso espesso (15cm a 50cm), com seqüência Bouma Tabc (turbidito). Assentado sobre ritmito de espessura irregular (10 a 60cm), deformado provavelmente por escorregamento (foto 5B). Também camadas espessas (30cm a 1m) com seqüência Bouma Tab.	5A, 5B
Rd	01, 05, 22	Ritmito areno-argiloso delgado (espessura milimétrica), com aleitamento gradacional (turbidito) ou passagem abrupta (varvito) dessas litologias. Ocorrem também no acesso a Boituva, com deformações por escorregamento; no rio Sorocaba (rodovia Boituva - Iperó), e nas proximidades de Itu (Cerâmica Colonial e Parque do Varvito).	5A
Ss	09	Siltito com escorregamento (<i>slump</i>), localmente pseudonódulos arenosos e raros seixos pingados	7A
Se	07, 08 (base)	Siltito estratificado, com nível de concreções (ponto RT-07)	6A, 7C
FS	06, 25, 29, 31, 32, 34	Siltito e folhelho, pobremente laminado ou aspecto rítmico, em parte com concreções fossilíferas (ponto 6).	6B, 8C, 10B, 11B, 13A / 13C
Aal	24, 35	Arenito médio a grosso, em parte conglomerático, gradando a arenito laminado e arenito com laminação cruzada clino - ascendente (em parte rítmico, com siltito). Também ocorre na base do perfil da rodovia de acesso a Alambari, com espesso arenito (10 metros) médio a grosso com estratificação cruzada acanalada.	8B, 10B, 10C
Aar	14, 17, 19, 25	Arenito médio / grosso a muito fino, com estratificação cruzada acanalada e laminação cruzada clino - ascendente. A base é acanalada, e no ponto RT-17 tem espessura de 8 metros e é recoberto por diamictito.	8B, 9B, 10B
Aat	28, 31	Arenito fino a médio, com laminação plano - paralela seguida de estratificação cruzada acanalada a tabular, de geometria lenticular (base plana e topo convexo).	12A
As(w)	02	Arenito médio a muito fino, com estratificação cruzada sigmóide e, em parte, laminação cruzada por ondas e <i>flaser</i> . Espessura variável dos estratos (de 15cm a 60cm).	5C
Ar	14, 15, 25, 29, 30, 34	Arenito muito fino com laminação cruzada clino - ascendente, em parte com geometria sigmóide (RT-25) ou com <i>drapes</i> argilosos (ponto 30), em parte rítmico, com siltito (RT-15, RT-32, RT-34).	8B, 8C, 10A, 11A, 11B, 12B, 12C, 13A, 13C
CAD	08, 10, 17, 19	Conglomerado, arenito grosso com estratificação cruzada acanalada e sigmóide, e diamictito.	6A
D	09 / 14, 17 / 19, 27 / 29, 25, 31, 36, 37	Diamictito avermelhado a cinza escuro, maciço a estratificado e localmente com concreções. Contém intercalação de arenito grosso a conglomerático com estratificação cruzada (ponto 29).	7C, 9B, 10A, 11A

Tabela 2: Descrição das fácies identificadas para o Grupo Itararé na área de estudo

Classe de ritmitos e pelitos

Os ritmitos apresentam-se como pares areno-argilosos de espessura variável, em escala milimétrica, Rd (ritmito delgado *thin bedded*) e decimétrica, Re (ritmito espesso, com espessura dos estratos entre 5cm e 1m).

Dentre os pelitos, destacam-se fácies sílticas (Se, Ss) e síltico-argilosas (FS).

Fácies ritmito arenoso espesso (Re)

O ritmito arenoso espesso (**Re**) consiste de pares arenito-folhelho com aleitamento gradacional e espesura dos pares comumente entre 15cm e 50cm, e alcançando 1,0m. Duas classes de espessura são visíveis entre 15cm e 50cm e ilustradas na figura **5-A** (ponto RT-03), respectivamente na base e no topo (ver também figuras **26-B e 26-A**). Abaixo desses ritmitos, no mesmo ponto RT-03, observam-se ritmitos deformados (por escorregamento ?), na figura **5-B**. No ponto RT-22 ocorrem ritmitos semelhantes, que serão tratados no capítulo Reservatórios (figura **25**). Trata-se de depósitos de suspensão (turbiditos), que apresentam boas características petrofísicas.

Fácies ritmito areno-argiloso delgado (Rd)

Tal fácies consiste de pares arenito-folhelho em escala milimétrica. Este termo também incluiria os **varvitos**, onde a passagem do arenito ao folhelho é abrupta, ao contrário do mesmo contato em **turbiditos delgados**, que é de natureza gradacional. Ocorrem intercalados em ritmitos arenosos espessos (**Re**), onde sua espessura de 3,5cm ou 50cm envolvem numerosos pares: isso está bem demonstrado no ponto RT-03, figura **5-A** (ver também ponto RT-22, figura **25**).

Fácies siltito com escorregamento e pseudonódulos arenosos

(Ss)

Esta fácies foi encontrada localmente no ponto RT-09, com espessura de 10 metros. Consiste de siltito com feições de escorregamento (*slump*) comumente exibindo pseudonódulos arenosos; clastos caídos (*dropstones*) são raros (figura **7-A**). Estão associados a diamictitos estratificados, que também exibem, feições de remobilização gravitacional: nota-se a posição inclinada da concreção inferior da figura **7-B**.

Fácies siltito estratificado (Se)

Essa fácies é parecida com a fácies siltito-folhelho (**FS**), exceto pelo caráter mais laminado desta última. Observada no ponto RT-07, apresenta um aspecto maciço e blocoso, que mascara sua estratificação; também mostra nível com concreções calcíferas (ponto RT-06). Provavelmente é de origem marinha.

Fácies folhelho e siltito (FS)

Estes pelitos apresentam laminação horizontal pouco distinta, figuras **7-C** (parte inferior) e **11-B**. Localmente tais litologias apresentam um aspecto "rítmico", onde se destacam concreções com peixes (figura **6-B**) e são geneticamente ligadas à fácies **Se**: representam um ambiente marinho portador de foraminíferos e coprólitos, além dos citados peixes (SAAD, 1977). Essa fácies é parecida com a fácies siltito-folhelho (**FS**), exceto pelo caráter mais laminado desta última. Observada no ponto RT-07, apresenta um aspecto maciço e blocoso, que mascara sua estratificação; também mostra nível com concreções calcíferas (ponto RT-06). Provavelmente é de origem marinha.

Classe de arenitos

Cinco classes ilustram os arenitos observados no Grupo Itararé (aqui não se incluem os ritmitos arenosos espessos **Re**), vistos no item anterior): quatro desses arenitos são médios a grossos, com estratificação cruzada, gradando a arenitos muito finos (fácies **Aal, Aar, Aat e As(w)**), enquanto a quinta fácies é de arenito com laminação cruzada clino - ascendente, bastante comum (**Ar**).

Fácies arenito com estratificação cruzada e laminação horizontal (Aal)

A fácies **Aal**, tipicamente representada nos pontos RT-24 e RT-35, consiste de arenitos grossos, com lâminas conglomeráticas ou clastos argilosos arredondados, portando estratificação cruzada acanalada, e que passam verticalmente a arenitos finos com laminação paralela; essa granodecrescência pode culminar com arenitos e siltitos avermelhados com laminação cruzada clino - ascendente (figura **10-C**). Sua origem fluvial é retomada no capítulo sobre Reservatórios (ver figuras **33-A, B, C**).

Fácies arenito com estratificação e laminação cruzadas (Aar)

Esta fácies é bastante parecida com a anterior, exceto pela falta de arenitos laminados interpostos entre os arenitos com estratificação cruzada e com laminação cruzada. As figuras **8-B** e **9-B** (pontos RT-14 e Rt-19) ilustram esse tipo, também de origem fluvial. Outras ilustrações podem ser observadas no capítulo sobre Reservatórios (figura **34-C**, ponto AI-09).

Fácies arenito com estratificação cruzada sigmóide (As)

Tratam-se de arenitos finos e médios, com estratificação cruzada sigmóide (**As**), localmente modificada por ondas (**As(w)**): neste caso (ponto RT-02), nota-se, no topo dos estratos sigmóides, retrabalhamento por ondas realçado por *flaser* argiloso (figura 5-A). Nota-se no perfil da figura 5 que a fácies **As(w)** prograda sobre turbiditos (fácies **Re** e **Rd**), refletindo condições deltaicas para aquela fácies.

Arenitos sigmóides (**As**) tipicamente deltaicos são ilustrados no capítulo Reservatórios, em dois pontos da rodovia de acesso a Alambari (pontos AI-04 e AI-06, figuras 29-A, B e 29-D). Nota-se a presença de laminação cruzada clino - ascendente associada às sigmóides.

Fácies arenito com laminação cruzada clino - ascendente (Ar)

Esta é uma das fácies mais comuns no Grupo Itararé; os arenitos com laminação cruzada clino - ascendente podem progredar sobre folhelhos (ponto RT-29, figura 11-B, ou ponto RT-32, figura 13-C) ou assentar-se diretamente em diamictitos (figura 11-A).

Espessos corpos da fácies **Ar** podem conter *drapes* argilosos (ponto RT-30, figuras 12-B, C) ou cada estrato gradar a siltitos, dando um aspecto rítmico (ponto RT-15, figura 8-C). Em todos os casos, a fácies é indicativa de condições de frente deltaica.

Fácies arenito com estratificação cruzada tabular (Aat)

Tal fácies ocorre em corpos pouco espessos, em torno de 2-3m, basicamente em dois pontos da rodovia Raposo Tavares: RT-28 e RT-31. No primeiro ponto, nota-se que o arenito médio com estratificação cruzada assenta-se em arenito fino, laminado; no segundo caso, ilustrado na figura 12-A, a fácies **Aat** prograda sobre arenitos muito finos de frente deltaica (**Ar**), e é recoberta por diamictito. Assim, é bastante sugestiva uma origem como distributário deltaico ("barra de foz") para tal fácies.

