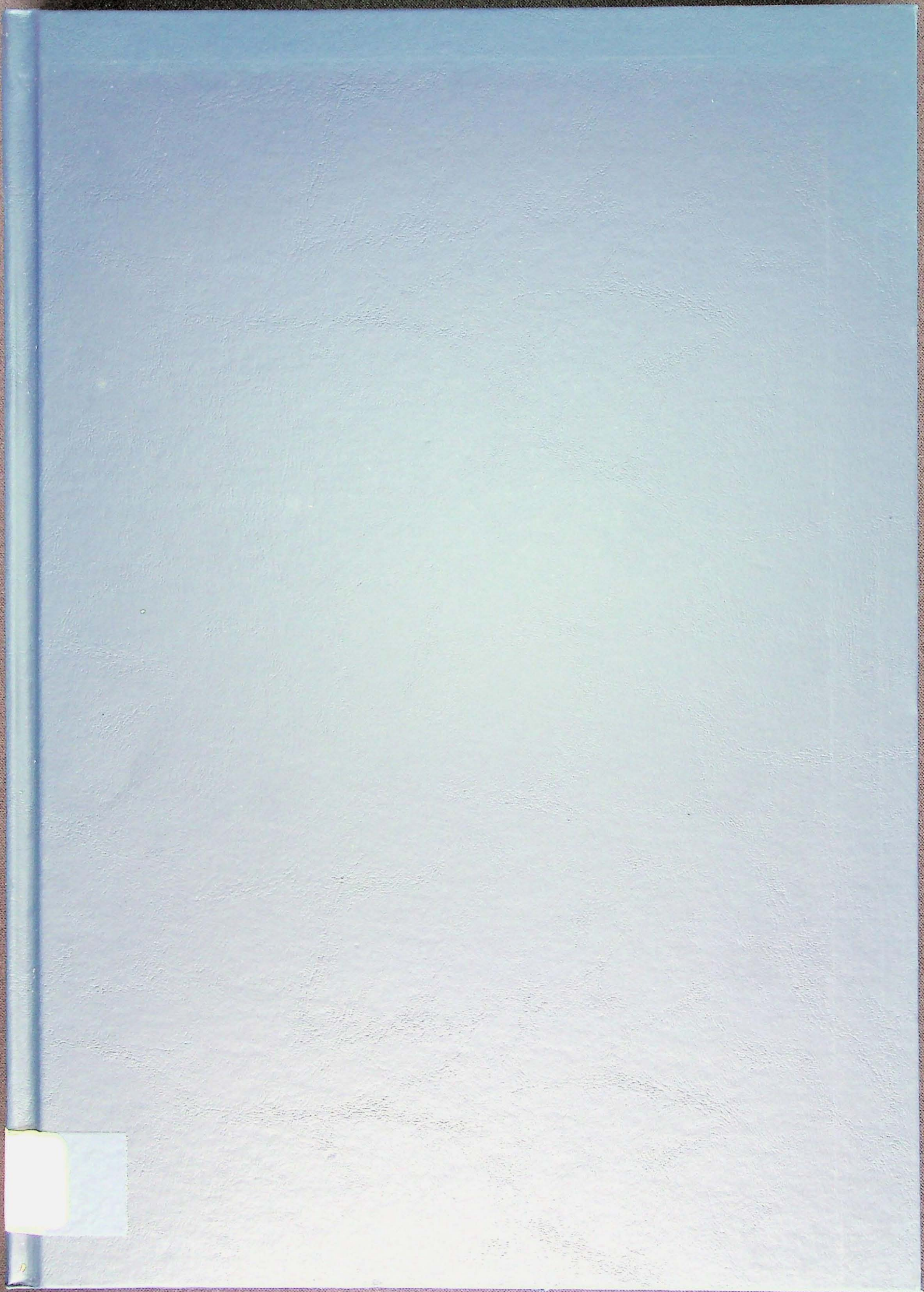




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011650

"ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DO SUBGRUPO ITARARÉ (PALEOZÓICO SUPERIOR), NA REGIÃO ENTRE INDAIATUBA E O RIBEIRÃO MONJOLO GRANDE, E ESTUDO PRELIMINAR DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DOS ARENITOS PRESENTES, BACIA DO PARANÁ, BRASIL"

(TF/2002-23)

Marcos Rogerio de Araujo

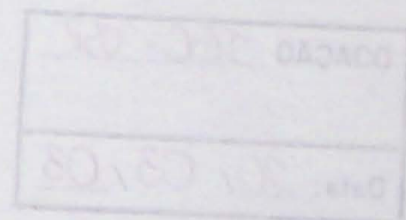
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Canuto



MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

SÃO PAULO

2002



TP
A663
MR. a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Departamento de Geologia Estrutural e Tectônica

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DO SUBGRUPO TUPACATI-BOZOMBO
SUPERIOR NA REGIÃO ENTRE INHATUBA E O RIBEIRÃO NOROCCO
GRANDE E ESTUDO PRELIMINAR DO POTENCIAL METAMÓRFICO NOS
MANTOS PRESENTES, BACIA DO PARANÁ, SP
(TOMO II)

Marcos Rogério de Araújo

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Garcia

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

DOAÇÃO IGC - USP

Data: 20/03/03

SÃO PAULO
2003

Agradecimentos

Este Trabalho de Formatura é a realização de um sonho, um momento muito especial da minha vida e eu gostaria de repartir esse momento com todos aqueles que de uma forma ou de outra participaram deste sonho, aos quais gostaria de prestar meus sinceros agradecimentos:

Em primeiro lugar aos meus pais José e Maria e a minha irmã Marta, que sempre me apoiaram e estiveram presentes nos momentos difíceis. Este momento especial não é só meu, é de todos nós.

Ao Prof. Dr. José Roberto Canuto, meu orientador, pela amizade, apoio, incentivo e confiança ao longo destes três anos.

Aos meus companheiros do Instituto de Geociências e em especial aos meus companheiros de turma, o meu agradecimento pelos cinco anos que passamos juntos. Esta foi, sem dúvida alguma, uma das melhores turmas de que eu já participei em toda minha vida.

A todos os funcionários do Instituto de Geociências, em especial à funcionária Elaine (técnica do Laboratório de Sedimentologia) pela ajuda inestimável na execução das análises e aos funcionários da Secção de Laminação pela rapidez na execução das lâminas.

A todos os professores do Instituto de Geociências, meus agradecimentos pela compreensão e pela disposição em sempre nos receber e esclarecer as dúvidas que surgiam pelo meio do caminho.

E, finalmente, um agradecimento especial a uma pessoa que merece todo o meu carinho, toda a minha gratidão e todo o meu respeito, além é claro de todo o meu amor. Um obrigado especial à Márcia Silva Kolar, minha namorada, pelo seu carinho, companheirismo, pela sua amizade, pelos puxões de orelha nos momentos certos, pela grandiosa ajuda na elaboração deste trabalho. Muito obrigado por tudo. TE AMO!

ÍNDICE

CAP.	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Localização e Acessos	2
1.2 Aspectos geológicos	3
1.2.1 GEOMORFOLOGIA	3
1.2.2 GEOLOGIA	4
1.2.3 TECTÔNICA	4
1.3 Aspectos fisiográficos	5
1.3.1 CLIMA	5
2. METAS E OBJETIVOS	6
3. TRABALHOS PRÉVIOS	7
3.1 Bacia do Paraná	7
3.2 Sub-grupo Itararé no Estado de São Paulo	10
3.3 Estratigrafia de Sequências	13
3.3.1 SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS	13
3.3.2 EFEITOS DA GLACIAÇÃO E DEGLACIAÇÃO EM BACIAS INTRACRATÔNICAS	14
3.3.3 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS E SEDIMENTOS DE ORIGEM GLACIAL	14
3.3.4 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS EM BACIAS "EM RAMPA"	15
3.4 Análises Granulométricas	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 Perfis Geológicos	18
4.2 Coluna Estratigráfica	19
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	20
5.1 Atividades Realizadas	20
5.1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
5.1.2 FOTOINTERPRETAÇÃO	20
5.1.3 LOCAÇÃO DE POÇOS CADASTRADOS	20
5.1.4 TRABALHOS DE CAMPO	21

5.1.5 ANÁLISES PETROGRÁFICAS E SEDIMENTOLÓGICAS	22
5.1.6 ELABORAÇÃO DO PERFIL E DA COLUNA ESTRATIGRÁFICA	22
5.1.7 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	22
5.2 Atividades Não Realizadas	23
5.2.1 ANÁLISES QUÍMICAS	23
6. RESULTADOS OBTIDOS	24
6.1 Descrição de Afloramentos	24
6.2 Análise Granulométrica	28
6.3 Análise Petrográfica	29
6.4 Fotointerpretação	29
6.5 Mapa Potenciométrico	30
6.6 Coluna Estratigráfica	30
6.7 Correlação com dados de subsuperfície	31
7. INTERPRETAÇÕES	32
7.1 Análise de Fácies	32
7.1.1 FÁCIES COMPOSTAS POR DIAMICTITO	32
7.1.2 FÁCIES COMPOSTAS POR ARENITOS	33
7.1.3 FÁCIES COMPOSTAS POR FOLHELHO	34
7.1.4 FÁCIES COMPOSTAS POR INTERLAMINADO	34
7.1.5 FÁCIES COMPOSTAS DE RITMITO REGULAR DE SILTITO E ARGILITO	34
7.2 Associações de Fácies	35
7.3 Tratos de Sistemas Depositionais Identificados	36
7.4 Análises granulométricas	38
7.5 Análises Petrográficas	40
8. CONCLUSÕES	41
9. SUGESTÃO	42
10. BIBLIOGRAFIA	43

ANEXOS

ANEXO 1	Mapa de pontos e localização do perfil
----------------	---

ANEXO 2	Perfil geológico
----------------	-------------------------

ANEXO 3	Coluna estratigráfica
----------------	------------------------------

ANEXO 4	Mapa de fotointerpretação
----------------	----------------------------------

ANEXO 5	Mapa de localização dos poços e potenciométrico
----------------	--

ANEXO 6	Tabelas de dados e gráficos das análises granulométricas
----------------	---

ANEXO 7	Detalhe do poço 1-AT-1-SP da PETROBRÁS
----------------	---

ANEXO 8	Desenho esquemático mostrando a correlação entre o perfil e o poço da PETROBRÁS
----------------	--

ANEXO 9	Fichas de descrição das lâminas
----------------	--

ANEXO 10	Fotos dos afloramentos
-----------------	-------------------------------

RESUMO

No Estado de São Paulo, o Subgrupo Itararé aflora ao longo de uma faixa contínua, de aproximadamente 50 km de largura, que corta todo o estado, entre as divisas com o Paraná e Minas Gerais. Foram estudados sedimentos do Subgrupo Itararé numa área localizada entre as cidades de Indaiatuba e Monte Mor.

Nessa região, o Subgrupo Itararé é composto por arenitos de diversas granulometrias, desde muito fina até conglomerática. Secundariamente, correm diamictitos e pelitos.

Os arenitos formam corpos espessos, com mais de 100 m de espessura, e se distribuem por toda área. Estudos granulométricos mostraram que essas rochas são compostas basicamente por areia fina à média, localmente muito rica em argila. Já os estudos petrográficos, indicam uma porosidade muito boa, o que mostra que os arenitos podem conter um importante manancial de água subterrânea para o abastecimento público.

Os trabalhos de estratigrafia foram baseados na elaboração de perfis geológicos e colunas litoestratigráficas, o que permitiu a caracterização de fácies, suas associações e tratos de sistemas transgressivos, de mar alto e regressivo glacio-isostático, que correspondem a uma seqüência de 3º ordem. Não foi identificado o trato de sistemas de mar baixo, que pode ocorrer em regiões localizadas à sudeste da área estudada.

1. INTRODUÇÃO

O Subgrupo Itararé (Paleozóico Superior) da Bacia do Paraná, representa o maior registro da grande glaciação neopaleozóica em todo o Supercontinente Gondwana (Santos 1996). Esta unidade compreende a seqüência sedimentar de idade permo-carbonífera, caracterizada basicamente por arenitos de granulação variada e diamictitos, que refletem influências glaciais em seus diferentes ambientes deposicionais (Schneider *et al.* 1974).

A origem glacial dos sedimentos do Subgrupo Itararé foi estabelecida inicialmente por Derby em 1878, que correlacionou esses depósitos a camadas glaciais permianas da Índia e Austrália (Gama Jr. *et al.* 1992). Desde então, vários trabalhos foram realizados no intuito de determinar a gênese e estabelecer a estratigrafia do "Itararé". Trabalhos como os de Woodworth (1912), Coleman (1918) e Washburne (1930) forneceram importantes observações sobre a idade e as relações espaciais dos sedimentos glaciogênicos, salientando a presença de seixos facetados e estriados, associados a sedimentos marinhos (Gama Jr. *et al.* 1992).

Nos estados do sul, mais precisamente Paraná e Santa Catarina, foi possível dividir o Subgrupo Itararé em 3 formações: Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul (Schneider *et al.* 1974). Em Mato Grosso, Goiás e em partes de São Paulo ocorre uma outra formação chamada de Aquidauana, que segundo estudos palinológicos efetuados por Daemon e Quadros (1970) teria sido depositada no Stephaniano (Carbonífero Superior), sendo cronologicamente equivalente à Formação Campo do Tenente.

No Estado de São Paulo o Subgrupo Itararé permanece indiviso, devido à falta de dados que permitam a correlação com as unidades definidas no sul, como por exemplo, a falta de camadas guia e a recorrência de várias das litologias, o que dificulta a determinação do nível estratigráfico.

O Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo, corresponde a uma sucessão sedimentar com espessura superior a 1300 m (Santos 1987) e aflora ao longo de uma faixa contínua de aproximadamente 50 km de largura (Saad 1977; Florêncio 2000). É constituído basicamente por sedimentos arenosos, de granulação variada, apresentando desde sedimentos muito finos até conglomeráticos.. Nessa parte da Bacia do Paraná, diamictitos ocorrem generalizadamente, podendo constituir a litologia predominante em algumas seções, juntamente com arenitos, folhelhos, siltitos e ritmitos irregulares, e, localmente, ritmitos regulares (varvitos), além de camadas delgadas de carvão (Rocha-Campos *et al.* 1983).

Considerando-se o contexto glacial envolvido nesta unidade pertencente ao Grupo Tubarão (Rocha-Campos 1967), os diamictitos são de grande importância na análise faciológica, seqüencial e paleogeográfica, considerando que diferentes tipos de diamictitos podem fornecer informações sobre diferentes processos deposicionais e,

conseqüentemente, são de grande auxílio na identificação de variações relativas aos ambientes e subambientes sedimentares, que podem ser observadas ao longo da coluna litoestratigráfica do Subgrupo Itararé. Podem ainda, os diamictitos, representar importantes marcos estratigráficos para a determinação de fases de abaixamento relativo do nível do mar, no âmbito da análise seqüencial, mais propriamente o estudo da estratigrafia de seqüências (Canuto *et al.* 2001), seja em maior ou menor escala.

O reconhecimento de diferentes tipos de diamictitos inclui o estudo de suas associações com outros tipos de rochas, de maneira que esses conjuntos sedimentares apresentem um caráter diagnóstico confiável, permitindo o estabelecimento de modelos de facies, bem como de suas associações, que levam à identificação de sistemas deposicionais, tratos de sistemas deposicionais e, conseqüentemente, podem indicar a arquitetura relativa à estratigrafia de seqüências da região que se pretende estudar.

Além do interesse científico existente sobre o Subgrupo Itararé, há também um grande interesse econômico, uma vez que na sucessão sedimentar glaciogênica são encontradas ocorrências de camadas de carvão, que inclusive já foram exploradas comercialmente (Rocha-Campos *et al.* 1974), matérias primas para cerâmica (Florêncio & Canuto 1997; Florêncio 2000), além de uma possível migração e acumulação de hidrocarbonetos gerados no pacote de folhelhos da Formação Ponta Grossa, localizada logo abaixo dos sedimentos do Subgrupo Itararé.

O conhecimento da distribuição espacial de possíveis corpos sedimentares armazenadores de água também é de extrema importância, uma vez que na faixa de afloramentos do Subgrupo Itararé localizam-se importantes cidades que se utilizam cada vez mais de água subterrânea para seu abastecimento (Saad 1977). Soma-se a isso a recente escassez de água que vem afetando todo o país, inclusive o Estado de São Paulo.

1.1 Localização e Acessos

A área estudada está localizada no município de Indaiatuba, que está situado na região sudoeste do Estado de São Paulo, pertencendo à região administrativa de Campinas. Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 23°05' de latitude e 47°13' de longitude. Dista 99 km de São Paulo, 22 km de Campinas e 24 km de Itu. Faz limites ao norte com Monte Mor e Campinas; ao Sul, com Salto e Itu; ao leste, com Itupeva e a oeste, com Elias Fausto (<http://www.indaiatuba.com.br/>).

O acesso à região pode ser feito, a partir de São Paulo, pelo sistema Anhanguera-Bandeirantes (SP-348 e SP-330) até o município de Campinas, onde pode-se acessar a Rodovia SP-073 até o município de Indaiatuba (Fig. 01).

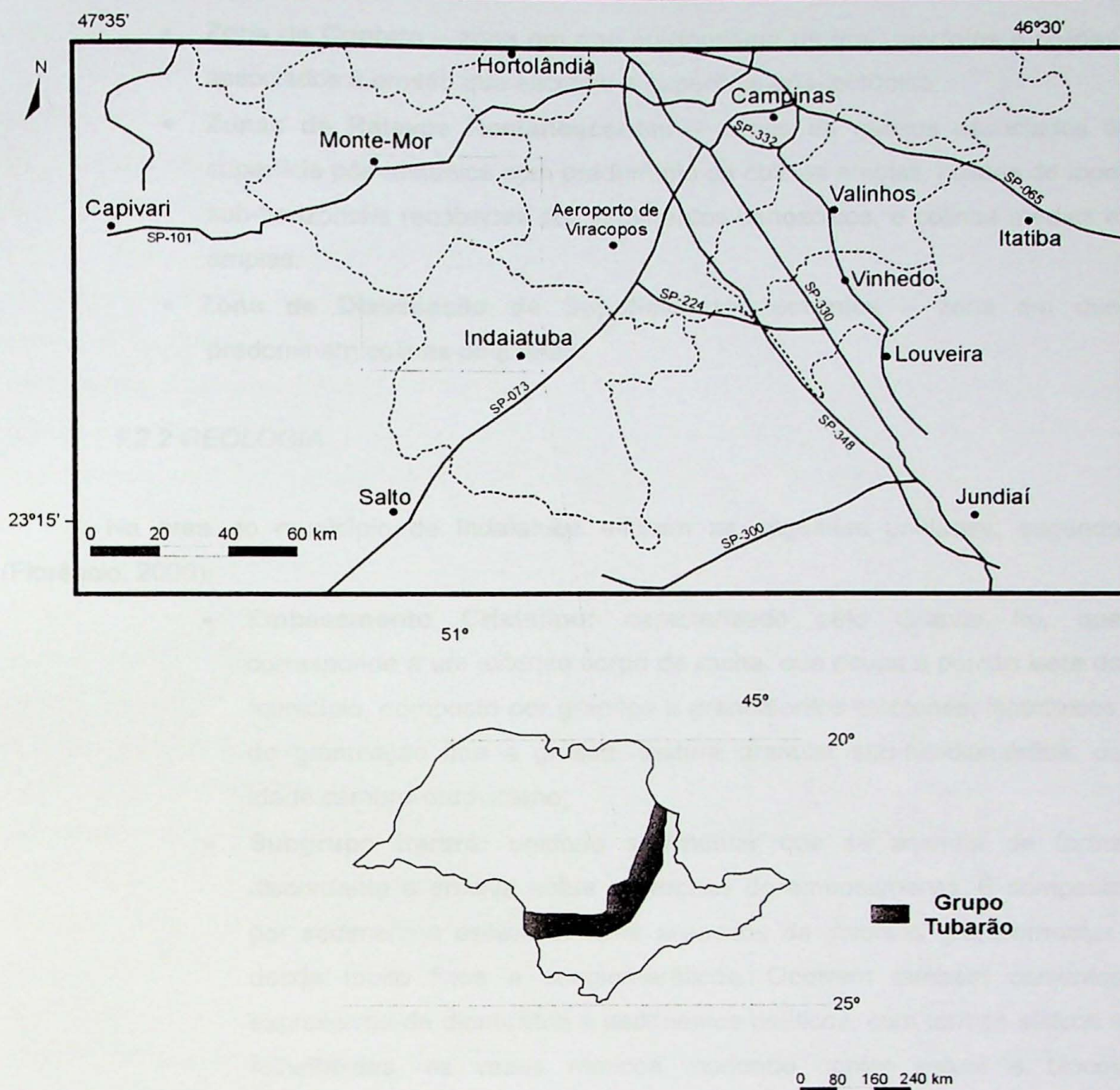


Fig. 01 – Mapa de Localização e Acessos da área estudada, modificado de Florêncio (2000).

1.2 Aspectos geológicos

1.2.1 GEOMORFOLOGIA

De acordo com a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, a região estudada está inserida Província Geomorfológica denominada Depressão Periférica Paulista, zona do Médio Tietê, que é caracterizada pela topografia plana, pouco acidentada, não ultrapassando 200 m de desnível. As formas de relevo predominantes são as colinas amplas e médias, separadas por vales sem planícies aluviais importantes (Penteado 1969, Ponçano *et al.* 1981).

Pires Neto (1996) apresenta uma compartimentação estrutural/tectônica da Depressão Periférica Paulista onde reconheceu três domínios morfológicos principais:

- **Zona de Contato** – zona em que predominam morros, morrotes e colinas associados à erosão que esculpiu a superfície pós-tectônica;
- **Zonas de Relevos Remanescentes** – zonas de relevos associados à superfície pós-tectônica com predomínio de colinas amplas, colinas de topo sub-horizontais recobertas por sedimentos cenozóicos, e colinas médias e amplas;
- **Zona de Dissecação da Superfície pós-tectônica** – zona em que predominam colinas pequenas.

1.2.2 GEOLOGIA

Na área do município de Indaiatuba afloram as seguintes unidades, segundo (Florêncio, 2000):

- **Embasamento Cristalino:** caracterizado pelo Granito Itu, que corresponde a um extenso corpo de rocha, que ocupa a porção leste do município, composto por granitos a granodioritos alóctones, isotrópicos, de granulação fina a grossa, textura granular sub-hipidiomórfica, de idade cambro-ordoviciano;
- **Subgrupo Itararé:** unidade sedimentar que se assenta de forma discordante e erosiva sobre as rochas do embasamento. É composto por sedimentos essencialmente arenosos de diversas granulometrias, desde muito finos a conglomeráticos. Ocorrem também conjuntos expressivos de diamictitos e sedimentos pelíticos, com termos sílticos e folhelhóides, às vezes rítmicos, podendo conter seixos e blocos erráticos.

1.2.3 TECTÔNICA

Na Bacia do Paraná, no estado de São Paulo, as principais descontinuidades correspondem a extensas zonas de cisalhamento dúctil do final do Neoproterozóico, constituídas por rochas miloníticas de mergulhos elevados. Segundo Cavalcante *et al.* (1979), na região estudada as principais são as zonas de cisalhamento de Valinhos e Campinas, ambas de direção geral NNE. Estas zonas teriam se desenvolvido até o início do Paleozóico, quando elas adquiriram caráter dúctil-rúptil, e passaram a controlar a deposição de pequenas bacias intracontinentais (Hasui *et al.* 1981).

Já no Mesozóico a evolução sedimentar da Bacia do Paraná foi fortemente afetada pela ruptura do Gondwana e a abertura do Atlântico Sul. Esses eventos culminaram, no Eocretáceo, com um volumoso extravasamento de lavas que correspondem a fase tectônica

mais energética, resultando na instalação da fase *rift* da bacia (Milani 1994). Segundo Zalan *et al.* (1991), no triássico teria começado a se desenvolver o terceiro *trend* estrutural mais importante da Bacia do Paraná, de direção EW que, devido ao seu paralelismo com zonas de fraturas oceânicas modernas, supõe-se que tenha uma íntima relação com a abertura do Oceano Atlântico.

Fraturas tectônicas modernas foram identificadas por Bjornberg *et al.* (1971) em amostras de sedimentos cenozóicos coletados junto a quebras de relevo. Essas fraturas estariam ligadas basicamente ao adernamento de blocos, que são o resultado da combinação de movimentos epirogênicos com esforços tangentes à crosta. Bjornberg (1969) acredita que a Depressão Periférica teria se formado devido a uma atuação conjunta de fenômenos de tectônica rígida e ação erosiva de uma granagem subsequente.

1.3 Aspectos Fisiográficos

1.3.1 CLIMA

Segundo Monteiro (1976 *apud* Tavares 1997), a área estudada situa-se, na unidade geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, onde o clima é tropical alternadamente seco e úmido, controlado basicamente por massas equatoriais e tropicais.

De acordo com a classificação empírico-descritiva de KÖPPEN é do tipo Cwa tropical úmido com verões quentes e chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de 21,6° C. A pluviosidade média anual situa-se entre 1200 a 1500 mm, sendo os meses mais chuvosos de dezembro a março com média de 300 mm/mês. A umidade relativa do ar registra marcas de 70% e a evapotranspiração efetiva é de 1100 mm/ano (IG/SMA 1991).

2. METAS E OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi a caracterização estratigráfica dos arenitos pertencentes à sucessão sedimentar glaciogênica de idade permo-carbonífera, localizada próximo à cidade de Indaiatuba, na região sudoeste do Estado de São Paulo, através da aplicação dos conceitos da moderna Estratigrafia de Seqüências, bem como elaborar uma caracterização preliminar do potencial hidrogeológico desses arenitos como possível fonte de abastecimento de água para a população local.

A sucessão sedimentar glaciogênica pertence ao Subgrupo Itararé e é composta por sedimentos essencialmente arenosos, de granulação variada, além de diamictitos e sedimentos pelíticos, com termos silticos e folhelhóides, às vezes rítmicos (Florêncio 2000).

No Estado de São Paulo, ao contrário do que ocorre nos estados do sul, o Subgrupo Itararé permanece indiviso, devido principalmente a dificuldade de aplicação dos conceitos estratigráficos convencionais, como a litoestratigrafia, a bioestratigrafia e a cronoestratigrafia. Diante dessas dificuldades resolvemos utilizar o modelo de Estratigrafia de Seqüências, que se baseia no estudo de sucessões de estratos limitadas por discordâncias no topo e na base, caracterizando uma seqüência deposicional que tem como fator controlador a variação eustática do nível do mar.

Para a aplicação desses conceitos foi necessário a determinação das fácies sedimentares presentes na área, seu agrupamento em associações de fácies e os respectivos Tratos de Sistemas Depositionais. A metodologia empregada foi a mesma utilizada por Canuto *et al.* (2001), que realizou trabalho semelhante nas regiões sul do estado do Paraná e norte de Santa Catarina.