Classe de conglomerados e diamictitos

Duas fácies completam o presente quadro, atestando condições glaciais na área: a associação conglomerado - arenito - diamictito, **CAD**, e a fácies diamictito, **D**.

Fácies conglomerado - arenito - diamictito (CAD)

Três afloramentos ilustram essa fácies. O ponto RT-8 mostra uma geometria de canal, com diamictito ou conglomerado na base, sucedidos por arenito sigmoidal (figura **7-C**). Nos outros pontos, RT-10 e RT-17, nota-se claramente a forma de canal e o seu preenchimento por conglomerado, arenito e diamictito, em ordem ascendente. (figuras **8-A** e **9-A**). No último ponto é marcante uma passagem lateral das fácies **CAD** para um arenito fluvial (**Aar**), e um recobrimento de ambos por diamictito, assim, é sugestiva uma origem fluvial de alta energia retrabalhando depósitos glaciais prévios.

Fácies diamictito (D)

A fácies diamictito, que também será ilustrada em três pontos distintos da rodovia Raposo Tavares, raramente alcança espessura superior a 10 metros. Comumente, os diamictitos recobrem, como um "afogamento" transgressivo, depósitos de frente deltaica e fluviais. No primeiro caso, ponto RT-25, nota-se um lobo sigmoidal (fácies **Ar**) recoberto por um corpo de diamictito (figura **10-A**), enquanto no segundo um corpo arenoso fluvial é que sofre o recobrimento (ponto

RT-19, figura **9-B**); outro exemplo deste último tipo foi citado no item anterior, ponto RT-17 (ver ilustração na figura **34-A,B**). um último caso, pouco usual, associa diamictitos estratificados portando concreções, a siltitos com escorregamento e pseudonódulos (ponto RT-09, figura **7-A,B**).

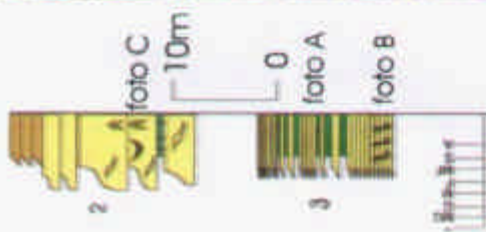


FIGURA 05

- A. Ritmito delgado, **Rd**, entre ritmitos espessos, **Re** (RT-03). Caneta: 14cm.
- B. Ritmito espesso deformado (escorregamento), facies **Re** (RT-03)
- C. Arenito médio a grosso com estratificação sigmóide e laminação cruzada por ondas com **fíaser argiloso**, **As(w)** (RT-02). Enxada: 1,2m



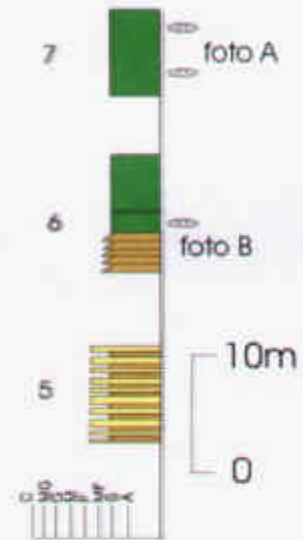


FIGURA 06

- A.** Siltito estratificado, **Se**, com nível de concreção (topo da enxada) (RT-07). Enxada: 1,2m
- B.** Siltito-folhelho rítmico (mm), finamente laminado, "várvido", portando concreções com peixes (setas), fácies **FS**, (RT-06).



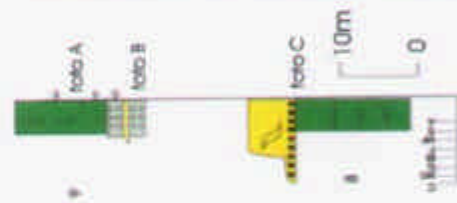


FIGURA 07

A. Siltito escorregado com pseudonódulos, **Ss** (RT-09).

B. Diamictito estratificado com concreções, **D** (RT-09).

C. Siltito estratificado, **Ss**, sobreposto abruptamente por diamictito, **D** (RT-08).

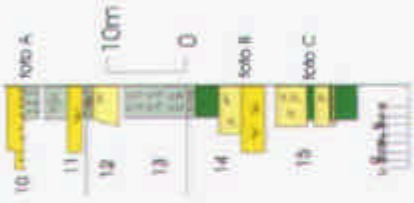


FIGURA 08

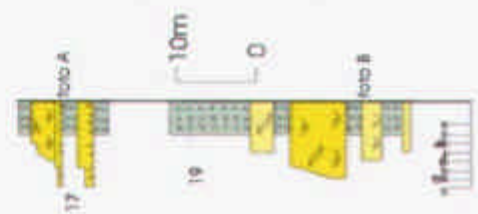
- A.** Conglomerado arenito sigmoidal e diamictítico, fácies CAD (RT-10).
- B.** Arenito com estratificação cruzada, Aar, sobreposto por arenito muito fino e siltito, Ar (RT-14).
- C.** Arenito muito fino gradando a siltito, com aspecto rítmico, Ar (RT-15.)



FIGURA 09

A. Conglomerado, arenito e diamicítico, CAD (RT-17)

B. Arenito com estratificação cruzada acanalada, Aar, e diamicítico, D (RT-19)



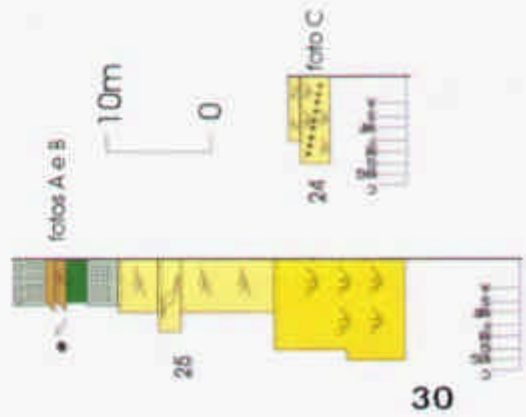


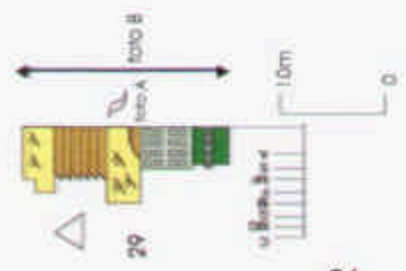
FIGURA 10

- A.** Arenito muito fino, geometria sigmoidal, Ar, sob diamictito, D (RT-25).
- B.** Arenito róseo com estratificação cruzada acanalada, Aar, sobre siltito, FS (RT-25).
- C.** Arenito com estratificação cruzada acanalada passando a laminação paralela e cruzada clino - ascendente, fácies Aal (RT-24).



FIGURA 11

- A.** Arenito com laminação cruzada clino - ascendente, Ar, assentado em diamictito com lente conglomerática (C), fácies D (RT-29).
- B.** Siltito cinza escuro e diamictito (D) com lente de arenito grosso (A), fácies FS e D; siltito (S) gradando a arenito muito fino (R), fácies FS e Ar (RT-29).



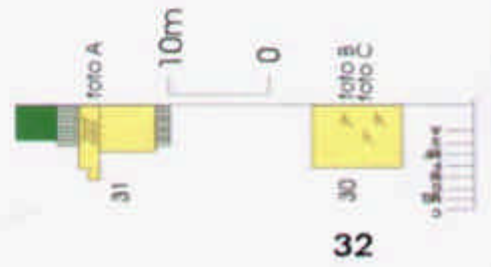


FIGURA 12

A. Arenito com estratificação cruzada tabular, Aat, recoberto por diamictito estratificado, fácies D (RT-31).

B, C. Arenito com laminação cruzada clino - ascendente, Ar, drapes argilosos (setas) (RT-30)

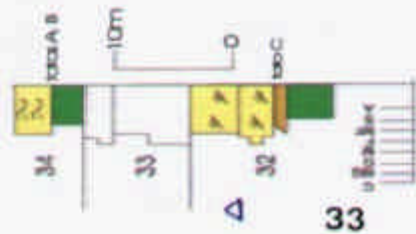


FIGURA 13

- A.** Siltito cinza escuro, FS, gradando a interlaminação arenito-folhelho e arenito, Ar (RT-34).
- B.** Detalhe da parte superior da figura 13-A.
- C.** Siltito (S) recoberto por arenito com laminação cruzada clino - ascendente e drapes silticos, Ar (RT-32).

5.2 - Estratigrafia

Os 48 afloramentos estudados (37 na rodovia Raposo Tavares e 11 na de acesso a Alambari) foram plotados em mapa e em perfil topográfico (**figura 14**). Como as rodovias são orientadas oeste-leste, utilizou-se do mergulho regional da Bacia do Paraná ($0,5^{\circ}$) para se tentar correlacionar os afloramentos. Assim, obteve-se o empilhamento dos afloramentos segundo perfis parciais (adotando-se as cotas topográficas dos mesmos), dispostos ao longo de quatro segmentos da rodovia Raposo Tavares (**Figuras 15 a 18**) e um na rodovia de acesso a Alambari (**Figura 19**).

Na segunda parte desse capítulo, elaborou-se um perfil completo para o Grupo Itararé (**Figura 20**), onde o empilhamento é comparado e completado com os perfis de três sondagens ao longo da rodovia Raposo Tavares (poços PC-15, Geoplan e Geomater).

Finalmente, buscou-se correlacionar o perfil estratigráfico da rodovia Raposo Tavares com outros levantados anteriormente, nas rodovias do Açúcar / José Ermírio de Moraes (SP308 - 79) e Marechal Rondon (SP-300). O quadro obtido, de um modo geral, é próximo do proposto por SOARES *et al.* (1977); entretanto, a distinção entre as formações Capivari e Tietê ainda carece de melhor definição, principalmente na rodovia objeto desta pesquisa.

Portanto, a rodovia Raposo Tavares (SP-270), entre Araçoiaba da Serra e Itapetininga (**Figura 14**), foi dividida em **quatro segmentos**, sendo apresentados os seus empilhamentos parciais a seguir.

FIG 14

1º segmento

O primeiro segmento, formado pelos pontos RT-01 ao RT-09, foi dividido em três seções colunares (com cotas topográficas): do RT-04 ao RT-01, do RT-05 ao RT-07 e do RT-08 ao RT-09 (**Figuras 14 e 15**).

Os sete primeiros pontos e parte do RT-08 representam um sistema deposicional marinho, composto por duas associações faciológicas: **(a)** ritmitos areno-argilosos espessos (turbiditos) e **(b)** siltitos / folhelhos em parte rítmicos (escala milimétrica). Parte do RT-08 e o RT-09 apontam para um sistema glacio-transicional, composto por três associações faciológicas.

(a) No sistema marinho de ritmitos espessos, pode-se identificar duas sucessões faciológicas: **a**: um perfil progradante com fácies de ritmitos espessos, **Re** (RT-04 e RT-03) recoberta por arenitos sigmoidais, **As(w)** (RT-02), e **b**: uma sucessão agradante de ritmitos delgados e siltitos (**Rd, FS**). A progradação inicial culmina com estratos de arenito sigmoidal, modificados por ondas no topo, de origem deltaica ou estuarina; segue-se um "afogamento" transgressivo para cima, retornando às condições marinhas (ritmitos e folhelhos) [Figura 15]. A sucessão agradante é formada por ritmitos delgados de siltito e folhelho, em escala milimétrica (**Rd**), e por siltitos e folhelhos (**Fs, Se**). Fósseis marinhos foram encontrados no RT-06 (peixes em concreções, foraminíferos arenáceos e coprólitos - SAAD, 1977; LIMA *et al.*, 1976).

Um modelo deltaico, progradando sobre turbiditos foi descrito recentemente no Eoceno de Svalbard. Cliniformas de arquitetura deposicional indicam uma paleoprofundidade de para a Bacia, provavelmente maior do que a do Itararé.

FIG 15

(b) O segundo sistema, de origem glacial, é composto pelas fácies conglomerado, arenito e diamictito, **CAD** (RT-08), diamictito, **D** e siltito com escorregamento, **Ss** (R-09, **figura 15**). Tal sucessão indica uma tendência de afinamento para cima, retrogradante, que se inicia com a fácies **CAD** em contato erosivo com os sedimentos marinhos sotopostos (um provável limite de seqüência deposicional) e culmina com a fácies de siltito com escorregamento,

pseudonódulos arenosos, e ocasionalmente clastos caídos (*dropstones*), de provável ambiente marinho.

2º segmento

O segundo segmento inclui os afloramentos RT-10 a RT-20, e é formado por quatro associações faciológicas principais (**Figuras 14 e 16**).

(a) sucessão granocrescente a granodecrescente, com as fácies **FS, Ar, Aar, Ar e D**, de origem deltaica (RT-15 e RT-14).

(b) sucessão agradante, com as fácies **Aar e Aal**, de origem fluvial, em parte com intercalações da fácies **Rd** (RT-20), indicando também a presença de fácies subaquosa (marinha ou lacustre, transgressiva).

(c) diamictito maciço (aproximadamente 10 metros) presente nos RT`s 13, 18 e 19, de provável origem glacio - transicional.

(d) diamictito com intercalações de conglomerado e arenito grosso a muito fino (fácies **CAD ou D + Aal**, pontos RT`s 10, 17 e 19), interpretado como de origem flúvio - glacial. Diamictitos dos pontos RT`s-11, 17 e 19 foram interpretados como *ground moraine* por FRAKES & FIGUEIREDO (1967).

Concluindo, o segundo segmento é formado por uma sucessão deltaica basal, seguida por um conjunto de sucessões flúvio - glaciais a glácio - transicionais.

FIG 16

3º segmento

O terceiro segmento é constituído pelos pontos RT-21 ao RT-25, em um trecho da rodovia que é pobre em afloramentos (entre os vales dos rios Sarapuí e Alambari). Cinco sucessões faciológicas podem ser reconhecidas, sendo que três delas ocorrem no ponto RT-25 (**Figuras 14 e 17**).

No ponto RT-21, um afloramento aberto para a instalação da praça do pedágio (hoje coberto por grama) consta de duas sucessões faciológicas em um arranjo granodecrescente maior: **(a)**: arenito da fácies **Aar** é recoberto por ritmitos delgados (lembrando varvitos) e um diminuto diamictito, refletindo condição fluvial e glácio - lacustre "transgressiva"; **(b)**: no topo, arenitos maciço e com laminação cruzada intercalam-se com ritmitos delgados (fácies **Re, Ar, Rd**), indicando turbiditos semelhantes aos do ponto RT-22 (**Figura 17**).

O ponto seguinte, RT-22, consta de um expressivo conjunto de turbiditos com um arranjo geral progradante (fácies **Rd, Re - Rd e Re**). Tais depósitos de suspensão, semelhantes aos do ponto RT-03, serão detalhados no capítulo Reservatórios.

O ponto RT-24 emenda com o intervalo inferior do ponto RT-25, formando um conjunto das fácies **Aal e Aar**, indicativo de condições fluviais (ver item Reservatórios).

As duas grandes sucessões faciológicas restantes ocorrem no RT-25: deltaica, com as fácies **Ar** e localmente **As**, e glaciomarinha / deltaica, com as fácies **D, FS, Rd e Ar**.

Em resumo, todo o conjunto de pontos (**Figura 17**) indica dois contextos transgressivos, formados pelos pares fluvial - glaciolacustre e turbidito, abaixo, e fluvial - deltaico e glaciomarinho, acima.

FIG 17

4º segmento

O quarto segmento consta de um espesso intervalo quase contínuo (cerca de 130 metros) da parte superior do Grupo Itararé (RT-26 ao RT-37, excluindo-se o RT-30 do citado empilhamento) [**Figuras 14 e 18**].

Todo o intervalo é bastante simples, sendo formado por sucessões deltaicas sob influência glacial (RT`s 26 ao 33) e, secundariamente, sucessões flúvio- deltaica (RT`s 34 e 35) e glacial (RT`s 36 e 37).

As sucessões deltaicas constam de perfis granocrescentes, como os três formados pelas fácies **Rd** e **Ar** (RT`s 26/27, 29 e 32/33), e outros dois com as fácies **Ar** e **Aat** (RT`s 31 e 28). De um modo geral, essas sucessões são recobertas por diamictitos, que refletem uma situação de "afogamento" transgressivo sob condições glaciais (reco de geleiras?).

A sucessão flúvio - deltaica, com as progradações das fácies **Ar** e **Aal**, é também recoberta por diamictito glacial. Este último completa o perfil, da parte superior do Grupo Itararé, com uma espessura superior a 20 metros (**Figura 18**).

FIG 18

Os perfis de Alambari e do poço PC-15

A **figura 19** ilustra uma tentativa de correlação para três perfis levantados na parte superior do Grupo Itararé e "amarrados" às cotas topográficas: rodovias Raposo Tavares (RT`s 25 a 37) e de acesso a Alambari (AL`s 01 a 11), e o poço PC-15.

Tal perfil da rodovia Raposo Tavares, apresentado anteriormente nas figuras **17** (RT-25) e **18** (RT`s 26 a 37), foi sintetizado a partir das correlações e projeções obedecendo ao mergulho regional (**Figura 14**). A seção colunar apresentada tem quase 140 metros de espessura, valor este bastante semelhante ao do perfil da rodovia de acesso a Alambari. Cerca de 100 metros foram perfilados pelo poço PC-15 (descontados 20 metros do topo do poço), que podem ser correlacionados com os dois perfis de superfície acima citados (**Figura 19**).

Os perfis das rodovias Raposo Tavares e do acesso a Alambari apresentam uma espessa seção fluvial na base (RT`s 24 e 25 e AL-01), que é recoberta por um corpo de diamictito (provavelmente glaciomarinho, com cerca de 30 metros), ou por siltito, ritmito delgado e diamictito. Segue uma espessa sucessão de ciclos deltaicos, com progradação seguida de retrogradação, esta geralmente sendo representada por diamictito. A espessura média dos ciclos é de 15 metros que, acrescida de cerca de 2 metros de diamictito, reflete provável paleobatimetria em torno de 20 metros (descontada a compactação). Também, a tendência à diminuição da espessura dos ciclos, para o topo, está provavelmente refletindo uma tendência geral transgressiva, que culmina com o espesso diamictito do topo do Grupo Itararé (quase 25 metros).

FIG 19

5.3 - O perfil estratigráfico do Grupo Itararé na SP- 270

Compondo e correlacionando os afloramentos do Grupo Itararé e com o uso do mergulho regional (**Figura 14**), obteve-se um empilhamento estratigráfico para a rodovia Raposo Tavares, entre Araçoiaba da Serra e Itapetininga (**Figura 20**). A espessura obtida para a unidade, ao longo da citada rodovia, é de 560 metros, somando-se:

- 140 metros da parte superior (até a base do ponto AL-01, **Figuras 14 e 19**);
- 150 metros do poço Geoplan, iniciando na mesma cota que a da base do ponto AL-01 (**Figuras 14 e 21**);
- 40 metros, da projeção da base do poço Geoplan até o ponto RT-04, praticamente o ponto mais baixo em superfície (**Figura 14**);
- 230 metros, do poço Geomater, cujo início situa-se em cota próxima àquela da base do ponto RT-04 (**Figuras 14 e 22**), e que atinge o embasamento.

A **figura 20** ilustra o empilhamento tentativo de superfície para o Grupo Itararé. Tal perfil é completado com o do poço Geomater, que se inicia em cota semelhante à do ponto RT-04 (**Figura 21**). Conquanto, se pode estabelecer, no meio do ponto RT-08, o contato entre as formações Itu e Capivari, sendo difícil a distinção entre as formações Capivari e Tietê. Sugere-se tal contato entre os

pontos RT-22 e RT24 / RT-25, ou seja, entre os turbiditos do primeiro ponto e a espessa seção fluvial sobreposta, equivalente à da base do perfil de Alambari (**Figura 19**); a quebra correspondente do poço Geoplan poderia se situar a 54 metros (**Figura 22**).