3. TRABALHOS PRÉVIOS

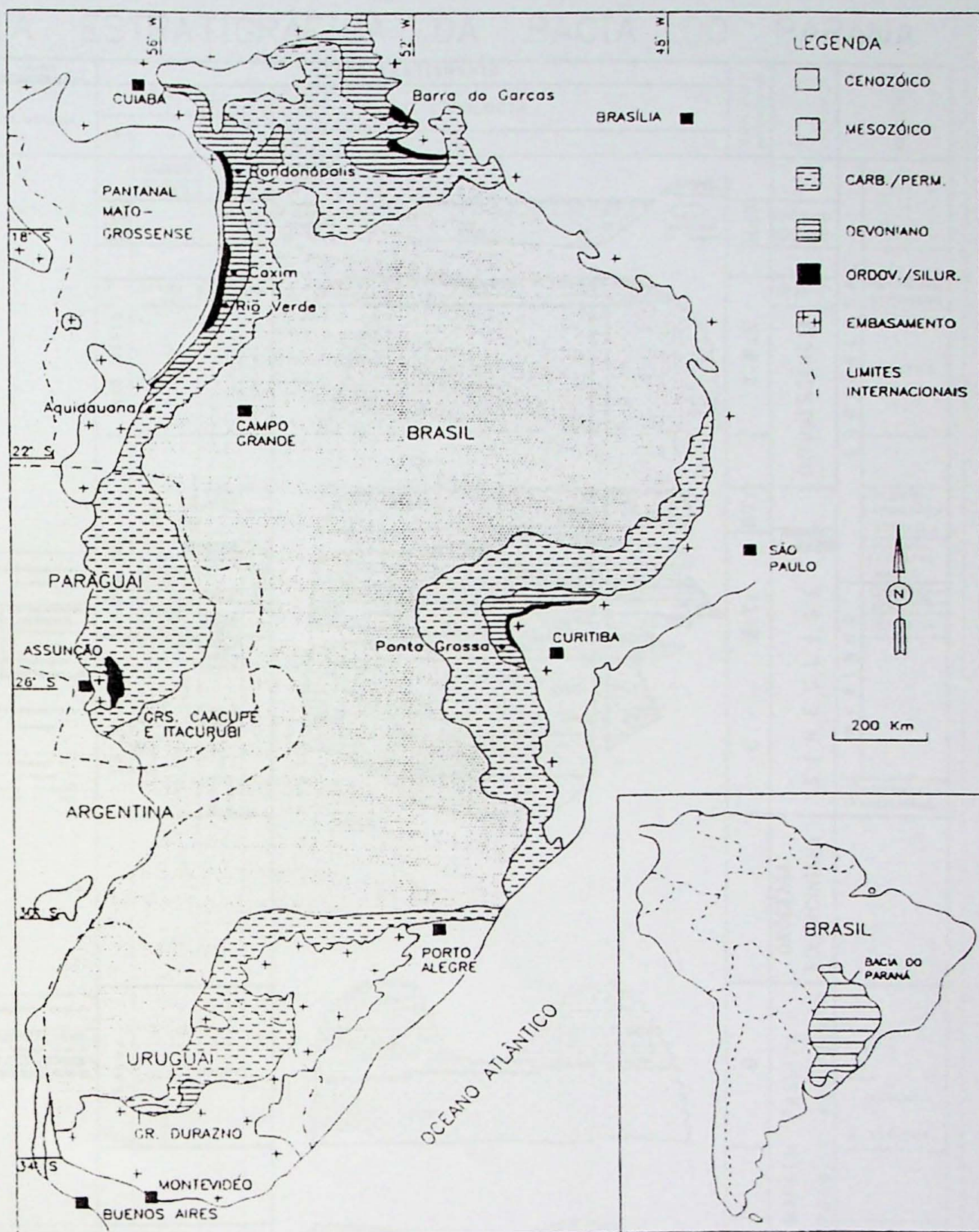
3.1 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma enorme depressão deposicional situada na parte centro-leste do Continente Sul-Americano, estendendo-se por uma área de aproximadamente 1.600.000 km², dos quais quase 1.000.000 km² se encontram em território brasileiro, com o restante se distribuindo pela Argentina, Uruguai e Paraguai (Schneider et al., 1974).

No Brasil, a Bacia do Paraná se estende desde o Estado do Rio Grande do Sul, passando pelos Estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, atingindo partes dos estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (Fig. 02).

A Bacia do Paraná é uma bacia do tipo intracratônico, aproximadamente simétrica, com espessuras que superam 7000m de sedimentos (Milani & Zalán 1999). É preenchida por sedimentos paleozóicos, mesozóicos, lavas basálticas e localmente algumas rochas cenozóicas (Schneider et al. 1974), que são subdivididas em unidades litoestratigráficas, que podem ser observadas, por exemplo, na Fig. 03, extraída de (Milani et al. 1994).

A unidade litoestratigráfica que contém as rochas consideradas no presente estudo é denominada Subgrupo Itararé (Rocha-Campos 1967).

Fig. 02 – Mapa Geológico da Bacia do Paraná (Assine *et al.*, 1998).

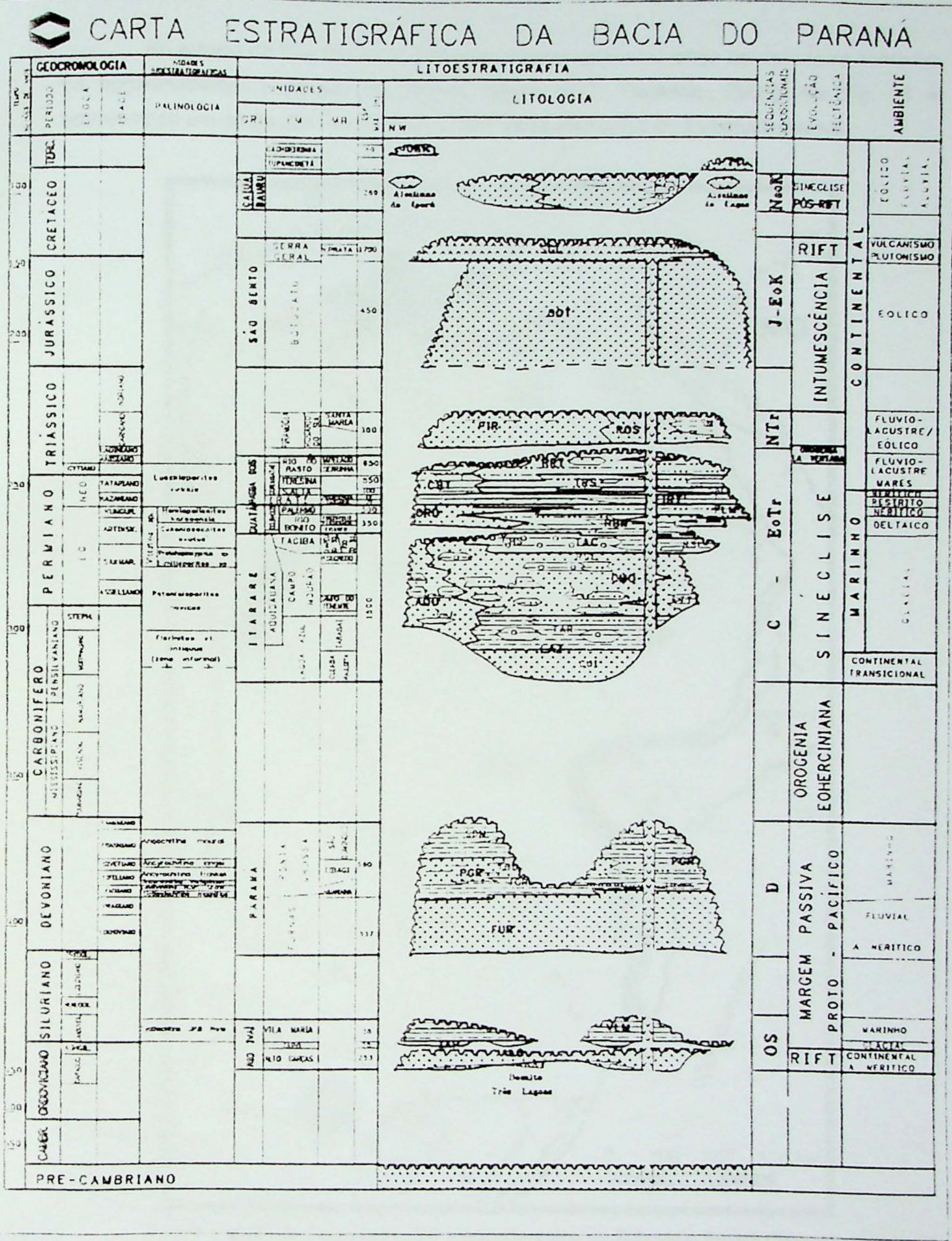


Fig. 03 – Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná (Milani et al. 1994).

3.2 Sub-grupo Itararé no Estado de São Paulo

No estado de São Paulo, o Subgrupo Itararé aflora ao longo de uma faixa contínua de aproximadamente 50 km de largura (Saad 1977; Florêncio, 2000). Na Fig. 04 é apresentado um mapa com a localização das áreas aflorantes do Subgrupo Itararé.

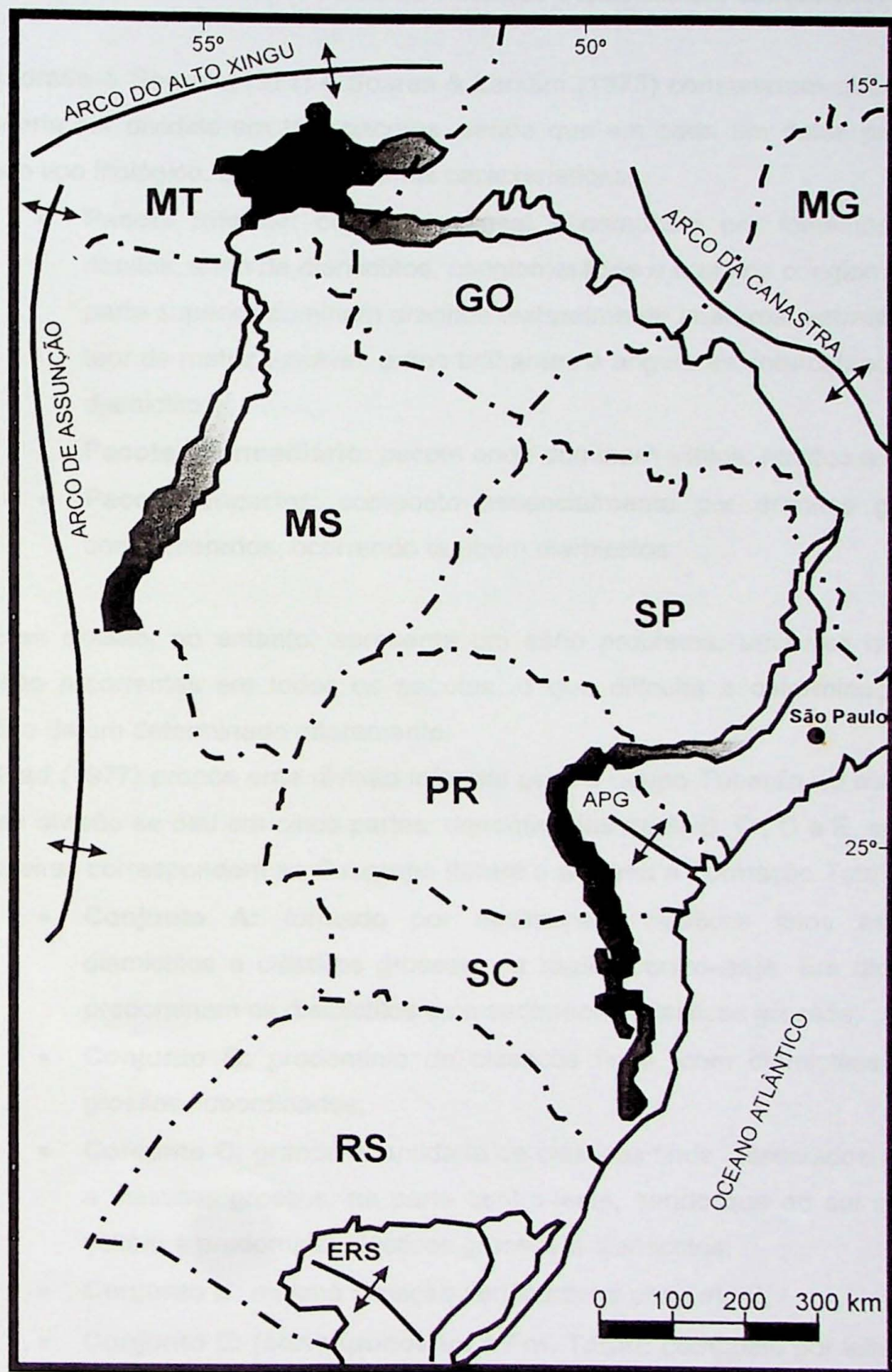


Fig. 04 – Mapa de localização das áreas aflorantes do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico) da Bacia do Paraná, modificado de Santos (1979).

Rocha-Campos (1967) e Saad (1977) apresentaram um quadro histórico com as várias proposições de nomenclatura do Grupo Tubarão, ao qual pertence o Subgrupo Itararé. Essas proposições foram as mais variadas possíveis, devido às diferentes áreas da bacia estudadas e aos diversos processos sedimentares e tectônicos que atuaram durante a sua deposição (Souza 2000), resultando em uma sedimentação extremamente diversificada faciológicamente e constituída por tratos de sistemas deposicionais complexos (Gama Jr. *et al.* 1992).

Andrade & Soares (1971) e Soares & Landim (1973) constataram que o Subgrupo Itararé poderia ser dividido em três pacotes, sendo que em cada um deles prevalecia um determinado tipo litológico, com as seguintes características:

- **Pacote Inferior:** cuja parte basal é composta por folhelhos rítmicos e ritmitos, além de diamictitos, conglomerados e arenitos conglomeráticos. Na parte superior dominam arenitos texturalmente imaturos, estratificados, com teor de matriz variável, grãos brilhantes e angulares, intercalando corpos de diamictito;
- **Pacote Intermediário:** pacote onde dominam siltitos, ritmitos e diamictitos;
- **Pacote Superior:** composto essencialmente por arenitos grosseiros e conglomerados, ocorrendo também diamictitos.

Essa divisão, no entanto, apresenta um sério problema, uma vez que todas as litologias são recorrentes em todos os pacotes, o que dificulta a determinação do nível estratigráfico de um determinado afloramento.

Saad (1977) propôs uma divisão informal para o Grupo Tubarão no estado de São Paulo. Essa divisão se deu em cinco partes, denominadas de A, B, C, D e E, sendo que as quatro primeiras correspondem ao Subgrupo Itararé e a última à Formação Tatuí.

- **Conjunto A:** formado por sedimentos clásticos finos associados a diamictitos e clásticos grossos, na região centro-leste. Em direção ao sul predominam os diamictitos e os sedimentos clásticos grossos;
- **Conjunto B:** predomínio de clásticos finos, com diamictitos e clásticos grossos subordinados;
- **Conjunto C:** grande quantidade de clásticos finos, associados a diamictitos e clásticos grossos, na parte centro-leste, sendo que ao sul e a nordeste voltam a predominar clásticos grossos e diamictitos;
- **Conjunto D:** mesma situação verificada no conjunto B;
- **Conjunto E: (correspondente à Fm. Tatuí):** composto por siltitos variados (principalmente avermelhados e esverdeados) e arenitos finos.

Essa proposta é uma das mais abrangentes para o Subgrupo Itararé, pois engloba as porções centro e sul do estado de São Paulo. No entanto, como diz o próprio autor, as unidades são muito complexas e de limites pouco discerníveis.

Uma outra subdivisão foi proposta por Soares *et al.* (1977) que reconheceram quatro associações litológicas, denominadas I, II, III e IV.

- **Associação I:** constituída basicamente por arenitos conglomeráticos, grosseiros, passando a arenitos finos, muito finos, siltitos arenolamíticos, localmente com laminação rítmica, contendo restos vegetais e raramente calcário;
- **Associação II:** caracterizada pela presença de arenitos e diamictitos, sendo que os diamictitos são predominantes;
- **Associação III:** composta predominantemente pela presença de siltitos e arenitos de granulação fina e muito fina, raramente com pacotes de granulação média;
- **Associação IV:** caracterizada pela intercalação de camadas de arenitos com ritmitos e/ou lamitos e lamitos levemente conglomeráticos.

Essas associações apresentam uma distribuição regular, representando a metade superior do Subgrupo Itararé (Soares *et al.* 1977). A ausência de camadas guia não permitiu a correlação estratigráfica dessas associações em âmbito regional, de forma que esta é uma classificação válida apenas localmente.

A última e mais abrangente proposta de divisão do Subgrupo Itararé foi elaborada por França & Potter (1988), que se basearam em dados de subsuperfície coletados ao longo da bacia. Segundo os autores, o Itararé pode ser dividido em três unidades formais, denominadas, da base para o topo:

- **Formação Lagoa Azul:** depositada apenas ao norte do Arco de Ponta Grossa, sendo composta por arenitos, siltitos e lamitos com seixos. É subdividida em dois membros: Cuiabá Paulista (arenitos) e Tarabaí (siltitos e lamitos seixosos). Entre eles ocorre, localmente, uma lente de folhelhos chamada Folhelho Roncador;
- **Formação Campo Mourão:** de composição arenosa, com folhelhos, siltitos e lamitos seixosos subordinados. Apresenta, em Santa Catarina, uma lente de folhelho denominada Membro Lontras;
- **Formação Taciba:** subdividida em três membros: Rio Ivaí (arenitos), Chapéu do Sol (lamitos seixosos) e Rio do Sul (sedimentos argilosos).

Essa subdivisão apresenta alguns inconvenientes pois, segundo os próprios autores, a correlação entre esses dados e dados de superfície é difícil de ser estabelecida. Além do mais, algumas das denominações apresentadas já haviam sido usadas anteriormente por outros autores, porém com significados estratigráficos distintos.

Podemos notar que vários avanços foram alcançados ao longo do tempo, porém muito ainda está para ser feito.

3.3 Estratigrafia de Sequências

3.3.1 SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS

Segundo Posamentier & Vail (1988), uma seqüência é formada por uma sucessão de tratos de sistemas deposicionais, interpretados como depositados entre dois pontos de inflexão de queda eustática.

Vail *et al.* (1977) propuseram que as seqüências seriam marcadamente condicionadas pelas oscilações eustáticas, cujas amplitudes não seriam constantes ao longo do tempo e, apresentariam um forte caráter cíclico. Segundo Vail *et al.* (1991), os ciclos poderiam ser divididos em seis ordens de grandeza, de acordo com o tempo de duração, conforme ilustrado abaixo.

1	> 50 Ma
2	3-50 Ma
3	0,5-3 Ma
4	0,08-0,5 Ma
5	0,03-0,08 Ma
6	0,01-0,03 Ma

Uma seqüência deposicional, que é a unidade básica da Estratigrafia de Sequências, corresponde a um ciclo de 3ª ordem.

3.3.2 EFEITOS DA GLACIAÇÃO E DEGLACIAÇÃO, EM BACIAS INTRACRATÔNICAS

Na Bacia do Paraná, o reconhecimento da origem subglacial de diamictitos do Subgrupo Itararé, pode ser utilizado na interpretação de ciclos sedimentares (Santos 1979; Canuto 1985 e 1993), atribuídos a fases de abaixamento do nível do mar, seguidas de regressão, às quais corresponderiam fases de avanço glacial (Canuto *et al.* 1996a,b e 1997a,b; Santos *et al.*, 1996), documentadas por pavimentos estriados, tilitos de alojamento, rochas moutonnées, e varvitos (Santos 1979; Canuto 1985; Rocha-Campos *et al.* 1988; Canuto 1993; Rocha-Campos *et al.* 1994). Por outro lado, a incidência de folhelho ou siltito marinho sobre diamictitos seria atribuível a uma fase de inundação por transgressão marinha (Van Wagoner *et al.* 1990; Canuto *et al.* 1996a e 1997a), coincidente com episódio de recuo glacial, ou deglaciação, causando elevação do nível do mar.

Os fenômenos glácio-isostáticos (Vail *et al.* 1977; Canuto *et al.* 1996a,b e 1997a,b; Santos *et al.* 1996), atuam como um dos componentes de subsidência em crosta continental, em épocas de glaciação. A retirada da massa de gelo, devido ao seu recuo (deglaciação), resultaria em soerguimento continental, paralelamente à colocação de enorme volume de água no mar, associada a cada fase de recuo do gelo, resultando em elevação do nível do mar. Esses fenômenos se superimpõem na Bacia do Paraná, que se submetia a fase de subsidência regional tectônica, durante o ciclo tectônico transgressivo-regressivo Permo-Carbonífero, característico da dinâmica vertical de bacias intracratônicas (Sloss 1963), resultando em efeito transgressivo regional resultante (Canuto 1994 e 1995; Canuto *et al.* 1996a,b e 1997a,b).

3.3.3 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS E SEDIMENTOS DE ORIGEM GLACIAL

A Estratigrafia de Sequências tem sido definida como **“o estudo das interações de rochas, num arcabouço cronoestratigráfico de estratos geneticamente relacionados e repetitivos, limitados por superfícies de erosão ou não deposição, ou suas conformidades correlativas”** (Van Wagoner *et al.* 1988).

Os conceitos gerais da Estratigrafia de Sequências são fundamentados em padrões estratais observados em cenários de margem continental passiva (Vail *et al.* 1977; Jervy 1988; Posamentier & Vail 1988; Posamentier *et al.* 1988; Haq 1991). Considerando-se este fato, permanece ainda relativamente indefinida a questão da necessidade de modificações nas características do modelo básico, com relação à sua aplicação em bacias sedimentares desenvolvidas em diferentes contextos tectônicos. Posamentier & James (1993) consideram, com muita propriedade, que antes de se aplicar os conceitos de

Estratigrafia de Sequências a uma bacia sedimentar, devem ser levadas em conta as condições locais relacionadas à tectônica, ao fluxo de sedimentos e à fisiografia. A esses fatores adicionaríamos ainda as condições climáticas, pois, a disposição sedimentar num cenário glacial, com avanços e recuos sucessivos de geleiras, afeta grandemente a variação do nível do mar numa dada região, incluindo efeitos glácio-isostáticos. De qualquer forma, os atributos-chave da Estratigrafia de Sequências referem-se à natureza cíclica das sucessões estratigráficas e à utilização do arcabouço estratigráfico para efeito de previsões litológicas.

3.3.4 ESTRATIGRAFIA DE SEQÜÊNCIAS EM BACIAS “EM RAMPA”

No caso das bacias intracratônicas, os padrões estratigráficos desenvolvem-se em cenários fisiográficos caracterizados por assoalho de bacias em forma de rampa, mergulhando da margem para as partes centrais.

Como lembra Della Fávera (1995), geralmente as bacias sedimentares em rampa apresentam dimensões, extremamente grandes (áreas superiores a 1.000.000 km²), rampas com mergulho muito suave, linhas de tempo praticamente horizontais, e apresentam uma história evolutiva compreendendo longos períodos de lenta acumulação de sedimentos, intercalados a períodos igualmente longos de soerguimento e erosão.

Lindsay *et al.* (1993), tendo em conta as diferenças existentes, bem como as dificuldades de adaptação, dos modelos propostos pelo grupo da EXXON referentes a margens continentais passivas, exploraram a utilização dos conceitos de seqüências em cenários intracratônicos, através do estudo de sucessões sedimentares do Proterozóico superior e Paleozóico inferior da Bacia Amadeus, na Austrália central. De acordo com esses autores, o problema encontrado em cenários intracratônicos não se refere à não existência das seqüências, ou a que a eustasia não afeta a sedimentação; segundo eles, o problema resume-se na expressão geométrica das seqüências, como se apresentam, afirmando que o trato de sistemas de mar baixo (*lowstand*) é de difícil reconhecimento. Sendo assim, as sucessões sedimentares intracratônicas normalmente compreendem tratos de sistemas transgressivos e de mar alto (*highstand*), limitados por superfícies planas de discordância, ou paraconformidades; isto significa que as superfícies de máxima inundação (Galloway 1989) comumente coincidem com os limites das seqüências. Apesar dessas dificuldades, ao que tudo indica foram bem sucedidos na aplicação da teoria. Entretanto, no caso da Bacia do Paraná, caracteristicamente glaciada durante o Neopaleozóico, verifica-se, contrariamente ao caso da Bacia Amadeus, grande quantidade de sedimentos ligados a tratos de sistemas de mar baixo (*lowstand*). Canuto *et al.* (1997a) explicaram que essas características observadas na Bacia do Paraná se devem à grande quantidade de sedimentos liberados pelo degelo das calotas glaciais gondvânicas, fato que vem mostrar a

importância de se considerar, também o cenário climático nas bacias sedimentares, quando da aplicação de modelos relativos à Estratigrafia de Sequências.

Tentativa semelhante realizaram Proust & Deinoux (1994), na Bacia Taoudeni, na África ocidental, também de caráter intracratônico. Através da análise estratigráfica em termos de unidades genéticas cronoestratigraficamente significativas, os autores identificaram quatro hierarquias de ciclos, propondo que, a partir desse esquema, torna-se possível obter um controle estratigráfico de sedimentos não datados e não fossilíferos (tais como depósitos glaciais do Proterozóico), e reconstruir fluxos sedimentares antigos a partir de análises desse registro estratigráfico.

Trabalhos preliminares foram desenvolvidos, tentativamente, na Bacia do Paraná por Canuto *et al.* (1996a,b e 1997a,b), que culminaram com a elaboração de um trabalho sistemático e de maior detalhamento publicado recentemente (Canuto *et al.* 2001).

3.4 Análises Granulométricas

Segundo Suguio (1994) o tamanho das partículas de uma rocha sedimentar detrítica é uma de suas propriedades texturais fundamentais, uma vez que o critério básico para classificação dos sedimentos clásticos.

Ainda segundo o autor, existem pelo menos quatro razões principais que mostram a importância das análises granulométricas:

- A granulometria constitui a base para a descrição precisa do sedimento;
- A distribuição granulométrica pode ser característica de determinado ambiente deposicional;
- O estudo detalhado da distribuição granulométrica pode fornecer informações importantes sobre os processos físicos atuantes durante a sedimentação;
- A granulometria pode estar associada a outros parâmetros, como por exemplo a permeabilidade, e modificações desses parâmetros podem ser previstos a partir da variação granulométrica.

Apesar da grande importância atribuída à análise granulométrica, ainda não há um consenso sobre a escala granulométrica, de forma que cada escola se utiliza de uma escala granulométrica diferente. Segundo Suguio (1994), os pesquisadores brasileiros tem uma preferência pela escala proposta por Wentworth.

Wentworth (1933) propõe que as principais classes granulométricas seriam intimamente ligadas ao modo de transporte por água corrente ou ao modo de desintegração da rocha-matriz.

Krumbein (1934) levantou a possibilidade de que a distribuição granulométrica das areias teria uma tendesse a normalidade, de forma que na escala geométrica a curva de distribuição se tornaria mais simétrica. A partir de então, vários autores buscaram equações que pudessem expressar a distribuição granulométrica e seus significados físicos.

Mesmo com todos os avanços registrados até o momento, a distribuição granulométrica ainda é um tema bastante controverso. A teoria que parece ser a mais aceita atualmente é a teoria da probabilidade (Suguio 1994), segundo a qual durante o transporte dos sedimentos ocorreria o fenômeno da seleção progressiva proposto por Russell (1939). Por essa teoria a granulometria diminuiria de montante para jusante devido ao empobrecimento do material transportado em partículas mais grossas. Isso ocorre porque o material mais grosso tenderia a ser deixado para trás, o que deveria culminar com uma distribuição linear no tamanho dos grãos.

No entanto, quando há uma mistura de frações arenosas com frações siltico-argilosas a taxa de transporte varia exponencialmente com a granulometria. A areia que apresenta uma maior probabilidade de transporte sofrerá maior ação seletora á medida que o sedimento é transportado, de forma que ele se torna cada vez mais rico em sedimentos finos e a curva de distribuição apresenta pior seleção para o lado dos sedimentos finos (Suguio 1994).

Como a distribuição granulométrica é intimamente ligada ao ambiente e à forma de transporte, ela pode nos auxiliar na determinação das fácies sedimentares, servindo como ferramenta importante de trabalho.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é baseado, fundamentalmente, no levantamento de perfis geológicos ao longo de estradas que cruzam a faixa de afloramentos do Subgrupo Itararé, próximo à cidade de Indaiatuba.

Os afloramentos foram analisados e descritos levando-se em consideração as características que permitiriam determinar sua fácies sedimentar, como por exemplo a(s) litologia(s), texturas, estruturas sedimentares e, se possível, a presença de icnofósseis. Com esses dados foi possível, através de técnicas convencionais de análises de fácies, reconhecer suas associações e os respectivos tratos de sistemas.

Foram interpretados os processos e ambientes sedimentares observados como ocorridos na área do estudo, incluindo-se estruturas indicativas de mudanças no regime de deposição dos sedimentos, como também identificadas superfícies possivelmente estriadas, que representariam marcas de abrasão glacial gerada durante uma época de avanço do gelo concomitante a um período de abaixamento do nível do mar, e também superfícies indicativas de inundação marinha, representando elevação relativa do nível do mar (Canuto *et al.* 2001).

4.1. Perfis Geológicos

Os perfis foram confeccionados com base na descrição dos afloramentos que foram lançados sobre a base topográfica utilizada, composta pelas folhas Americana, Campinas, Indaiatuba e Salto, na escala de 1: 50.000 (Figura do ANEXO 1). Os pontos foram projetados sobre uma reta média, a partir da qual foi traçado um perfil topográfico, gerando um perfil geológico-estratigráfico da área estudada (Figura do ANEXO 2).

Os resultados obtidos contêm limitações geométricas devido às circunstâncias geológicas e imprecisão de dados para a execução dos perfis. Para amenizar essas limitações, Saad (1977) propôs algumas correções que devem ser feitas devido às limitações topográficas (relevo suave e baixos ângulos de mergulho médio) do Grupo Tubarão (Rocha-Campos 1967), incluindo a utilização de sobrelevação vertical.