A **Formação Itu** é representada pela espessa seção de ritmitos e siltitos / argilitos do poço Geomater, intervalo 630/410m (MASSOLI, 1991), complementada pelos afloramentos RT-01 a RT-08 (**Figuras 20 e 21**). Exceto pelo pequeno intervalo basal (425/410m), a unidade é amplamente dominada por depósitos marinhos, sob influência glacial, tendo um marcante episódio deltaico / turbidítico próximo ao topo (RTs 04 a 01 - **Figura 20**).

A **Formação Capivari** consiste de um complexo depósito flúvio - glacial e deltaico, na base (RT`s 8 (parte) a 14), em seguida sob maior influência glacial (RT`s 13 a 18, e parte do RT-21). Diamictitos interpretados como *ground moraines* foram descritos nos pontos RT-11, RT-17 e RT-19 por FRAKES & FIGUEIREDO (1967). O quadro completa-se com a seção de turbiditos do ponto RT-22 (**Figura 20**). O perfil do poço Geoplan mostra numerosos ciclos de provável origem deltaica, excetuando possivelmente os quinze metros basais (diamictito ? - **Figura 22**).

A **Formação Tietê** apresenta depósitos fluviais (base do ponto RT-25), deltaico - glaciais (topo do ponto RT-25 ao RT-35) e provavelmente glaciomarinhos (RTs 36 e 37), numa evolução aproximadamente transgressiva. Também aqui FRAKES & FIGUEIREDO (1967) reportam *ground moraines* nos pontos RT-25 e RT-31, bem como diamictitos associados a "chuva de detritos" e fluxo de lama, nos pontos RT-31 e imediatamente acima do RT-35.

FIG 20

FIG 21

FIG 22

5.4 – Correlação Estratigráfica do Grupo Itararé

A Formação Itu está bem representada na porção leste da rodovia Raposo Tavares., próximo a Araçoiaba da Serra (pontos RT-01 a RT-09), e principalmente na sondagem Geomater. A mesma unidade é reconhecida nas rodovias SP-79 (José Ermírio de Moraes) e SP-300 (Marechal Rondon), próximo a Salto (inclusive nas sondagens descritas por Mezzalira, 1969 (**Figura 3**)).

A Formação Capivari provavelmente estende-se entre os pontos RT-08 e RT-22 se correlaciona com as seções arenosas e areno-argilosas rítmicas (turbiditos), respectivamente da área de Porto Feliz e da SP-300 (com o acesso a Boituva). Esta unidade ocorre na rodovia SP-308 (do Açúcar), entre Salto e Capivari, e seu contato superior, com a Formação Tietê, não está claramente definido.

A Formação Tietê está bem representada na localidade homônima, próximo a SP-300, com predominância de arenitos e siltitos de origem deltaica e

fluvial, e diamictitos glaciais (ROCHA-CAMPOS, tilito de Jumirim). São também bastante expressivas as sucessões cíclicas deltaico-glaciais e subordinadamente flúvio - glaciais observadas na rodovia Raposo Tavares a oeste do acesso a Alambari (a partir da SP-127). A referida formação está mal representada na rodovia do Açúcar, pela pobreza de afloramentos.

A Formação Itu é correlacionada ao intervalo AB de SAAD (1977), por meio do intervalo marinho comum aos perfis (RT-06, **Figura 15 e**). O topo do segundo ciclo transgressivo (intervalo CD) daquele autor também é comparado com o topo da Formação Tietê deste trabalho (**Figuras 18 e 20**)

6 - RESERVATÓRIOS

Os afloramentos estudados nas rodovias Raposo Tavares (SP-270), Alambari, Marechal Rondon (SP-300), e do Açúcar (SP-308) e SP-79 (José Ermírio de Moraes) podem ser divididos em três modelos de sucessão faciológica, representando as principais rochas-reservatório presentes no Grupo Itararé. Tais sucessões são de origem fluvial, deltaica e turbidítica.

Os depósitos de turbiditos estão presentes nas formações Itu e Capivari, enquanto os modelos deltaico e fluvial encontram-se nas formações Capivari e Tietê.

6.1 - Reservatórios turbidíticos

Na Rodovia Raposo Tavares, a seção de reservatórios turbidíticos ocorre nos afloramentos RT-03 e RT-22.

Espessas seções com turbiditos ocorrem nas rodovias Raposo Tavares (pontos RT-03 e RT-22) e no acesso a Boituva (a partir da SP-300) (**Figura 23**). Os turbiditos arenosos fazem parte de sucessões progradantes, como no RT-22, ou agradantes, neste caso recobertos por arenitos deltaicos (**Figuras 15, 23**). No acesso a Boituva, o perfil é basicamente retrogradante, a partir de arenitos liqüefeitos (**Figura 23-C**). Esse tipo de depósito, turbiditos conectados a desembocaduras deltaicas, foi descrito recentemente no Paleógeno de Spitsbergen (MELLERE *et al.*, 2002).

As camadas arenosas têm espessura individual entre 7cm e 75cm, e intercalam-se com ritmitos delgados de siltito arenoso e folhelho (pares milimétricos) [**Figuras 25 e 26**].

Os arenitos são muito finos a médios, com a moda em **areia fina**, seleção regular, semifriáveis, e prestam-se à análise granulométrica. Os estratos são maciços ou mostram seqüência Bouma Tac, e têm geometria tabular.

É interessante a presença de *drapes* argilosos e mesmo de *flaser*, no topo dos arenitos, sugerindo contexto raso e retrabalhamento marinho (ponto RT-22).

Alguns estratos apresentam feição de acanalamento (**Figura 26-B**), e outros exibem amalgamação dos estratos arenosos e geometria "compensativa" (**Figura 26-C**).

Quatro afloramentos da rodovia Raposo Tavares se prestaram à análises granulométricas, as quais revelam arenitos finos, seleção regular, e teor de finos variando entre 14% e 8%. A amostra RT-03 "delgada" (espessura do

turbidito de 10cm) revelou seleção entre regular e má (**Figura 24**). Ressalta-se que os dados de seleção foram obtidos pelo cálculo de $(F84 - F16) / 2$, onde as porcentagens de F84 e de F16 são obtidas na curva de porcentagem acumulativa (**Figura 55**). Os dados texturais, acoplados a uma diagênese favorável, revelam bons reservatórios.

FIG 23

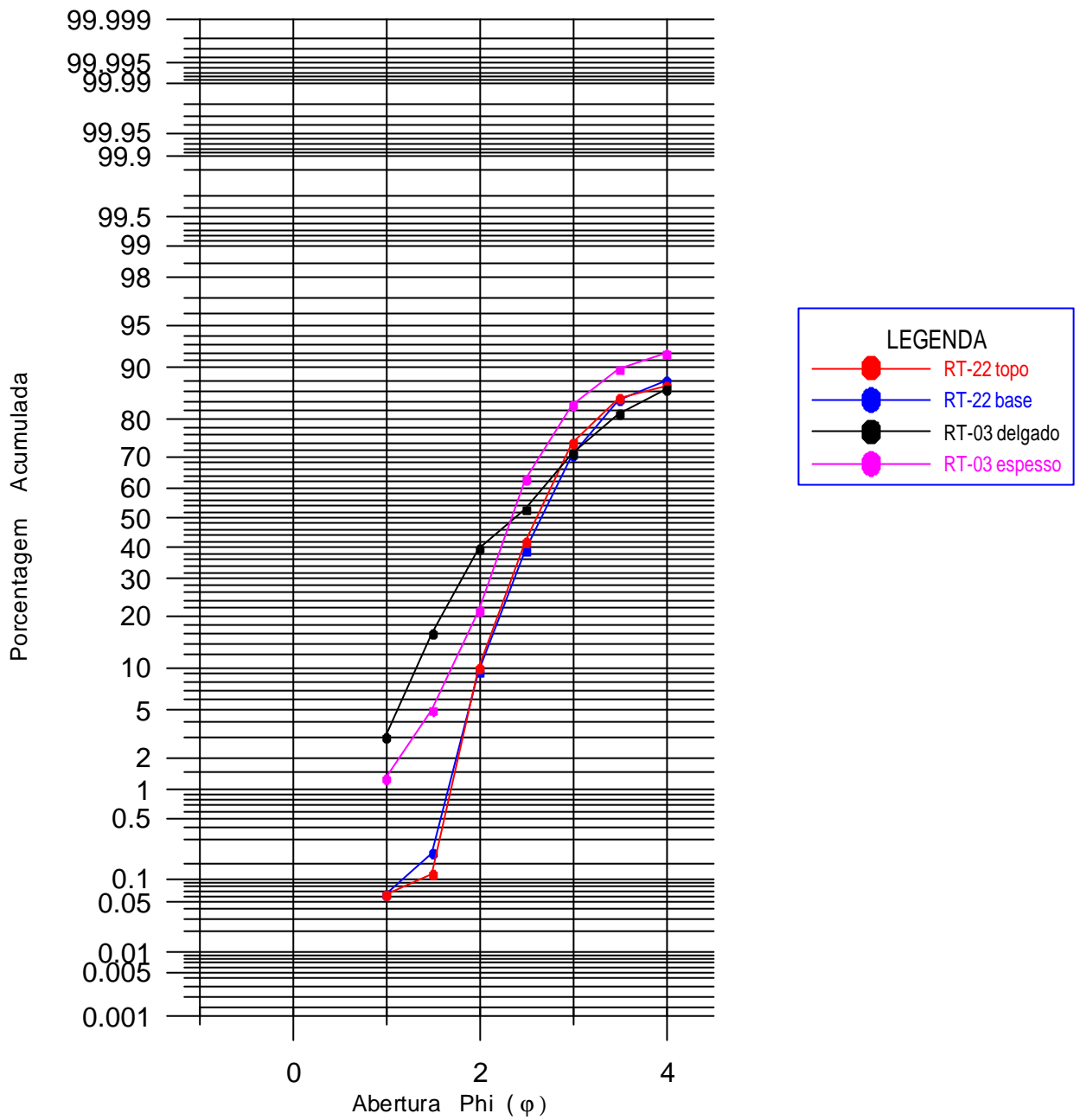


Figura 24: Curvas acumulativas, com ordenada de probabilidade, de arenitos de origem turbidítica do Grupo Itararé.