A escala horizontal adotada foi 1:50000 e a vertical, incluindo a sobrelevação necessária, 1:5000.

A sobrelevação, de 50 vezes, justifica-se pelo fato de que ao ser utilizando o mergulho atual das camadas, em torno de 1° para NW, seria impossível analisar-se as feições estruturais importantes. O ângulo de mergulho torna-se mais acentuado, porém proporcionalmente aos demais elementos em estudo. Para a correção dos valores dos ângulos de mergulho, foi utilizado o método de Smith (1925), mostrado a seguir.

$\text{Cotg } a = (\text{cotg } c) / \text{sen } \alpha$, onde

a = ângulo de mergulho aparente;

c = ângulo de mergulho real, que é de 1° ;

α = ângulo formado entre a direção geológica e a direção do perfil, que é de 60° .

Assim, obtemos o valor de a que será utilizado no cálculo do ângulo de mergulho aparente sobrelevado, dado pela fórmula:

$\text{tg } b = n \cdot \text{tg } a$, onde

a = ângulo de mergulho aparente, que é de 1° ;

n = sobrelevação, que é de 50 vezes;

b = ângulo de mergulho aparente sobrelevado;

Dessa forma, chegamos ao valor de 41° aproximadamente para o ângulo de mergulho aparente sobrelevado, valor este que foi utilizado na construção dos perfis.

4.2 Coluna Estratigráfica

Através do empilhamento das camadas observadas no perfil geológico, obtemos uma seção colunar que apresenta a sucessão litoestratigráfica das rochas encontradas na região. Essa coluna foi interpretada aplicando-se o modelo da moderna Estratigrafia de Seqüências (Van Wagoner *et al.* 1988), o que permitiu que reconheçêssemos as Associações de Fácies e os Tratos de Sistemas associados.

A sucessão dos Tratos de Sistemas identificados, bem como suas recorrências, permitem o reconhecimento de ciclos sedimentares que representam eventos de transgressões e regressões marinhas controlados tanto pela tectônica como por efeitos glacio-isostáticos associados à glaciação neopaleozóica (Canuto *et al.* 2001), caracterizando seqüências estratigráficas de 3ª ordem.

A coluna estratigráfica pode ser observada na Figura do ANEXO 3.

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

5.1 Atividades Realizadas

5.1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi realizada de forma contínua desde o início do projeto, conforme proposto no cronograma inicial. Consistiu basicamente na leitura de diversos trabalhos que versavam sobre estratigrafia do Subgrupo Itararé, Estratigrafia de Seqüências, sedimentologia e hidrogeologia. Dentre os trabalhos pesquisados foram selecionados aqueles que apresentavam uma relação mais próxima com os objetivos deste projeto, tanto em relação à área estudada como em relação a metodologia aplicada.

Nesta fase, uma das dificuldades encontradas foi a falta de trabalhos específicos sobre Estratigrafia de Seqüências editados em português, o que torna o entendimento sobre o tema um pouco mais complicado.

5.1.2 FOTOINTERPRETAÇÃO

A fotointerpretação sofreu um certo atraso devido principalmente a dificuldade de acesso a fotos aéreas da área estudada. Foram contactadas várias instituições, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), o Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) e o Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. Nos dois primeiros institutos encontramos as fotos necessárias mas estas não estavam disponíveis para empréstimo, mas somente para consulta no local, além de serem fotos relativamente antigas.

No Departamento de Geografia da FFLCH foi possível termos acesso às fotos aéreas, na escala de 1: 25.000, obtidas a partir de um sobrevôo realizado em Jun/1994, portanto bem recente, o que possibilitou a execução de um mapa que cobre toda a área estudada, apresentando as feições geomorfológicas mais marcantes da área. O mapa pode ser observado no ANEXO 4, e a sua interpretação se encontra mais adiante, no item *RESULTADOS OBTIDOS*.

5.1.3 LOCAÇÃO DE POÇOS CADASTRADOS

O Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) possui um cadastro nacional de poços que pode ser pesquisado através do seu site na Internet (<http://www.dnpm.gov.br/>). Através desse site foi possível constatar a existência de vários poços tubulares existentes na área estudada, alguns ainda em funcionamento e outros já

abandonados. No cadastro do DNPM consta, além da identificação do poço, dados como sua coordenadas, endereço, nome do proprietário, nível estático e hidrodinâmico e o órgão responsável pelo cadastro do poço, que na maioria dos casos era o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). Esses poços foram lançados na base topográfica, o que permitiu a elaboração de um mapa potenciométrico preliminar que pode ser observado no ANEXO 5.

A princípio tínhamos a intenção de obter junto ao DAEE os perfis litológicos de alguns poços para tentar estabelecer uma correlação entre dados de superfície e de subsuperfície, além de obter uma visão espacial dos corpos areníticos presentes na região. Isso não foi possível devido à falta de tempo, uma vez que ocorreram atrasos nos trabalhos de campo, o que acarretou atrasos em outras etapas do projeto. Para suprir essa lacuna, utilizamos um perfil de um furo de poço estratigráfico realizado pela PETROBRÁS do qual uma cópia se encontrava disponível no Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental (GSA) do Igc-USP.

Esse furo de sondagem permitiu estabelecer uma correlação muito interessante entre dados superficiais e subsuperficiais, cujos resultados são comentados mais adiante.

5.1.4 TRABALHOS DE CAMPO

Como mostrado no relatório de progresso, os trabalhos de campo sofreram um certo atraso, devido a problemas de disponibilidade de tempo entre alunos e o orientador, de forma que as etapas de campo planejadas para os meses de abril e maio tiveram que ser canceladas. Foram realizadas cinco etapas de trabalhos de campo com um dia de duração cada uma, durante os meses de julho, agosto e outubro, tendo sido a maioria delas efetuada após a entrega do relatório de progresso, o que explica a escassez de dados apresentados naquele relatório.

Durante os trabalhos de campo foram percorridas quase todas as estradas presentes no mapa, o que proporcionou uma cobertura bastante razoável da área. A facilidade de acesso também é um ponto importante, pois graças ao bom estado da maioria das vias era possível percorrer grandes distâncias em um único dia, o que permitiu que aproveitássemos muito bem o pouco tempo disponível para a realização dos trabalhos.

Uma grande dificuldade encontrada nesses trabalhos foi a falta de bons afloramentos, uma vez que a região apresenta uma forte ocupação, tanto do ponto de vista urbano, com novos loteamentos na periferia da cidade e grandes condomínios de alto luxo em áreas um pouco mais afastadas, como do ponto de vista rural, com enormes propriedades que são utilizadas para a agricultura, a pecuária e também para fins turísticos. Além do mais, a geomorfologia plana da região, com predomínio de pequenas colinas e alguns grandes platôs, não colabora para a ocorrência de boas exposições de rochas.

5.1.5 ANÁLISES PETROGRÁFICAS E SEDIMENTOLÓGICAS

Durante as etapas de campo, foram coletadas amostras dos arenitos encontrados, com as quais foram confeccionadas lâminas delgadas para análise petrográfica, e também análises granulométricas.

As análises petrográficas permitiram o reconhecimento das características texturais e estruturais dos arenitos, como a granulometria média, a esfericidade dos grãos, o grau de arredondamento, o arranjo espacial dos grãos, a porosidade, a presença de cimentação etc.. Essas características são determinantes para o comportamento hidrogeológico da rocha, uma vez que interferem diretamente na capacidade de armazenagem e na permeabilidade da rocha.

Foram escolhidas cinco amostras de arenitos para a confecção de lâminas delgadas, de forma que tivéssemos uma cobertura bem representativa das rochas da região. Os resultados obtidos serão apresentados mais adiante, bem como as interpretações e as correlações com os demais dados obtidos.

As análises granulométricas foram feitas com quatro amostras de arenito que apresentavam características mais apropriadas para reservatórios de água subterrânea. Foram excluídas as amostras de granulação muito fina, bem como algumas com grande quantidade de argila, uma vez que essas características limitam seu potencial hidrogeológico.

5.1.6 ELABORAÇÃO DO PERFIL E DA COLUNA ESTRATIGRÁFICA

No relatório de progresso foi apresentado um perfil geológico e uma coluna estratigráfica preliminares, uma vez que a pequena quantidade de dados de campo obtidos até então não permitia que se fizesse um trabalho mais elaborado. Agora, com as etapas de campo realizadas recentemente, foi possível coletar dados suficientes para construir um perfil geológico mais representativo e, conseqüentemente, uma coluna estratigráfica mais completa.

Na coluna estratigráfica foi possível reconhecer quatro associações de fácies, e os respectivos tratos de sistemas deposicionais. O agrupamento dos tratos de sistemas permitiu reconhecer partes de duas seqüências deposicionais distintas, que podem ser observadas na Figura do ANEXO 3.

5.1.7 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

No quadro abaixo é apresentado um cronograma das atividades efetivamente realizadas que, na maioria dos casos seguiu o estipulado no cronograma original.

SEMESTRE	1º				2º					
MÊS	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ATIVIDADES										
Revisão Bibliográfica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Trabalhos de Campo					✓		✓	✓		
Trabalhos de Escritório	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Análises Petrográficas									✓	
Análises Granulométricas								✓	✓	
Projeto Inicial	✓									
Relatório Parcial						✓				
Relatório Final									✓	

5.2 Atividades Não Realizadas

5.2.1 ANÁLISES QUÍMICAS

No projeto inicial mencionamos a intenção de coletar amostras de água em poços e fontes existentes na área do estudo, com o intuito de realizar análises químicas dessas águas para verificar sua qualidade e a conveniência de se utilizar essas águas para abastecimento das populações locais.

Com o atraso da realização das etapas de campo, não foi possível realizar a coleta das amostras de água, pois o pouco tempo disponível foi utilizado para percorrer a área e descrever afloramentos.

6. RESULTADOS OBTIDOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos ao longo do período de realização do projeto.

6.1 Descrição de Afloramentos

Ponto 01 – Corte na Estrada de Ferro, bairro Itaici

Coordenadas: UTM 276157 – 7443891

Arenito disposto em camadas tabulares horizontalizadas, de aproximadamente 4 m de espessura. No topo de cada camada ocorrem leitos contínuos de blocos ovalados formados pelo mesmo arenito, porém com forte cimentação (Foto 1). O arenito possui uma cor amarelada, é bem selecionado e de granulação fina. Internamente ocorrem estruturas horizontais de variação do nível d'água, provavelmente associadas à variação granulométrica. Próximo ao topo de uma das camadas é possível observar estruturas de escape d'água, indicando que a deposição se deu por fluxo denso, fluidificado (Fotos 01e 02).

Ponto 02 – Bifurcação na Estrada

Ponto de Controle

Ponto 03 – Coordenadas: UTM 270439 - 7449547

Material muito alterado.

Ponto 04 – Barranco na Estrada de Terra

Arenito de granulação média a grossa na base, bem estratificado e rico em feldspato. Na parte superior a granulação se torna bem fina, de cor avermelhada e laminação cruzada. São visíveis algumas superfícies irregulares, com uma camada centimétrica de material concrecionado, semelhantes a superfícies de canais de fluxo que mergulham grosseiramente para NW. Provavelmente são vários canais superpostos.

Ponto 05 – Afloramento no chão, próximo ao portão de uma fábrica**Coordenadas: UTM 270196 – 7449745**

Topo da seqüência anterior, com o arenito fino, avermelhado, distribuído em vários canais sobrepostos. Existem alguns leitos ricos em muscovita, indicando que a deposição se deu em clima frio. O arenito é um pouco mais laminado, indicando que a deposição ocorreu em uma porção mais distal de um fluxo, com mais água.

Ponto 13 – Estrada Cardeal-Indaiatuba, ao lado da antiga estrada de Ferro**Coordenadas: UTM 267547 – 7447718**

Arenito de granulação fina, cor amarelada, com estratificação cruzada e rico em argila, formando laminações heterolíticas.

Ponto 14 – Estrada Cardeal-Indaiatuba, em frente ao Condomínio Jd. Paradiso

Pacote composto por intercalações de pequenas camadas de siltito e arenito fino, com laminação horizontal e leves ondulações formadas por adelgaçamento de camadas, sugerindo influência de tempestades (Fotos 03, 04 e 05).

Ponto 16 – Próximo ao início da Estrada do Fogueteiro

Arenito de granulação fina à média, mal selecionado, de cor rósea e aspecto maciço. Ocorrem alguns leitos ricos em feldspato.

Ponto 17 – Afloramento próximo à fazenda da Estiva, Estrada do Fogueteiro

Folhelho siltico, de cor cinza avermelhada, com aspecto maciço na base e levemente laminado no topo. Aparentemente sem clastos. O afloramento se estende ao longo da estrada de terra.

Ponto 18 – Antiga exploração de argila próximo à estrada do Fogueteiro

Pacote muito espesso (aproximadamente 4 m) de uma rocha de granulação muito fina, siltico-argilosa, de aspecto maciço, de cor avermelhada. Não foram encontrados clastos. A rocha está presente desde os pontos anteriores e se espalha por uma grande área.

Ponto 19 – Afloramento próximo ao Conjunto Habitacional

Coordenadas: UTM 272839 - 7447394

Pacotes tabulares decimétricos, compostos de areia fina, com boa quantidade de silte. Aspecto maciço e sem clastos.

Ponto 20 – Corte na estrada de terra

Coordenadas: UTM 273096 – 7448072

Rocha de aspecto maciço, matriz de areia fina, com clastos dispersos. Forma sets tabulares. O afloramento se estende por aproximadamente 300m, porém se torna mais arenosa.

Ponto 21 – Corte na estrada de terra

Coordenadas: UTM 273460 – 7448380

Arenito de granulação fina à média, de cor avermelhada, com laminação cruzada plano-paralela.

Ponto 22 – Corte na estrada de terra

Coordenadas: UTM 273621 – 7448725

Afloramento ao longo da estrada, com diamictito de matriz siltico-argilosa e clastos milimétricos a centimétricos dispersos no topo. Na base predomina um lamito maciço sem clastos. Alguns metros à frente predomina o diamictito maciço com clastos centimétricos.

Ponto 23 – Afloramento no topo do morro na estrada de terra

Coordenadas: UTM 273498 – 7449642

Arenito maciço, mal selecionado, de granulação média à grossa, de cor avermelhada. Possui geometria tabular e se estende por uma grande área.