FIGURA 25

- A. Ritmitos espessos (espessura dos ritmos entre 7cm e 50cm) e um nível de ritmitos delgados (d).
- B. Ritmito espesso com arenito maciço (espessura de 60cm) entre ritmitos delgados.
- C. Ritmito espesso (75cm de espessura) com seqüência Bouma Tabc e siltito / folhelho avermelhado (*drape*) no topo.
- D. Intercalação de ritmitos espessos arenosos, amarelados (e) e ritmitos siltico - argilosos delgados, acinzentados (d).





FIGURA 26

- A. (ponto RT-03) Ritmitos espessos (espessura dos ritmos de 50cm) e delgados.
 B. (ponto RT-03) Ritmitos espessos (espessura dos ritmos de 20cm) e delgados; notar ritmo inferior com base acanalada.
 C. (ponto RT-03) b Detalhe de ritmo espesso da Foto A, com estrutura maciça e laminação cruzada no topo; notar nível arenoso com laminação cruzada clino - ascendente dentro do intervalo de ritmo delgado acastanhado.
 D. (acesso a Boituva, a partir da SP-300). Ritmitos arenosos, amalgamados. Notar geometria convexa de ritmo (c) e "compensação" dos ritmos subsequentes.

6.2 - Reservatórios deltaicos

Os reservatórios deltaicos são de natureza cíclica e muito expressivos na Formação Tietê, na rodovia Raposo Tavares. Geralmente apresentam granocrescência ascendente, com siltitos / folhelhos recobertos por arenitos muito finos com laminação cruzada clino - ascendente (**Figuras 27-A, 29-C**, ponto RT-29). Em outros casos, a granocrescência completa-se com delgados arenitos finos / médios com estratificação cruzada tabular a sigmóide (**Figura 27-A**, ponto RT-25). Tais depósitos associam-se a frentes deltaicas.

Em um outro caso, o topo da progradação é marcado por espessa seção de arenitos finos / médios sigmóides, como em Tietê (cruzamento das rodovias SP-127 e SP-300), no km. 21/22 da rodovia José Ermírio de Moraes (SP-79) ou nos pontos AL-04 e AL-06 do acesso a Alambari (**Figuras 27-B, 27-C, 27-D, 29 e 30**).

Análises granulométricas de estratos arenosos sigmóides dos afloramentos de Tietê e AL-06 revelam arenitos médios e finos / médios, respectivamente, com seleção regular a boa e teor de finos (silte e argila) inferior a 5%. Essas propriedades tornam esses depósitos os melhores reservatórios do Grupo Itararé.

Um dos modelos deltaicos dominados por rio, o do tipo lobo sigmoidal com barra de desembocadura, foi proposto por CASTRO (1996), com base em exemplos da fase rifte lacustre (Neocomiano) das bacias brasileiras. Tal modelo, tipificado pelo campo de Curimã, é semelhante àquele descrito e analisado texturalmente no parágrafo anterior.

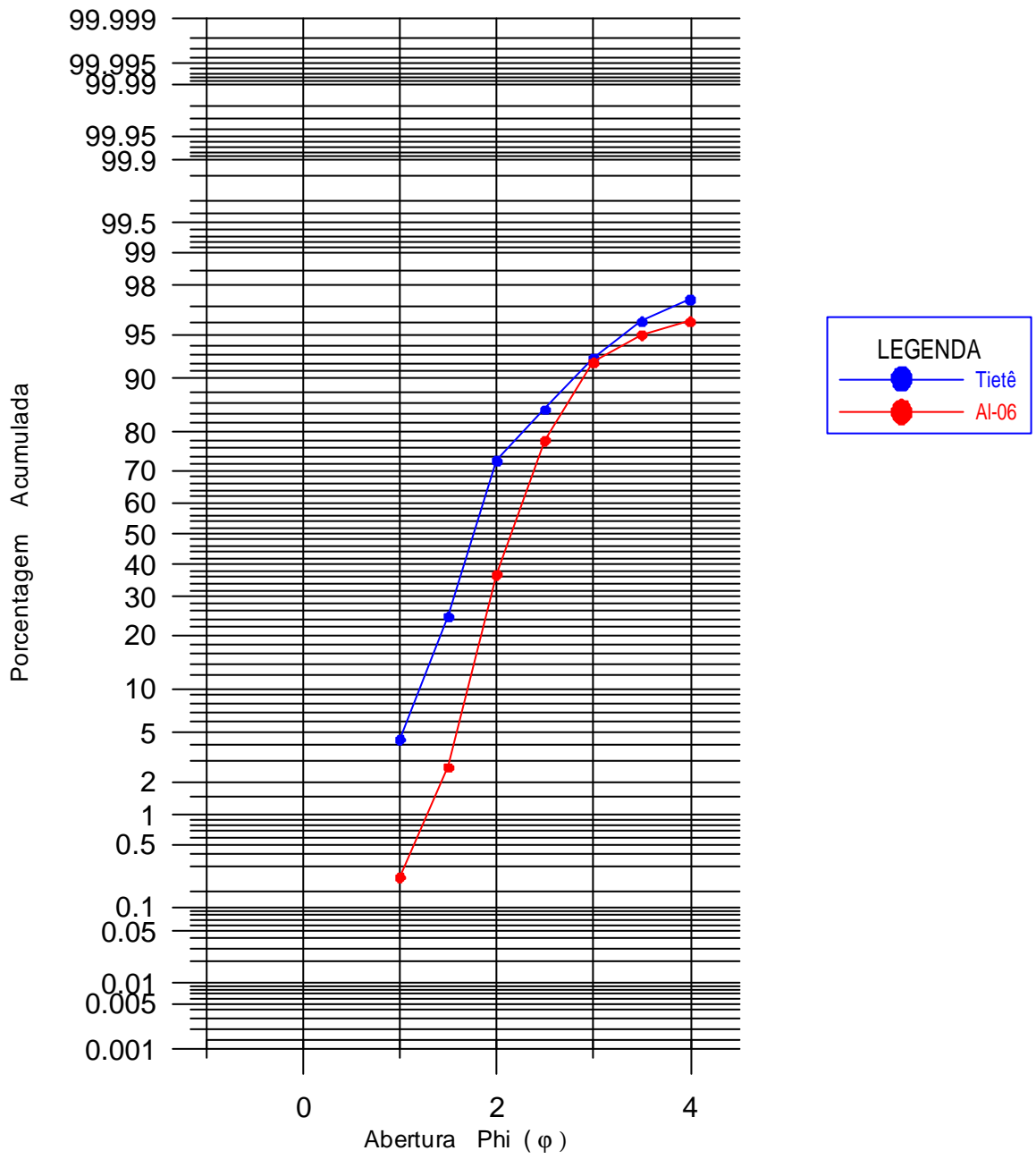


Figura 28: Curvas acumulativas, com ordenada de probabilidade, de arenitos deltaicos do Grupo Itararé (porção superior).

FIG 29



FIGURA 29

- A. (ponto AI-04) Arenito fino a médio com estratificação cruzada sigmóide recoberto por arenito muito fino, argiloso, avermelhado; sobre este ocorre novo arenito com estratificação sigmóide.
- B. (ponto AI-04) foto à direita da anterior, mostrando o mesmo contato, agora erosivo.
- C. (ponto RT-29) Progradação de arenitos muito finos, com laminação cruzada clino - ascendente, sobre folhelhos acinzentados.
- D. (ponto AI-06) Arenitos com estratificação cruzada sigmóide (ver gráfico de granulometria, figura 28).

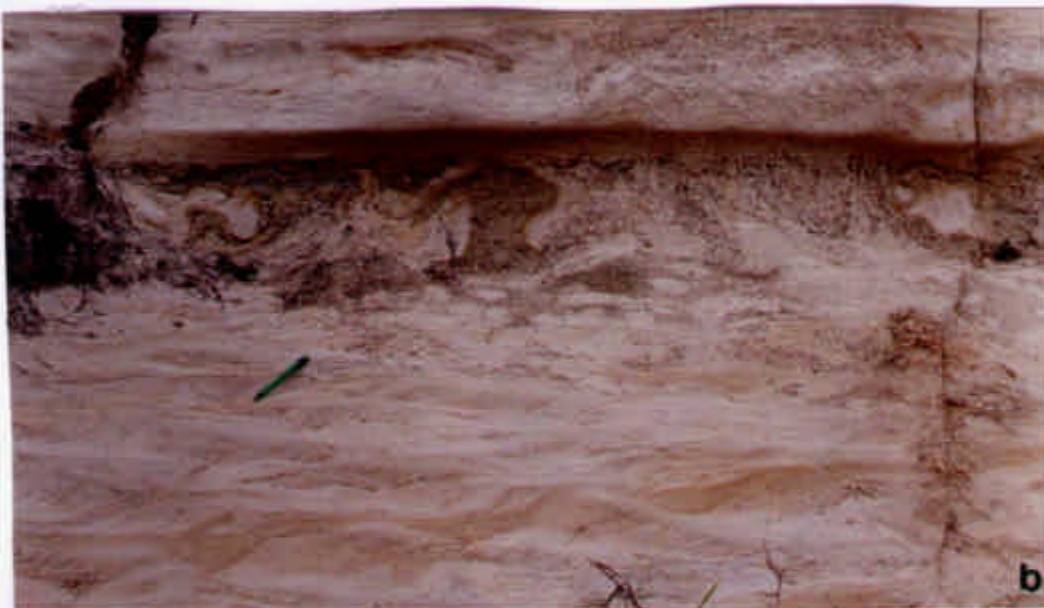
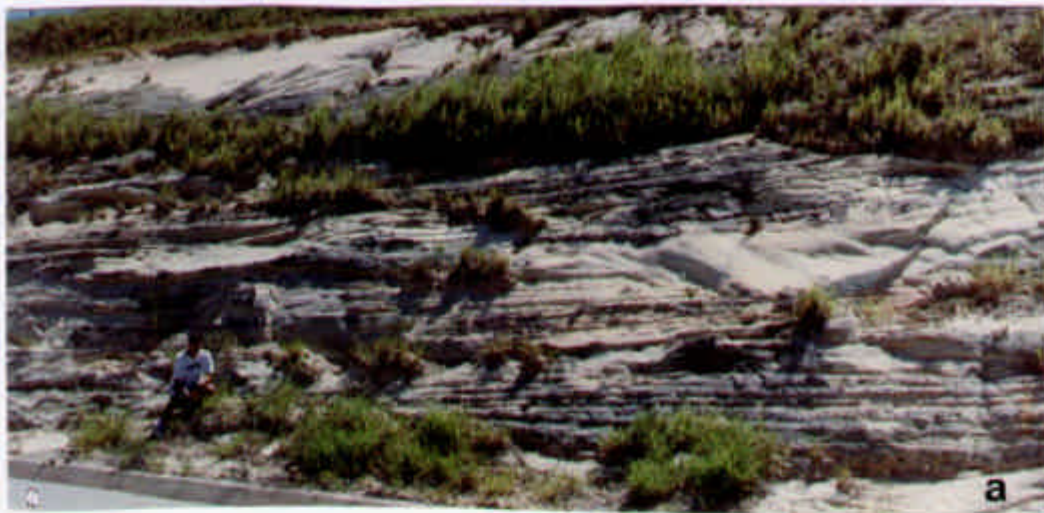