Ponto 24 – Afloramento na estrada, até a base da Igrejinha verde

Coordenadas: UTM 273594 – 7450513

Pacote de siltito-arenoso (ou areia siltosa), maciço, tabular e sem clastos (Fotos 06 e 07).

Ponto 25 – Afloramento na estrada de terra**Coordenadas: UTM 273675 - 7450688**

Arenito de granulação fina, esbranquiçado, bem selecionado e de aspecto maciço na base. Sobre ele ocorrem vários leitos de arenito de cor avermelhada, mal selecionado, preenchendo canais decimétricos a métricos. Ocorrem marcas de sola na base, com direção aproximada NW-SE. Em direção ao topo ocorre a diminuição da granulação, passando para um arenito siltico-argiloso, avermelhado, com clastos dispersos (Fotos 08, 09 10 e 11).

Ponto 26 – Afloramento na estrada de terra**Coordenadas: UTM 273739 – 7450968**

Pacote muito espesso de arenito fino, laminado, com laminação plano-paralela e cor avermelhada.

Ponto 27 – Afloramento junto à entrada do sítio na estrada de terra**Coordenadas: UTM 273987 – 7451601**

Arenito de granulação fina, bem selecionado, disposto em camadas tabulares centimétricas, formando grandes bancos (até métricos). Na base possui um aspecto geral maciço, enquanto que no topo apresenta uma estratificação bem definida, de baixo ângulo e ondulações que lembram marcas de tempestade (Fotos 12, 13 e 14).

Com o intuito de localizar estratigraficamente os estratos estudados, foram considerados alguns pontos descritos por Florêncio (2000), com a ajuda do orientador. Nesse trabalho, a autora descreve pontos que chegam até ao embasamento cristalino (pré Cambriano). Dessa forma, foi possível localizar os estratos estudados, através de um bom marco estratigráfico, que são as rochas do embasamento.

Esses pontos são descritos a seguir:

Ponto 09R –

Diamictito maciço intercalado com arenito tabular.

Ponto 10R –

Arenito tabular, de aspecto geral maciço.

Ponto 11R = Ponto 12R –

Siltitos maciços

Ponto 14R = Ponto 15R –

Arenitos tabulares

Ponto 16R –

Ritmito regular, milimétrico, sem clastos caídos

Ponto 18R –

Argilito em canais métricos

6.2 Análise Granulométrica

Para a análise granulométrica foram selecionadas quatro amostras (P1A, P16, P21 e P27), as mais representativas possíveis, de forma que o resultado pudesse ser extrapolado para toda a área, sem que a margem de erro fosse muito expressiva.

As tabelas com os dados das análises, bem como os gráficos de porcentagem e de porcentagem acumulativa de cada amostra estão disponíveis no ANEXO 6.

No geral, as amostras apresentaram uma seleção granulométrica razoável, com predomínio de partículas na categoria “areia fina”, intervalos de 0,177 a 0,259 mm, segundo a classificação de Wentworth, com pequenas variações para mais ou para menos, de acordo com a amostra.

A amostra P1A, por exemplo, possui uma porcentagem considerável de areia fina a muito fina, porém o predomínio é de silte grosso (~27%), além de uma boa quantidade de argila.

A amostra P16 é composta basicamente por areia fina a média, intervalos de 0,177 a 0,500 mm, com uma pequena parcela de silte grosso.

No caso da amostra P21 a maior participação está na faixa de areia fina a média, (0,250 a 0,500 mm), porém a quantidade de argila é expressiva, chegando a 22%.

O único caso que foge a regra é o da amostra P27 que é formado principalmente por areia média a grossa, faixas entre 0,354 a 1,000 mm.

Um ponto interessante é a grande quantidade de argila encontrada em quase todas as amostras, aproximadamente 20% do total, uma vez que a argila é um bem mineral de grande valor. Na região estudada, por exemplo, existem várias empresas que exploram argilas já a muito tempo, de forma que a pesquisa dessas argilas pode ser muito interessante do ponto de vista econômico.

6.3 Análise Petrográfica

A análise petrográfica proporcionou um bom conhecimento das características texturais dos arenitos, o que foi muito importante para a avaliação do seu potencial hidrogeológico.

O arcabouço é composto basicamente por quartzo monocristalino, perfazendo aproximadamente 90% do volume total, com uma pequena quantidade de ortoclásio, que varia de 5-15%. A pequena quantidade de ortoclásio se deve a sua baixa resistência ao intemperismo. Alguns outros minerais como turmalina, zircão e muscovita ocorrem em quantidades muito pequenas, na forma de elementos traços.

A granulação média está no intervalo de areia fina, 0,177 a 0,250 mm, o que é condizente com o resultado das análises granulométricas, sendo que ocorrem também algumas partículas maiores, chegando a faixa de areia grossa, a partir de 0,707 mm.

A matriz aparece em pequenas quantidades, sendo que na amostra P4A não foi observada a sua presença. Nos demais casos está na faixa de 5%, chegando a 10% na amostra P25. É composta basicamente por quartzo monocristalino, com quantidades secundárias de argilominerais e ortoclásio.

A cimentação também é incipiente, com valores em torno de 5%, atingindo algo em torno de 10% na amostra P20. O seu principal componente são os oxi-hidróxidos de ferro. A pequena quantidade de cimento é interessante, pois a cimentação pode reduzir a porosidade efetiva da rocha, reduzindo sua capacidade de armazenamento.

A porosidade é a principal característica de uma boa rocha reservatório e, no caso dos arenitos estudados, ela atinge valores razoáveis. A porosidade média ficou em torno de 25%, sendo que a amostra P4A atingiu um valor de 35%. Segundo Suguio (1994), rochas que apresentem valores entre 25 e 35% podem ser consideradas ótimas rochas reservatórios, tanto para água subterrânea como para hidrocarbonetos.

Segundo a classificação petrográfica de Folk, todas as amostras foram classificadas como subarcóseos, devido a quantidade de ortoclásio presente em todas as amostras.

6.4 Fotointerpretação

Através da fotointerpretação foi possível reconhecer as principais características físicas da área e correlacionar os dados obtidos com as demais informações coletadas. O resultado final pode ser observado no mapa da Figura do ANEXO 7. Os dados mais importantes observados foram os seguintes:

A topografia é relativamente plana, com o predomínio de pequenas colinas, sendo que o desnível máximo não passa de poucos metros.

A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico, típico de rochas com alta permeabilidade. A drenagem não tem uma direção preferencial, apresentando-se de forma caótica. Isso se deve provavelmente a falta de controles tectônicos como falhas e grandes lineamentos que não foram identificados nas fotos e indicam certa estabilidade tectônica.

Não foram identificadas grandes planícies aluvionares, com exceção da planície do rio Capivari-Mirim, que é o corpo d'água mais expressivo da região. A falta de grandes corpos d'água é outra evidência da boa permeabilidade das rochas da região, uma vez que nesses casos a água é infiltrada rapidamente, de forma o escoamento superficial é muito pequeno.

Na porção central, próximo a divisa com a área ao lado, o relevo se torna plano, formando um grande platô. Essa característica geomorfológica pode ser facilmente observada no campo, e parece estar associada com a ocorrência de um sill de diabásio. Este sill foi reconhecido através de vários fragmentos encontrados na região e pelo solo avermelhado, característico da decomposição de basaltos e que é bem diferente dos solos da região.

6.5 Mapa Potenciométrico

Os poços cadastrados foram lançados na base topográfica, o que gerou um mapa onde foram traçadas as linhas de iso-potencial do aquífero. Esse mapa mostra a direção geral do fluxo de água dentro do aquífero, o que pode ser muito útil para o planejamento da sua exploração. No mapa é possível observar que o NA é mais raso nos arredores de Inaiatuba, tornando-se mais profundo em direção ao vilarejo de Cardeal.

O mapa com a locação dos poços e as linhas de isovalores pode ser visto na figura do ANEXO 5.

6.6 Coluna Estratigráfica

Com os dados obtidos foi elaborada uma coluna estratigráfica que pode ser observada na figura do ANEXO 3. Na coluna estratigráfica foi possível reconhecer uma seqüência de 3ª ordem quase inteira, formada pelos Tratos de Sistema de Mar Baixo (A1), Transgressivo (A2), Mar Alto (A3) e Regressivo Glacio-isostático.

No topo dessa seqüência, foi identificado um arenito tabular que pode representar o começo de uma nova seqüência de 3ª ordem, que provavelmente se desenvolve a NW, na área vizinha, que também é alvo de um outro Trabalho de Formatura.

Na coluna é possível observar também que os arenitos formam um corpo espesso, com quase duzentos metros, de forma que o volume de água que pode ser armazenado é

muito grande, indicando que os arenitos têm um grande potencial como manancial de abastecimento de água subterrânea para as populações locais.

6.7 Correlação com dados de subsuperfície

Foi efetuado o estudo relativo a uma possível correlação dos dados obtidos no campo, em superfície, com dados existentes em um perfil de poço estratigráfico. Para tanto, foi utilizado o perfil do poço 1-AT-1-SP perfurado pela Petrobrás, que apresenta uma profundidade total de cerca de 1250 metros, tendo atravessado sedimentos da Formação Irati, Subgrupo Guatá e Subgrupo Itararé, até atingir o embasamento cristalino, e situa-se relativamente próximo à área do estudo, na região da localidade de Artemis, SP. A figura do ANEXO 7 mostra a parte basal do perfil de poço que inclui os sedimentos que se acredita serem estratigraficamente correspondentes aos estudados em superfície (figura do ANEXO 8).

O perfil relativo ao Poço 1-AT-1-SP vem sendo estudado por equipe de trabalho coordenada pelo Prof. Dr. José Roberto Canuto, e foram reconhecidos, na sucessão sedimentar basal nele registrada, os tratos de sistemas deposicionais relativos Subgrupo Itararé, dados esses que farão parte de dois artigos (Araújo & Canuto em preparação; Chaves Jr. & Canuto em preparação) a serem apresentados na reunião da Sessão Ordinária da Academia Brasileira de Ciências, a ser realizada em São Paulo, em dezembro de 2002.

7. INTERPRETAÇÕES

7.1 Análise de Fácies

Da análise dos sedimentos descritos, relativos aos afloramentos da área do estudo, foram reconhecidas preliminarmente as seguintes fácies, adotando-se a nomenclatura de fácies proposta por Canuto (1999).

7.1.1 FÁCIES COMPOSTAS POR DIAMICTITOS

1) *Facies diamictito tabular*

Descrição: Diamictito maciço, tabular, espessuras até decamétricas, podendo conter camadas de arenito pouco a bastante deformadas, por vezes dobradas, estiradas, rompidas e falhadas, até mesmo em forma de “bolas”. Os clastos podem apresentar orientação preferencial próximo à base.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Fluxo coesivo de detritos (Lowe 1982; Postma 1986; Canuto 1993).

2) *Facies diamictito laminado rico em clastos*

Descrição: Diamictito formado por lâminas centimétricas. Rico em clastos sedimentares, removidos do substrato e extrabaciais. Inclui clastos dispersos com estruturas deformacionais na base, côncavas para cima. As lâminas alternam-se com siltito argiloso, numa ritmicidade similar à dos varvitos, com até dezenas de metros de espessura.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Fluxo glaciogênico denso; representa modalidade intermediária num espectro que vai de fluxo de detritos a fluxo de turbidez (Gravenor *et al* 1984).

7.1.2 FACIES COMPOSTAS POR ARENITOS

1) *Facies arenito lenticular*

Descrição: Arenito fino a médio, lobos lenticulares canalizados, coalescidos e superpostos, largura de seção transversal dos lobos métrica. Espessuras decimétricas em conjunto. Contatos bruscos; turboglifos na base. Maciço, eventual laminação horizontal interna, irregular, interrompida ou não, até decimétrica.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Fluxo gravitacional fluidificado (Lowe 1976).

2) *Facies arenito tabular*

Descrição: Apresenta variação granulométrica fina à média, aspecto geral maciço. Ocorre em forma de camadas tabulares, com espessura decimétrica a métrica. Contato basal brusco, com turboglifos; o contato superior pode gradar para siltito-argiloso. Internamente mostra laminação horizontal, irregular, interrompida ou dobrada. Pode apresentar estratificação cruzada deformada, estruturas “em prato” (dish structures) e outras estruturas de escape d’água, em canais irregulares de tendência vertical.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Fluxo gravitacional fluidificado (Lowe 1976).

3) *Fácies arenito tabular com estratificação cruzada de baixo ângulo e truncamentos*

Descrição: Arenito fino, bem selecionado, com camadas de geometria tabular, ocorrendo em forma de bancos decimétricos a métricos em espessura. Apresenta estratificação cruzada em forma de truncamentos oblíquos sucessivos de baixo ângulo; estratos de dimensões decimétricas a métricas.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Associado a ondas de tempestade; ambiente costeiro; antepraia (Okasaki and Matsuda 1995).

7.1.3 FACIES COMPOSTAS POR FOLHELHO

1) *Facies folhelho laminado ou maciço*

Descrição: Folhelho acinzentado com aspecto geral maciço, localmente com laminação plano-paralela horizontal.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Material em suspensão depositado em zona de planície de lama (Reineck & Singh 1980).

7.1.4 FACIES COMPOSTAS POR INTERLAMINAÇÃO DE SILTITO OU FOLHELHO SÍLTICO E ARENITO MUITO FINO

1) *Facies arenito muito fino intercalado a siltito: interlaminado*

Descrição: Siltito e arenito fino alternados; laminação plano-paralela horizontal; laminação cruzada acanalada no geral unidirecional, porém, às vezes, bidirecional.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Alternância de processos de tração e suspensão; sedimentos depositados em planícies de marés/*foreshore* (Reineck & Singh 1980; Canuto 1993).

7.1.5 FACIES COMPOSTAS DE RITMITO REGULAR DE SILTITO E ARGILITO

1) *Facies ritmito regular*

Descrição: Repetição cíclica de pares litológicos de siltito laminado, mais claro, coberto, geralmente em contato brusco, por lâmina de argila escura, delgada, de espessura mais ou menos constante. Abundância de clastos dispersos, estruturas cônicas de clásticos mais grossos, mal selecionados, e concentrações irregulares de detritos grossos nas camadas claras.

Interpretação do processo de formação do sedimento:

Varvito, originado em áreas de embaçamento (Canuto 1985 e 1993; Rocha-Campos & Sundaram 1981; Santos *et al.* 1992).

7.2 Associações de Facies

Com o estudo da sucessão vertical das diversas fácies identificadas, foi possível dividi-las em conjuntos ou associações de fácies. Seguindo critérios adotados por Canuto *et al.* (2001), as associações de facies identificadas foram denominadas, de baixo para cima, de A1, A2, A3 e A4. No trabalho acima citado, os autores perceberam que essas associações eram recorrentes no tempo, sempre na mesma ordem.

Cada associação é formada por um conjunto de litologias, sendo que algumas só ocorriam em uma determinada associação, sendo chamadas de diagnósticas, enquanto outras eram encontradas em mais de uma associação, não sendo consideradas diagnósticas (Canuto *et al.* (2001)).

Como pode ser visto na coluna estratigráfica da Figura do ANEXO 3, relativa ao perfil estudado, temos um conjunto formado, da base para o topo, pelas associações A1, A2, A3 e A4 que correspondem a uma seqüência de 3ª ordem quase completa, faltando apenas uma parte da associação A1 basal.

As associações de fáceis encontradas na área do estudo podem ser interpretadas da seguinte maneira, segundo Canuto *et al.* (2001):

Associação A1 – formada quando uma massa de gelo atinge as plataformas marinhas interna e externas, em fase de mar baixo. No contato basal ocorrem superfícies erosivas geradas pela abrasão glacial durante o avanço da geleira. Já o contato superior é marcado por uma superfície transgressiva entre A2 e A1, separando os arenitos costeiros basais de A2 de diamictitos do topo de A1. Essa associação é característica do Trato de Sistema de Mar Baixo.

Associação A2 – é composta basicamente por sedimentos marinhos costeiros e glácio-marinhos, o que indica possível elevação do nível do mar. Ocorre normalmente sobre uma associação do tipo A1 que, no entanto, não foi identificada na área estudada. O contato infeior com A1 é marcado por uma superfície transgressiva que separa os arenitos marinhos costeiros de A2 de diamictitos do topo de A1. Essa associação corresponde ao Trato de Sistema Transgressivo.

Associação A3 – marca uma fase de estabilização relativa do nível do mar, após a inundação máxima. A superfície de máxima inundação se instala em área plataformal, comparando-se às margens passivas, seguidas de parassequências de agradação. Essa superfície de inundação máxima representa o contato basal de A3 com A2, enquanto que o

contato superior é marcado pelo início da fácies interlaminado. Em alguns casos pode ocorrer uma fácies de arenitos costeiros antes da fácies interlaminado, com o contato superior ocorrendo sobre folhelhos de A3, o que pode ser observado neste caso. A associação A3 representa um Trato de Sistema de Mar Alto.

Associação A4 – essa associação equivale a uma transição entre *offshore*, antepraia, planície de maré e ambiente flúvio-deltáico. O contato inferior é igual ao superior de A3, já o contato superior é normalmente marcado por pavimentos estriados, as vezes deformado devido ao glacioteconismo. A volta da associação A1 sobre a associação A4 indica a volta do gelo na área e a conseqüente queda do nível do mar. Representa um Trato de Sistema Regressivo.

7.3 Tratos de Sistemas Depositionais Identificados

O termo “trato de sistemas” foi introduzido pela primeira vez na literatura por Brown & Fisher (1977) *apud* Ribeiro (2001), que definiram um trato de sistema como sendo um conjunto de sistemas deposicionais contíguos e contemporâneos.

Posteriormente, o termo foi ampliado por Posamentier *et al.* (1988), que passaram a considerar, também, a espessura vertical, que seria um indicativo do tempo geológico. Seu sentido foi então ampliado e passou a significar um conjunto de sistemas deposicionais, geograficamente interligados, cuja migração de fácies no tempo compreendido entre duas superfícies-chave produz um empilhamento estratigráfico típico.

Vail (1987) propõe que o padrão estratal de deposição e a distribuição de litofácies seriam controlados pelas variações eustáticas, de forma que, cada trato de sistema estaria relacionado a um determinado segmento da curva eustática.

Posamentier & Vail (1988) propuseram quatro tipos de tratos de sistemas associados à curva eustática:

Trato de Sistema de Mar Baixo (TSMB)

Trato de Sistema de Mar Alto (TSMA)

Trato de Sistema de Margem de Plataforma (TSMP)

Trato de Sistema Transgressivo (TST)

Essa é, no entanto, uma classificação geral, de forma que, antes de aplicar os conceitos da Estratigrafia de Sequências a uma bacia sedimentar, deve-se considerar as condições tectônicas, o fluxo de sedimentos, a fisiografia e o clima (Posamentier & James (1993)).

A partir das associações de fácies identificadas no perfil, foi possível estabelecer para o Subgrupo Itararé, na área do estudo, os seguintes tratos de sistemas, de acordo com a denominação usada por Canuto *et al.* (2001).

Trato de sistema de mar baixo (TSMB) – o avanço de uma geleira até a borda do corpo de água, em área equivalente à plataforma interna (Gravenor *et al.*, 1984, Canuto, 1985), erode, por abrasão, e estria o substrato, formando o limite inferior da sequência então iniciada. Na superfície estriada depositam-se tills de alojamento, preenchendo irregularidades do substrato. A partir do início de seu recuo, a geleira passa a depositar, por fusão, uma espessa pilha de tills de ablação, que, embora colocada em área de declive baixo, dada a sua condição de total encharcamento, pode deslizar talude abaixo em forma de fluxos tabulares e/ou canalizados de detritos de dimensões variáveis. O degelo em áreas proglaciais permite que os detritos abandonados pelo gelo sejam lavados, formando-se, um sistema flúvio-deltáico que prograda rumo à borda da bacia, despejando alí uma grande quantidade de arenitos. Esse material, também encharcado, desliza talude abaixo, da mesma forma que os diamictitos, porém com menor coesão, caracterizando facies de arenitos tabulares e/ou canalizados fluidificados, e turbiditos, descritas anteriormente. Os sedimentos que deslizam talude ou rampa abaixo, por sobrepassagem (*bypass*) através de vales incisos ativos, formam leques de talude e de assoalho de bacia compondo leques submarinos.

Trato de sistemas transgressivos (TST) - a desagregação da geleira, após seu avanço na plataforma interna, pode perdurar até mais tardiamente e icebergs flutuam atingindo a região de *offshore*. A grande quantidade de água liberada pelo degelo provoca a elevação do nível do mar, que causa o deslocamento marinho rumo ao continente, instalando-se o trato de sistemas transgressivo. Este caracteriza-se pela deposição de areias, siltes e argilas com clastos caídos sobre os sedimentos do trato de sistemas de mar baixo. O contínuo recuo glacial na área terrestre, colocando as frentes das geleiras em posições cada vez mais afastadas da borda do corpo de água, ainda permite que os sistemas flúvio-deltáicos continuem ativos e fornecendo sedimentos, que irão se intercalar com os depósitos glácio-marinhos. A remobilização de areias flúvio-deltáicas e diamictos na margem da bacia, desestabilizados por encharcamento causado pela elevação do nível do mar, resultam na intercalação desses sedimentos com folhelhos, siltitos e arenitos costeiros.

Trato de sistemas de mar alto (TSMA) - normalmente, o trato de sistemas de mar alto caracteriza-se pela desaceleração da velocidade de elevação relativa do nível do mar, velocidade esta que tem maior aceleração durante a instalação do trato de sistemas transgressivos. Em decorrência do processo de desaceleração, e até que seja atingida uma estabilização relativa, forma-se uma arquitetura sedimentar inicialmente agradacional e, posteriormente, progradacional (Myers & Milton 1998), passando a predominar, nesta última fase, os sedimentos flúvio-deltáicos. Nas bacias glaciadas, os sistemas deposicionais formados a partir do início da instalação do TSMA, na fase agradacional, não mais apresentam os clastos caídos observados nos sedimentos do TST, a não ser raramente, tendo em vista que as geleiras, agora mais afastadas da costa, eventualmente, podem avançar ou recuar, alternadamente, numa escala de ordem inferior. Desta forma, podem liberar raros icebergs, ou mesmo pode ocorrer que esses corpos flutuantes sejam deslocados rumo ao corpo de água marinha através de rios que desembocam no mesmo, sem que a geleira chegue a atingir a plataforma interna (Canuto 1985). Por outro lado, areias flúvio-deltáicas e diamictitos acomodados na margem podem desestabilizar-se e escorregar talude abaixo, como ocorre no TST.

Trato de sistemas regressivos glácio-isostáticos (TSRGI) - após a instalação da superfície de máxima inundação, a desaceleração da velocidade de elevação do nível do mar, característica do TSMA, nas bacias não glaciadas, passa a ter somado à sua característica normal, no caso das bacias glaciadas, um efeito adicional, representado por soerguimento continental causado por resposta glácio-isostática positiva. Este fato relaciona-se ao recuo do manto de gelo, o que causa um enorme alívio de peso sobre o continente. O soerguimento glácio-isostático provoca o desenvolvimento de uma taxa adicional no abaixamento relativo do nível do mar, criando uma situação sedimentar com características diferentes daquelas observadas normalmente no TSMA em bacias não glaciadas.

7.4 Análises Granulométricas

Através da análise das distribuições granulométricas é possível inferir várias informações sobre uma rocha sedimentar, como por exemplo, seu ambiente deposicional e os processos atuantes durante a deposição.

Neste trabalho, foram realizadas análises granulométricas de quatro amostras, P1A, P16, P21 e P27. As tabelas com as análises, bem como os gráficos de distribuição e de distribuição acumulativa podem ser vistos no ANEXO 6.

Os principais resultados obtidos e os seus significados são expressos a seguir:

P1A – a principal fração granulométrica presente nessa amostra é o silte grosso, com 27,58% da massa total, seguido por boas quantidades de areia muito fina a fina, de acordo com o que pode ser visto no gráfico de Porcentagem x Granulometria. A curva do gráfico de Porcentagem Acumulativa x Granulometria mostra um crescimento em direção às frações mais finas, apresentando uma evolução quase normal na escala logarítmica. As características da distribuição, bem como as frações presentes indicam um ambiente com pouca energia, com a deposição ocorrendo de forma relativamente tranqüila. É compatível com a fácies identificada, que seria formada por um fluxo gravitacional fluidificado, com o material mais fino decantando em uma porção mais profunda da bacia.

P16 – na amostra P16 a granulometria se encontra entre areia fina a areia média, com intervalos entre 0,177 e 0,500 mm. As partículas finas (argila a silte grosso) correspondem a quase 30% em massa. No gráfico de porcentagem x Granulometria é possível observar a grande concentração na parte direita, que corresponde aos sedimentos mais finos. Já o gráfico de porcentagem acumulativa apresenta uma evolução quase perfeita, mostrando que a distribuição granulométrica pode ser chamada de uma distribuição normal. A hipótese ambiental é semelhante a do P1A.

P21 – as partículas finas são quase 40% do total, sendo que a fração mais expressiva é a fração argila ($< 0,004$ mm). Dentre a fração arenosas, a faixa mais importante é a faixa entre areia fina a areia média (0,250 a 0,500 mm). O gráfico de porcentagem mostra que a fração principal é esta da faixa que vai de 0,250 a 0,707 mm. A hipótese ambiental também é semelhante a do P1A.

P27 – a amostra P27 é um pouco diferente das demais, pois a fração predominante está entre areia média até areia grossa (0,354 a 1,00 mm), portanto bem mais grossa que as demais. A pequena quantidade de finos, bem como a granulação média podem indicar que o ambiente de formação tinha uma capacidade de transporte maior que as demais, como por exemplo, um ambiente mais próximo a praia.

7.5 Análises Petrográficas

Através da análise microscópica foi possível determinar algumas características dos arenitos, tais como a sua porosidade, a morfologia dos poros, a granulometria e a forma dos poros.

A mineralogia é basicamente quartzosa, com uma pequena quantidade de ortoclásio (~ 5%) e alguns minerais acessórios, como opacos, turmalinas, etc. Os grãos possuem forma subarredondada e baixa esfericidade.

A granulometria média é da ordem de 0,1 a 0,7mm, chegando em alguns casos a 1mm, o que segundo a classificação granulométrica de Wentworth está no intervalo entre areia fina a areia média/grossa, o que foi confirmado através das análises granulométricas. Segundo Pettijohn (1957), a porosidade varia de acordo com a granulometria, de forma que quanto mais fina as partículas, maior a porosidade. Suguio (1994) propõe que esse aumento da porosidade se deva ao fato de as partículas grosseiras serem normalmente mais arredondadas, o que diminui a porosidade, além de em sedimentos mais finos é comum a presença de minerais plácóides, cujo hábito contribui para o aumento dos espaços vazios na rocha.

A cimentação é muito baixa, ficando em torno de 5%, o que não chega a prejudicar a porosidade da rocha.

Os poros são bem interconectados, de forma alongada, representando de 20 a 35% do volume da rocha, o que segundo Suguio (1994) é um valor excelente tanto para reservatórios de água subterrânea como para hidrocarbonetos.

As tabelas com as descrições das lâminas podem ser observadas no ANEXO 9.

8. CONCLUSÕES

a) Com base nos dados obtidos e interpretados, verificou-se que a arquitetura seqüencial identificada inclui na sucessão sedimentar, do mais antigo para o mais jovem, um trato de sistemas de mar baixo (de forma parcial), um trato de sistemas transgressivos, um trato de sistemas de mar alto e um trato de sistemas regressivos glácio-isostáticos; os arenitos que ocorrem acima dos sedimentos representativos do último trato de sistemas mencionado, apresentam características de deposição durante a instalação de trato de sistemas de mar baixo e, portanto, devem pertencer a uma nova sucessão seqüencial mais jovem, que deve apresentar continuidade em área adjacente a NW;

b) A comparação dos resultados obtidos a partir dos dados de superfície, com as informações de subsuperfície relativas ao poço estratigráfico perfurado pela Petrobrás 1-AT-1-SP, interpretados por Araujo & Canuto (em preparação), mostrou que os dados obtidos no presente trabalho apresentam continuidade em subsuperfície e, portanto, demonstram que são consistentes;

c) A arquitetura seqüencial identificada na área do estudo corresponde à primeira seqüência de 3ª ordem, basal, mais o registro do início da segunda seqüência, do Subgrupo Itararé, apresentando correlação com o mesmo conjunto seqüencial equivalente em subsuperfície, observado no poço estratigráfico Petrobrás 1-AT-1-SP;

d) Os arenitos que ocorrem na área do estudo, intercalados aos demais tipos sedimentares do Subgrupo Itararé, apresentam espessuras de quase 200 m, uma porosidade muito boa, da ordem de 25%, e uma grande continuidade lateral, o que nos permite concluir que apresentam um bom potencial hidrogeológico, podendo ser utilizados como aquíferos para abastecer a população local.