FIGURA 30

- A. (SP-79, km. 21/22, ponto 05-B) Estratos delgados, alternados, de arenitos muito finos, com laminação cruzada clino - ascendente, e médios, com estratificação cruzada. Notar feição de canal, com estratificação cruzada (ROSADA JR, 1999)
- B. (SP-79, km. 21/22, ponto 05-B) Arenitos muito finos, micáceos, com laminação cruzada clino - ascendente, afinando para siltitos, onde ocorre estratificação convoluta (ROSADA JR, 1999).
- C. (SP-101 com SP-300, ponto R-11) Arenito com estratificação cruzada sigmóide (ver análise granulométrica Figura 28).



6.3 - Reservatórios fluviais

Reservatórios de origem fluvial são comuns no Grupo Itararé, e destacam-se os das rodovias Raposo Tavares (pontos RT-17, RT-24 e RT-35) e de acesso a Alambari (pontos AL-01 e AL-09) [Figura 31]. Outros importantes afloramentos fluviais, descritos por ROSADA JR. (1999), estão no entroncamento das rodovias do Açúcar e José Ermírio de Moraes (Salto), e o de Jumirim, imediatamente abaixo do "tilito" Jumirim.

Dois afloramentos, correlacionáveis entre si, ocorrem na possível base da Formação Tietê, nos pontos RT-24 / 25 e AL-01: são arenitos finos a grossos, às vezes conglomeráticos (**Figuras 33-A, 33-B**), às vezes muito finos / sílticos e neste caso com arranjo granodecrescente (ponto RT-24, **Figuras 31-A e 33A, 33-B**).

Alguns afloramentos fluviais gradam acima a diamictitos, e estão adjacentes à associação **CAD**, como é o caso do ponto RT-17 (**Figuras 31-A, 34-A, 34-B**), ou do arenito sob o "tilito" Jumirim. No ponto RT-17, o afloramento da **Figura 34-A,B** alcança 8 metros de espessura, e é recoberto por diamictito;

na **Figura 31-A**, o arenito correspondente, com 4 metros de espessura, situa-se defronte ao da **Figura 34-A**.

Várias análises granulométricas de reservatórios fluviais revelam modas entre fino / médio, fino e muito fino / fino, seleções entre boa e moderada, e teor de finos entre 4% e 12% (**Figura 32**).

Estes reservatórios são um pouco inferiores aos deltaicos. Entretanto, observa-se que não foram analisados os arenitos grossos do ponto AL-01, certamente de elevada permoporosidade. Tais reservatórios fluviais, pela elevada razão areia / argila, lembram padrões de rios entrelaçados arenosos. A presença de muitos níveis com clastos argilosos, como ocorre no caso de Salto, exige também alguma planície de inundação associada.

FIG 31

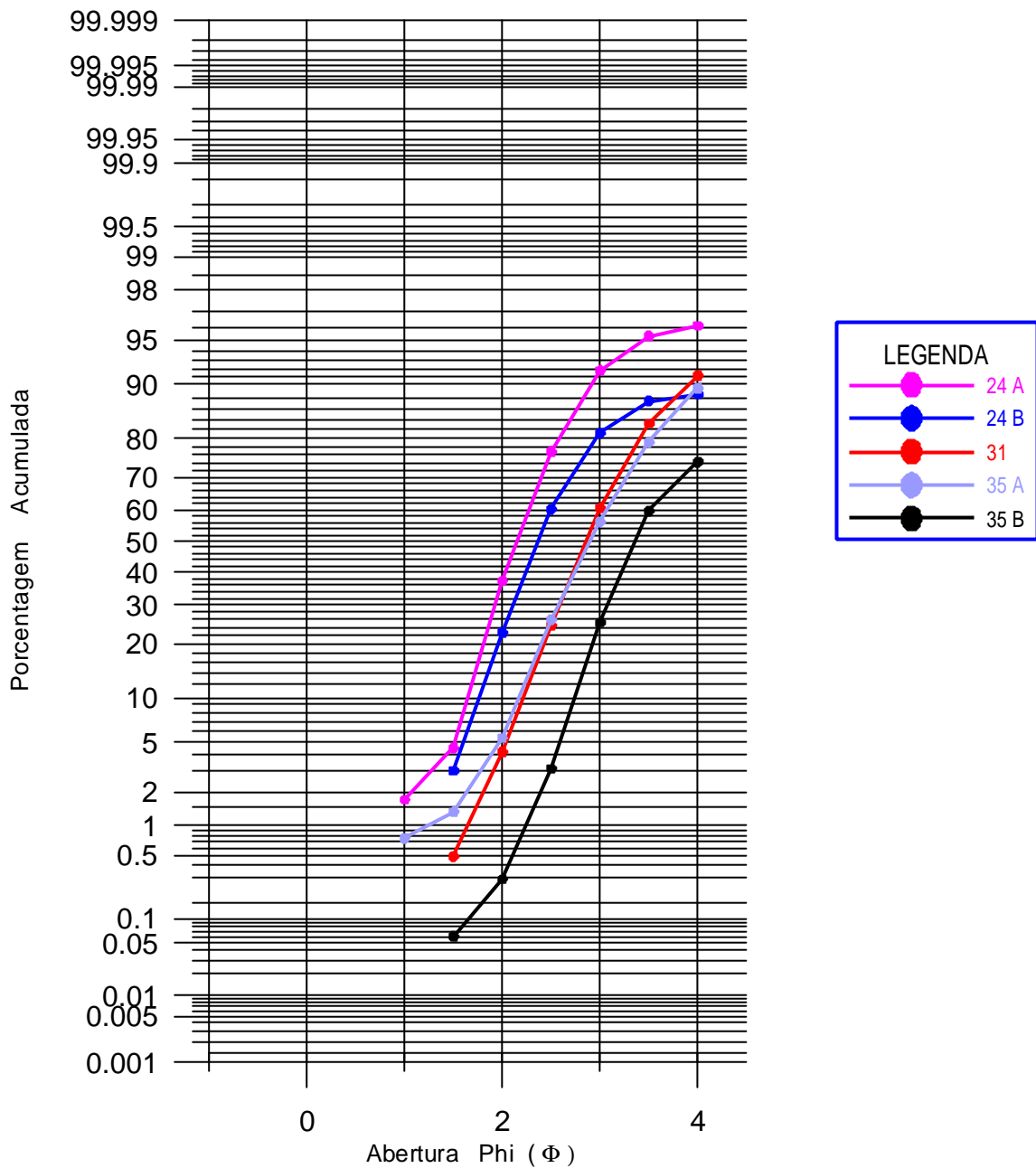


Figura 32: Curvas acumulativas, com ordenada de probabilidade, de arenetos de origem fluvial do Grupo Itararé.



FIGURA 33

- A, B.** (ponto RT-24) Arenito grosso a fino com estratificação cruzada acanalada e laminação horizontal, passando a arenito muito fino e siltito avermelhado.
- C.** (ponto RT-35) Arenito com estratificação cruzada acanalada passando a laminação horizontal, com abundantes clastos argilosos arredondados.
- D.** (ponto AI-01) Arenito grosso com estratificação cruzada acanalada unidirecional (sets de 20cm a 60cm).



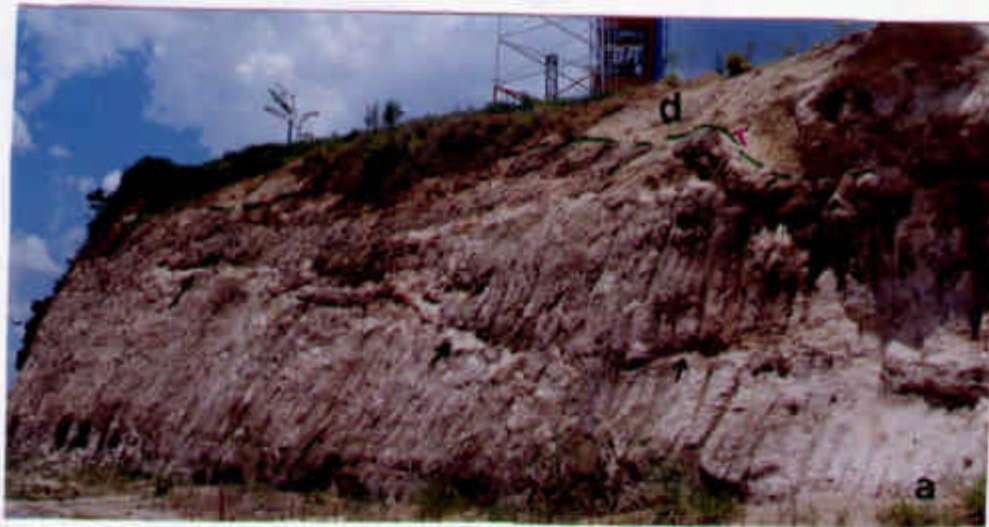


FIGURA 34

- A.** (ponto RT-17) Arenito grosso a fino com estratificação cruzada, recoberto por diamictito (d).
 Notar superfície inclinada com material pelítico (setas). Altura do alforamento: 7 metros.
- B.** (ponto RT-17) Detalhe da base da foto A, notando-se arenito muito grosso passando a fino / grosso com estratificação cruzada "recumbente" no topo (set de 60cm) que diminui de espessura (5cm a 10cm) para cima.
- C.** (ponto AI-09) Arenito médio a grosso com estratificação cruzada acanalada, passando a muito fino, argiloso, com laminação cruzada clino - ascendente.

7 – CONCLUSÕES

A rodovia Raposo Tavares (SP-270) oferece um dos registros mais completos do Grupo Itararé, por meio de 37 afloramentos selecionados; além do mais, complementada com dados de três sondagens ao longo do seu trajeto, possibilita um empilhamento do Grupo Itararé, que alcança 550 metros. O mergulho tradicional para a bacia, de $0,5^{\circ}$ no sentido oeste, mostra-se adequado para tal empilhamento.

Doze fácies são identificadas, e podem ser adequadamente agrupadas em três classes:

(a) ritmito arenito - folhelho e siltito (5 fácies)

(b) arenito (5 fácies)

(c) diamictito e conglomerado - arenito - diamictito (2 fácies)

O empilhamento estratigráfico do Grupo Itararé, na SP-270, revela três intervalos, que aproximadamente correspondem às formações Itu, Capivari e Tietê. O intervalo inferior (pontos RT-01 a RT-08) revela ritmitos areno-argilosos espessos e delgados (turbiditos), siltitos e folhelhos, estes localmente fossilíferos. Segue-se, do ponto RT-08 ao RT-22, um intervalo dominado por condições glaciais, com a presença de diamictitos em parte intercalados com conglomerados canalizados e arenitos sigmoidais; no topo do intervalo, nova sucessão de turbiditos completam o quadro. O último intervalo (RT-24 ao RT-34) apresenta um registro bastante completo, acoplado com um perfil estratigráfico

na rodovia paralela à SP-270 (que dá acesso a Alambari, a partir da SP-127). Consta de um corpo arenoso fluvial, na base, sucedido por espessa sucessão cíclica deltaica (cada ciclo é capeado por diamictito pouco espesso), e finalmente por um corpo de diamictito.

Os principais reservatórios do Grupo Itararé são de origem turbidítica, deltaica e fluvial; além da caracterização faciológica - ambiental, tais reservatórios são analisados texturalmente:

- ✓ Turbidito ⇒ Arenito maciço ou com seqüência de Bouma; fino, seleção regular, finos 8-14%
- ✓ Desembocadura deltaica ⇒ Arenito com estratificação sigmóide; médio e fino / médio, seleção regular a boa, finos < 5%
- ✓ Fluvial ⇒ Arenito com estratificação cruzada; médio / grosso, fino / médio e fino, seleção regular a boa, finos 4 - 12%

O trabalho ora apresentado também destaca a potencialidade da rodovia Raposo Tavares como um excelente laboratório para a compreensão da complexidade deposicional e estratigráfica do Grupo Itararé.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM/DGM, Rio de Janeiro, p. 1-96, 1953.
- BARBOSA, O.; ALMEIDA, F. F. M. A série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. *Notas Preliminares e Estudos*, DNPM/DGM, Rio de Janeiro, n. 40, p. 1-16, 1949.
- BARBOSA, O.; GOMES, F. A. Pesquisa de petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM/DGM, Rio de Janeiro, v. 171, p. 1-40, 1958.
- CAETANO-CHANG, M. R. *Análise ambiental e estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no sudoeste do Estado de São Paulo*. 1984. 212 p. Tese (Doutoramento). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- CASTRO, J. C. Classificação de deltas lacustres: aplicação ao Cretáceo Inferior das bacias marginais do Brasil. *Boletim do 4ª Simpósio do Cretáceo do Brasil*, p. 111-113, 1996.

- EYLES, C.H.; EYLES, N.; FRANÇA, A. B. Glaciation and tectonics in an active intracratonic basin: the Late Paleozoic Itararé Group, Paraná Basin, Brazil. *Sedimentology*, v. 40, n.1, p. 1-25, 1993.
- FERREIRA, S. M. *Ritmitos várvidos do Subgrupo Itararé - o exemplo da pedreira de varvitos de Itu*. 1997. 159 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.
- FÚLFARO, V. J. Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. *Bl. Inst. Geoc. São Paulo*, (5):129-138, 1974.
- FRAKES, L. A.; FIGUEIREDO FILHO, P. M. Glacial rocks of the Paraná Basin exposed along the Sorocaba-Itapetininga road. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PINTO I. D. (Org.). *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba: Instituto Geológico, Universidade do Paraná, 1967. P 103-107.
- FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (parte 1). *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 2, n. 2-4, p.147-191, 1988.
- GAMA JR., E.; CAETANO, M. R.; WEYLER, G. Divisão faciológica do Subgrupo Itararé no centro-oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Camboriú. *Anais...* Santa Catarina, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. V. 2, p.365.
- GAMA JR., E.; PERINOTTO, J. A. J.; RIBEIRO, H. J. P. S.; PADULA, E. K. Contribuição ao estudo da ressedimentação no Subgrupo Itararé: um guia temático de campo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22, n. 2, p. 237-247, 1992.

- LIMA, M. R.; SAAD, A. R.; CARVALHO, R. G. & SANTOS, P. R. Foraminíferos arenáceos e outros fósseis do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico) da Bacia do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Belo Horizonte. *Anais...* Minas Gerais, SBG, 1976, p.49-64.
- MANIAKAS, S. Estudos geofísicos integrados à bacia hidrográfica do baixo Rio Capivari – SP (Subgrupo Itararé e intrusivas associadas).1986. 180 p. Tese (Doutoramento)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- MASSOLI, M. Relação entre o embasamento cristalino e os sedimentos basais do Subgrupo Itararé na região de Sorocaba-Salto de Pirapora, SP. 1991. 94 p. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- MELLERE, D.; BJÖRKLUND, P. P. & STEEL, R. *Anatomy of shelf deltas at the edge of a prograding Eocene shelf margin, Spitsbergen*. *Sedimentology*, nº. 49, p. 1181-1206, 2002.
- MEZZALIRA, S. Geologia de subsuperfície em Itu, SP - ocorrência de "rocha-moutonée" nos testemunhos de sondagem. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 41, n. 1, p. 83-89, 1969.
- OLIVEIRA, E. P. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. *Monografia*, Serviço de Geologia e Mineralogia, n.6, 172p, 1927.
- PETRI, S. Grupo Tubarão. In: Geologia do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, v. 4, n. 41, p. 56-63, 1964.
- PETRI, S.; PIRES, F. A. O Subgrupo Itararé (Permocarbonífero) na região do Médio Tietê, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22, n. 3, p. 301-310, 1992.

- PETRI, S.; VIEIRA, P. C.; ODA, G. H.; BOTELHO, P. F. O Subgrupo Itararé, permocarbonífero, da região do médio Tietê, estado de São Paulo: estudos em subsuperfície. *Revista do Instituto Geológico*, v. 17, n. 1-2, p. 63-78, 1996.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; SAAD, A. R.; SANTOS, P. R.; OLIVEIRA, M. E. C. B. Algumas feições periglaciais do Subgrupo Itararé (neopaleozóico), no estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Geociências, USP*, n. 8, p 55-66, 1977.
- ROSADA JR., J. *Caracterização das fácies, dos sistemas deposicionais e do empilhamento estratigráfico do Grupo Itararé no leste paulista*. 1999. 39 p. Trabalho de Graduação-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- SAAD, A. R. *Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. 1977. 107 p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.
- SAAD, A. R.; SANTOS, P. R.; ROCHA-CAMPOS, A. C. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Tubarão (neopaleozóico), na margem nordeste da Bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 51, n. 2, p. 334-343, 1979.
- SANTOS, P. R. *Distribuição estratigráfica, características e fácies de diamictitos e rochas associadas ao Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. 1979. 135 p. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
- SILVA, E. L. *Análise estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) na região de Buri - Itapeva (SP)*. 1995.182p. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

- SILVA, J. B. A.; ANDRADA, M. F. R. Voyage mineralogique dans la province de Saint Paul au Brésil. *Arch. Geogr. Du 19me siecle*, t. 36, p 69-80, 216-227,1827.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. *Anais...* Sergipe: SBG, 1973. V. 1, p. 131-149.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, F. T.; FIORI, A. P. Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 7, n. 2, p. 131-149, 1977.
- SOUZA, P. A. *Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero - Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)*. 2000. 199 p. Tese (Doutoramento). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C.; LANDIM, P. M. B. Estratigrafia genética do subgrupo Itararé (PC) na região de Campinas (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. *Anais...* Rio Grande do Norte, SBG, 1990, v. 1, p. 107-123.
- STEVAUX, J. C.; SOUZA FILHO, E. E.; TEIXEIRA, J. A.; LANDIM, P. M. B. Associações litológicas do Subgrupo Itararé (P-C) na bacia hidrográfica do baixo Rio Capivari (SP): um modelo para prospecção de água subterrânea. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, 1987, Rio Claro. *Atas...* São Paulo, SBG, 1987, p. 355-374.
- WHITE, I. C. *Relatório final da Comissão de Estudos das minas de carvão de pedra do Brasil - parte 1*. 1908, p.1-201.

WU, F. T.; SOARES, P. C.; MATTOS, J. T. - Divisão faciológica do Grupo Itararé no sudeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Camboriú. *Anais...* Santa Catarina, SBG, V. 2, p.364.

ANEXO 1 - LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO SUSCINTA DOS AFLORAMENTOS SELECIONADOS NA RODOVIA DE ACESSO A ALAMBARI (A PARTIR DA SP-127)

Nº, kilometragem e altitude (m)	Coordenadas UTM	Descrição Resumida
AL-11 – km 161,6 + 710	197,9 – 7392,4	3m arenito avermelhado, muito fino, com laminação paralela e laminação cruzada clino-ascendente (l.c.c.a.) ; lâminas silticas
AL-10 – km 161,2 + 684	198,4 – 7392,4	4m arenito muito fino com l.c.c.a. intercalado com siltito (frente deltaica / prodelta)
AL-9 – km 160,7 + 660	198,85 – 7392,3	da base para o topo: 2m arenito médio com estratificação cruzada (fluvial) + 1m arenito médio a muito fino gradando a muito fino
AL-8 – km 160,4 + 655	199,1 - 7392,3	da base para o topo: 1,5m diamictito arenoso, estratificado + 3m arenito médio a muito fino com estratificação e laminação cruzadas
AL-7 – km 160 + 641	199,5 – 7392,2	2,5m arenito fino + com laminação paralela / sigmoidal (inclinação de 30°)
AL-6 – km 159,5 + 650	199,9 – 7392,2	6m arenito fino + sigmoidal, progradante (correntes: 115° e 290°)
AL-5 – km 158,5 + 640	200,9 – 7392,3	da base para o topo: 6m arenito fino / muito fino com l.c.c.a. passando a ritmito róseo, e a arenito muito fino com l.c.c.a.
AL-4 – km 158 + 641 (topo) + 626 (base)	201,5 – 7392,4	16m de sucessão (base ao topo): 1m arenito muito fino com l.c.c.a.; 10m arenito fino a médio sigmoidal e muito fino com l.c.c.a. e intercalações de arenito muito fino; 5m arenito muito fino com l.c.c.a.
AL-3 – km 157 + 620	202,5 – 7392,9	7m de sucessão (base ao topo): 2m folhelho / siltito; 2m arenito muito fino com l.c.c.a. e estratificação convoluta; 3m siltito
AL-2 - km 156 + 610 (topo) + 580 (base)	202,8 - 7392,7	30m diamictito
AL-1 – km 156	203,1 – 7392,6	10m arenito médio a muito grosso, fluvial, na saída de Alambari (correntes: leste e sul)

ANEXO 2 - LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO SUSCINTA DOS AFLORAMENTOS SELECIONADOS NA RODOVIA RAPOSO TAVARES (SP-270)

Nº, quilometragem e altitude (m)	Coordenadas UTM	Descrição Resumida
RT-37 - km 156,2 + 701	197,7 – 7387,3	5m diamictito cinza a avermelhado
RT-36 - km 155,4 + 685	198,1 - 7387,4	9m diamictito estratificado
RT-35 - km 155,0 + 666	198,4 – 7387,5	3m arenito com estratificação cruzada, laminação paralela e clastos na base + 2m diamictito + 2m arenito fino
RT-34 - km 154,5 + 645	198,6 – 7387,85	da base para o topo: 4m siltito/ ritmito + 2m arenito fino
RT-33 - km 154,0 + 643	198,8 –7388,2	da base para o topo: 4m arenito fino sigmoidal, com laminação cruzada clino-ascendente (l.c.c.a.)
RT-32 – km 153,7 + 636	199,0 – 7388,5	da base para o topo; 0,5m ritmito fino + 4m arenito fino, lenticular, sigmoidal, avermelhado + 2m ritmito delgado a siltito + 3m arenito muito fino com l.c.c.a.
RT-31 - km 153,1 + 623	199,3 – 7388,8	da base para o topo: 1m arenito com l.c.c.a. + 3m diamictito vermelho + 1m arenito fino sigmoidal + 5m arenito muito fino + 3m folhelho gradando a siltito
RT-30 - km 152,7 + 595	199,8 – 7388,9	da base para o topo: 4m arenito muito fino a fino, com l.c.c.a., e,m parte rítmico, delgados drapes de folhelho (até 10cm)
RT-29 – km 152,1 + 621	200,6 – 7389,1	da base para o topo: 2m diamictito + 1m arenito muito fino com l.c.c.a. + 3m diamictito passando a ritmito fino + 2m arenito fino com l.c.c.a.
RT-28 - km 151,7 + 606	201,6 – 7389,5	da base para o topo: 8m diamictito + 0,5m folhelho + 1,5m diamictito
RT-27 - km 150,7 + 602	202,1 – 7389,6	da base para o topo: 2m arenito muito fino com l.c.c.a. + 2m arenito tabular + 2 pacotes de 1m cada de arenito muito fino gradando a ritmito + 1m arenito síltico +1m arenito muito fino com l.c.c.a. + 3m arenito muito fino a síltico + 5m encoberto
RT-26 - km 150,4 + 598	201,4 – 7389,3	da base para o topo: 1m arenito muito fino a síltico, rítmico, + 4m arenito muito fino a fino com l.c.c.a.
RT-25 - km 149 + 585 / + 616	202,9 – 7389,0	da base para o topo: 2m ritmito + 10m arenito muito fino sigmoidal, com l.c.c.a., fino no topo com estratificação cruzada + 3m ritmito fino + 5m diamictito
RT-24 - km 146,9 + 595	205,2 – 7390,5	3,5m arenito médio com estratificação cruzada, interlaminação e l.c.c.a. no topo
RT-23 - km 143,3 + 642	209,0 – 7391,35	1m arenito muito fino com l.c.c.a.
RT-22 – km 138,8 + 645	213,3 – 7391,9	da base para o topo: 3m ritmito + 3m arenito fino a muito fino + 4m arenito fino a médio com estratificação cruzada sigmoidal
RT-21 – km 135,5 + 618	216,2 – 7392,5	da base para o topo: 2m arenito fino a grosso com estratificação cruzada + 1m varvito com nível de diamictito delgado + 1m arenito muito fino gradando a siltito + 3m arenito fino + 1m dois ciclos de arenito muito fino gradando a siltito + 2m arenito muito fino róseo
RT-20 – km 131,0 + 618	220,25 – 7394,1	da base para o topo: 2m arenito médio (fluvial) + 3m varvito
RT-19 – km 130,5/130 + 613 / + 643	220,65 – 7394,25 221,25 – 7394,45	da base para o topo: 1m arenito muito fino a fino + 2,5m diamictito + 2,5m arenito médio com estratificação cruzada + 2m diamictito estratificado no topo + 7m

		arenito grosso a muito grosso sigmoidal + 2m diamictito + 3m arenito fino + 10m diamictito
RT-18 – km 128,0 + 662	222,9 – 7394,35	10m diamictito. Projeta-se sobre o RT-17.

Nº, kilometragem e altitude (m)	Coordenadas UTM	Descrição Resumida
RT-17 – km 127,4 + 660	223,45 – 7394,95	da base para o topo: 2m diamictito + 2m arenito conglomerático a muito grosso com estratificação cruzada + 2m diamictito + 1m arenito grosso a conglomerático + 3m arenito médio passando a fino lateralmente
RT-16 – km 126,7 + 633	224,5 – 7393,8	da base para o topo: 3m arenito fino + 2m arenito fino a grosso com estratificação cruzada passando a muito fino com l.c.c.a. e siltito + 4m arenito fino a grosso com seixos mal selecionado
RT-15 – km 125,8 + 628	225,2 – 7393,7	da base para o topo: 2m arenito muito fino com l.c.c.a. + 1m siltito + 4m arenito rítmico com l.c.c.a. + 3m encoberto
RT-14 – km 125,1 + 635	225,9 – 7393,5	da base para o topo: 3m arenito grosso com estratificação cruzada + 3m arenito fino com l.c.c.a. + 4m siltito arenoso laminado, com seixos, passando a diamictito no topo (2m)
RT-13 – km 124,8 + 638	226,1 – 7393,55	8m diamictito
RT-12 – km 124,6 + 642	226,3 – 7393,5	da base para o topo: 3,6m arenito muito fino com l.c.c.a. + 0,5m diamictito estratificado
RT-11 – km 124,4 + 646	226,55 – 7393,45	da base para o topo: 2m diamictito arenoso na base passando a arenito grosso + 3m diamictito estratificado
RT-10 – km 124,2 + 653	226,7 – 7393,4	da base para o topo: 4m conglomerado e arenito muito fino + 2m diamictito
RT-09 – km 123,8 + 657	227,05 – 7393,4	da base para o topo: 5m diamictito com banco de arenito muito fino e pseudonódulos + 12m siltito com escorregamento e pseudonódulos de arenito
RT-8 – km 123,0 + 636 + 621	227,8 – 7393,5	da base para o topo: 15m siltito marinho + 6m arenito conglomerático passando lateralmente a arenito sigmoidal (canal)
RT-7 – km 121,9 + 641	228,7 – 7393,7	7,5m siltito cinza escuro, maciço, com concreções contendo fósseis de peixes
RT-6 – km 121,5 + 630	229,0 – 7393,75	da base para o topo: 3,2m ritmito fino com arenito ondulado no topo + 1,8m folhelho com concreções de peixes (dimensões 8cm x 4cm) + 5m folhelho e ritmito siltito-folhelho
RT-5 – km 121,0 + 612	29,45 – 7393,85	da base para o topo: 0,5m ritmito arenoso + 7,5m turbidito fino
RT-4 – km 119,4 + 622	231,1 – 7394,95	2,6m três ritmos arenito - folhelho
RT-3 – km 119,0 + 647	231,45 – 7395,2	da base para o topo: 3,6m ritmito (deformado) arenito fino - folhelho com pseudonódulos + 1,4/2,6m folhelho pardacento (wavy na base) + turbiditos (2,4m turbidito delgado + 4m turbidito espesso) + 4m siltito e ritmito siltico-argiloso
RT-2 – km 118,7 + 674	231,9 – 7395,4	da base para o topo: 3m arenito médio sigmoidal + 0,6m diamictito e folhelho várvido + 7,5m arenito fino/médio a muito fino + 1,8m ritmito arenoso delgado com ondas + 1,6m arenito fino a médio, base acanalada e drape argiloso + 3m ritmito (camadas arenosas com 0,5m e siltosas com 0,4m)
RT-1 – km 118,0 + 689	232,15 – 7395,4	da base para o topo: 1,5m siltito + 1,6m arenito maciço fino + 6m solo avermelhado