9. SUGESTÃO

Sugere-se que seja elaborado um estudo sistemático nos arenitos do Subgrupo Itararé, que ocorrem na região, para um melhor conhecimento de seu potencial como aquíferos, incluindo-se análises de porosidade, permeabilidade e da qualidade da água presente para consumo humano.

10. BIBLIOGRAFIA

- Andrade, S. M. & Soares, P. C. 1971. *Geologia de semi-detalle do centro leste de São Paulo*. PETROBRÁS/DESUL, 33 p., (Relatório Interno n. 400).
- Assine, M. L.; Perinotto, J. A. J.; Alvarenga, C. J. S. & Petri, Setembrino, 1998. Arquitetura estratigráfica, tratos deposicionais e paleogeografia da Bacia do Paraná (Brasil) no Neo-ordoviciano / Eo-siluriano. **Revista Brasileira de Geociências**, **28**(1): 61-76.
- Brasil. CPRM - Serviço Geológico Brasileiro. 2002. *SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas)*. <http://www.cprm.gov.br/bases>.
- Brown L.F. & Fisher W.L. 1977. Seismic-stratigraphic interpretation of depositional systems. *In: Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Research*, C.E. Payton (Ed.). Am. Assoc. Petrol. Geol., **26**:213-248.
- Canuto J.R. 1985. *Origem dos diamictitos e de rochas associadas do Subgrupo Itararé, no sul do Estado do Paraná e norte do Estado de Santa Catarina*. São Paulo, 187 p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP.).
- Canuto J.R. 1993. *Facies e ambientes de sedimentação da Formação Rio do Sul (Permiano), Bacia do Paraná, na Região de Rio do Sul, Estado de Santa Catarina*. São Paulo, 164 p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/USP.).
- Canuto J.R. 1994. Evidências de sincronismo e ciclicidade de eventos tectono-sedimentares em bacias intracratônicas fanerozóicas do mundo. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **66**(4): 497.
- Canuto J.R. 1995. Bounding surfaces of Sloss stratigraphic sequences in intracratonic basins: a discussion based on Brazilian examples. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **67**(4): 517.
- Canuto J.R. 1999. *Estratigrafia de seqüências da sucessão sedimentar glaciogênica neopaleozóica, da Bacia do Paraná: I. Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa N° 97/13973-2, FAPESP*.
- Canuto J.R., Rocha-Campos A.C. & Santos P.R. 1996a. Proposta de arcabouço cronoestratigráfico para o Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná (Neopaleozóico).

Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências, Ciências da Terra: "Aspectos da Paleontologia e Geologia Sedimentar", Instituto de Geociências, USP, *Programas e Resumos*, p. 27 (submetido aos Anais da Academia Brasileira de Ciências).

Canuto J.R., Rocha-Campos A.C. & Santos P.R. 1997a. Sequence stratigraphy of the Itararé Subgroup (Late Paleozoic), Paraná Basin, in southern Paraná and northern Santa Catarina, Brazil. In: Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 3, Barra do Garças, Atas. FG-UERJ, *Abstract Volume*, p. 18-19.

Canuto J.R., Rocha-Campos A.C. & Sato P.E.S. 1996b. Lapa Sandstone (Itararé Subgroup, late Paleozoic: a possible tunnel-valley fill?. Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências, Ciências da Terra: "Aspectos da Paleontologia e Geologia Sedimentar", Instituto de Geociências, USP, *Programas e Resumos*, p. 23 (submetido aos Anais da Academia Brasileira de Ciências).

Canuto J.R., Rocha-Campos A.C., Santos P.R. & Sato P.R.S. 1997b. The Late Paleozoic Lapa Sandstone (Itararé Subgroup), Paraná Basin, Brazil: a possible tunnel-valley fill? In: Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 3, Barra do Garças, Atas. FG-UERJ, *Abstract Volume*, p. 22-23.

Canuto J.R., Santos P.R. & Rocha-Campos A.C. 2001. Estratigrafia de sequências do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico) no leste da Bacia do Paraná, regiões sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**(1):107-116.

Daemon, R.F. & Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 24, Brasília, *Anais*, 359-414.

Della Fávera J.C. 1995. *Fundamentos da Estratigrafia Moderna* - notas de aula, 2ª edição - Departamento de Geologia/Geofísica/UNERJ, 165 p.

Florêncio R.V.S. 2000. *As argilas do Subgrupo Itararé: potencialidades como matérias primas cerâmicas e como inertizadoras de resíduos industriais*. Instituto de Geociências, USP, São Paulo. Tese de Doutorado. 184 p.

- França, A. B. & Potter, P. R. 1988. *Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1)*. Boletim de Geociências da Petrobrás, 2 (2/4), 147-191.
- Galloway W.E. 1989. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis 1: Architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **73**:125-142.
- Gama Jr., E. G.; Perinotto, J. A. J.; Ribeiro, H. J. S. & Padula, E. K. 1992. Contribuição ao estudo da ressedimentação no Subgrupo Itararé: tratos de fácies e hidrodinâmica deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**, (2): 228-236.
- Gravenor C.P., Von Brunn V., Dreimanis A. 1984. Nature and classification of waterlain glaciogenic sediments, exemplified by Pleistocene, Late Paleozoic and Late Precambrian deposits. *Earth-Science Reviews*, **20**:105-166.
- Haq B.U. 1991. Sequence stratigraphy, sea-level change, and significance for the deep sea. In: MacDonald D.I.M. (Ed.), *Sedimentation, Tectonics and Eustasy - Sea-level Changes at Active Margins*, Special Publication of the International Association of Sedimentologists, **12**:3-39.
- Jervey M.T. 1988. Quantitative geological modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expression. In: Wilgus, C.K., Hasting, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Editors), *Sea-level changes - an integrated approach*. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. **42**: 47-69.
- Lindsay J.F., Kennard J.M. & Southgate P.N. 1993. Application of sequence stratigraphy in an intracratonic setting, Amadeus basin, central Australia. In: Posamentier, H.W., Summerhayes, C.P., Haq, B.U. and Allen, G.P. (Eds.), *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*, Spec. Publ. Internat. Assoc. Sediment., **18**:605-632.
- Lowe D.R. 1976. Grain flow and grain flow deposits. *J. Sedim. Petrol.*, **46**:188-199.
- Lowe D.R. 1982. Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, **52**: 279-297.

- Milani, E. J. and Zalán, P. V., 1999. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior Basins of South America. *Episodes*, **22** (3): 199-205.
- Milani, E. J.; França, A. B.; Scheneider, R. L., 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, v. **8** (1): 69-82, jan/mar.
- Myers K.J., Milton, N.J. 1998. Concepts and Principles of Sequence Stratigraphy. In D. Emery, K.J. Myers (eds.) *Sequence Stratigraphy*. Blackwell Science, 11-41.
- Okasaki, H., Matsuda, F., 1995. Sequence stratigraphy of the late Pleistocene Palaeo-Tokyo Bay: barrier islands and associated tidal delta and inlet. In B.W. Flemming, A. Bartholoä (eds.) *Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments*. Spec. Publ., **24**, Internat. Assoc. Sedimentol., Blackwell Science, 275-288.
- Posamentier H.W. & Vail P.R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition, II - sequence and systems tract models. In: Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendal C.G.St.C., Posamentier H.W., Ross C.A. & Van Wagoner J. (Eds.), *Sea-level Changes: an Integrated Approach*, Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ., Tulsa, **42**:125-154.
- Posamentier H.W. & James D.P. 1993. An overview of sequence-stratigraphic concepts: uses and abuses. In: Posamentier H.W., Summerhayes C.P., Haq B.U. & Allen G.P., *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*, Special Publication of the International Association of Sedimentologists, **18**:3-18.
- Posamentier H.W., Jervey M.T. & Vail P.R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition, I - conceptual framework. In: Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendal C.G.St.C., Posamentier H.W., Ross C.A. & Van Wagoner J. (Eds.), *Sea-level Changes: an Integrated Approach*, Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ., Tulsa **42**:109-124.
- Postma G. 1986. Classification for sediment gravity-flow deposits based on flow conditions during sedimentation. *Geology*, **14**:291-294.
- Proust J.N. & Deinoux M. 1994. Marine to non-marine sequence architecture of an intracratonic glacially related basin. Late Proterozoic of the West African platform in western Mali. In: Deinoux, M., Miller, J.M.G., Domack, E.W., Eyles, N., Fairchild, I.J.

& Young, G.M. (Eds.), *Earth's Glacial Record*, Cambridge University Press, p. 121-145.

Reineck H.E. & Singh I.B. 1980. Depositional Sedimentary Environments. With Reference to Terrigenous Clastics. 2nd. Springer-Verlag. 549 p.

Ribeiro H.J.P.S. 2001. Fundamentos de Estratigrafia de Sequências. In H.J.P.S. Ribeiro (org.) *Estratigrafia de Sequências – Fundamentos e Aplicações*. São Leopoldo, RS, Editora UNISINOS, 99-134.

Rocha-Campos A.C. 1967. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: J.J. Bigarella, R.D. Becher, I.D. Pinto (eds.), *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 27-102.

Rocha-Campos A.C. 1974. Carvão de pedra no Estado de São Paulo: situação atual e perspectivas. *Relat. da Secretaria de Planejamento do Estado de São Paulo*.

Rocha-Campos A.C., Machado L.C.R., Santos P.R., Canuto J.R. & Castro J.C. 1988. Pavimento estriado da glaciação neopaleozóica em Alfredo Wagner, Santa Catarina, Brasil. *Boletim IGc-USP. Série Científica*, **19**:39-46.

Rocha-Campos, A.C. & Canuto, J. R. 1983. Fácies and sedimentary environments of Late Paleozoic diamictites and associated rocks in Southern Paraná and Northern Santa Catarina, Brazil. *Anais da Acad. Bras. Geol.*, **55**, (1): p. 138.

Rocha-Campos A.C., Santos P.R. & Canuto J.R. 1994. Ice scouring structures in Late Paleozoic rhythmites, Paraná Basin, Brazil. In: Deinoux M., Miller J.M.G., Domack E.W., Eyles N., Fairchild I.J. & Young G.M. (eds.), *Earth's Glacial Record*, Cambridge University Press, 234-240.

Rocha-Campos A.C. & Sundaram D. 1981. Geological and palinological observations on Late Paleozoic varvites from the Itararé Subgroup, Paraná Basin. In: Congresso Latino-Americano de Paleontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Anais*, 257-275.

Saad A.R. 1977. *Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 107 p.

- Santos P.R. 1979. *Distribuição estratigráfica, características e facies de diamictitos do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 135 pp.
- Santos, P. R. 1987. *facies e evolução paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana (Neopaleozóico) na Bacia do Paraná, Brasil*. Inst. Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado, 128p.
- Santos, P. R. 1996. *Condicionamento geológico da sedimentação glacial: o Neopaleozóico da Bacia do Paraná e o Terciário da Antártida*. Inst. De Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre Docência.
- Santos P.R., Rocha-Campos A.C. & Canuto J.R. 1992. Estruturas de arrasto de icebergs em ritmitos do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Trombudo Central, SC. *Boletim IGc-USP. Série Científica*, **23**:1-18.
- Santos P.R., Rocha-Campos A.C. & Canuto J.R. 1996. Patterns of late Palaeozoic deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **125**:165-184.
- Schneider, R. L.; Muhlmann, H. E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F. & Nogueira, A. A., (1974). Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, 1974, Anais... Porto Alegre. SBG. V. 1, p. 41-65.
- Sloss L.L 1963. Sequences in the cratonic interior of North America. *Geological Society of America Bulletin*, **74**:93-114.
- Smith W.S.T. 1925. An Apparent – Dip. Protractor. *Econ. Geol.*, **20**:181-184.
- Soares P.C. & Landim P.M.B. 1973. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In SBG: Cong. Bras. Geol., 27. Aracajú. *Anais*, **1**:243-256.
- Soares P.C., Landim P.M.B., Sinelli O., Wernick E., Fu-Tai W., Fiori A.P. 1977. Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. *Rev. Bras. Geoc.*, **7**(2):131-149.

- Suguio K. 1994. Transporte e sedimentação. In: Edgard Blaücher Ltda. (ed.). *Rochas Sedimentares: Propriedades, Gênese e Importância Econômica*, cap. 5, p. 199-288.
- Vail P.R. 1987. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy, part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure. In: Bally, A.W. (ed.) *Atlas of seismic Stratigraphy*. Tulsa, American Association of Petroleum Geologists, 1: 1-10 (AAPG Studies in Geology # 27).
- Vail P.R., Mitchum R.M. Jr., Todd R.G., Widmier J.M., Thompson S. III, Sangree J.B., Bubb J.N. & Hatlelid W.G. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. In: Payton C.E. (Editor), *Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration*. Am. Assoc. Petr. Geol., Memoir **26**: 49-212.
- Vail P.R., Audemard F. Bouman S.A., Eisner P.N., Perez-Cruz C. 1991. The Stratigraphic Signatures of Tectonics, Eustasy and Sedimentology – an Overview. In G. Einsele, W. Ricken, A. Seilacher (eds.), *Cycles and events in stratigraphy*. New York, Springer-Verlag, 617-659.
- Van Wagoner J.C., Posamentier H.W., Mitchum R.M., Vail P.R., Sarg J.F., Loutit T.S. & Hardenbol. I. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In: *Sea-level Changes: An Integrated Approach* (ed. by Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.St.C., Posamentier H.W., Ross C.A. & Van Wagoner J.C.). Spec. Publ., Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Tulsa, **42**: 39-45.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M. & Rahmanian V.D. 1990. *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops*. Am. Assoc. Petr. Geol., Methods in Exploration Series, **7**:55.
- Wentworth, C. K. 1933. "Fundamental limits to sizes of clastic grains". Science. **77**: 633-634.
- Zalán, P.V., Wolff, S., Conceição, C.J., Astolfi, A.M., Vieira, L.S., Appi, V.T., Zanotto, O., Marques, A., 1991. Tectonics and sedimentation of the Paraná Basin. In H. Ulbrich, A.C. Rocha-Campos (eds.) *Gondwana Seven Proc.*, Inst. Geociênc. Univ. São Paulo, 83-118.

ANEXOS

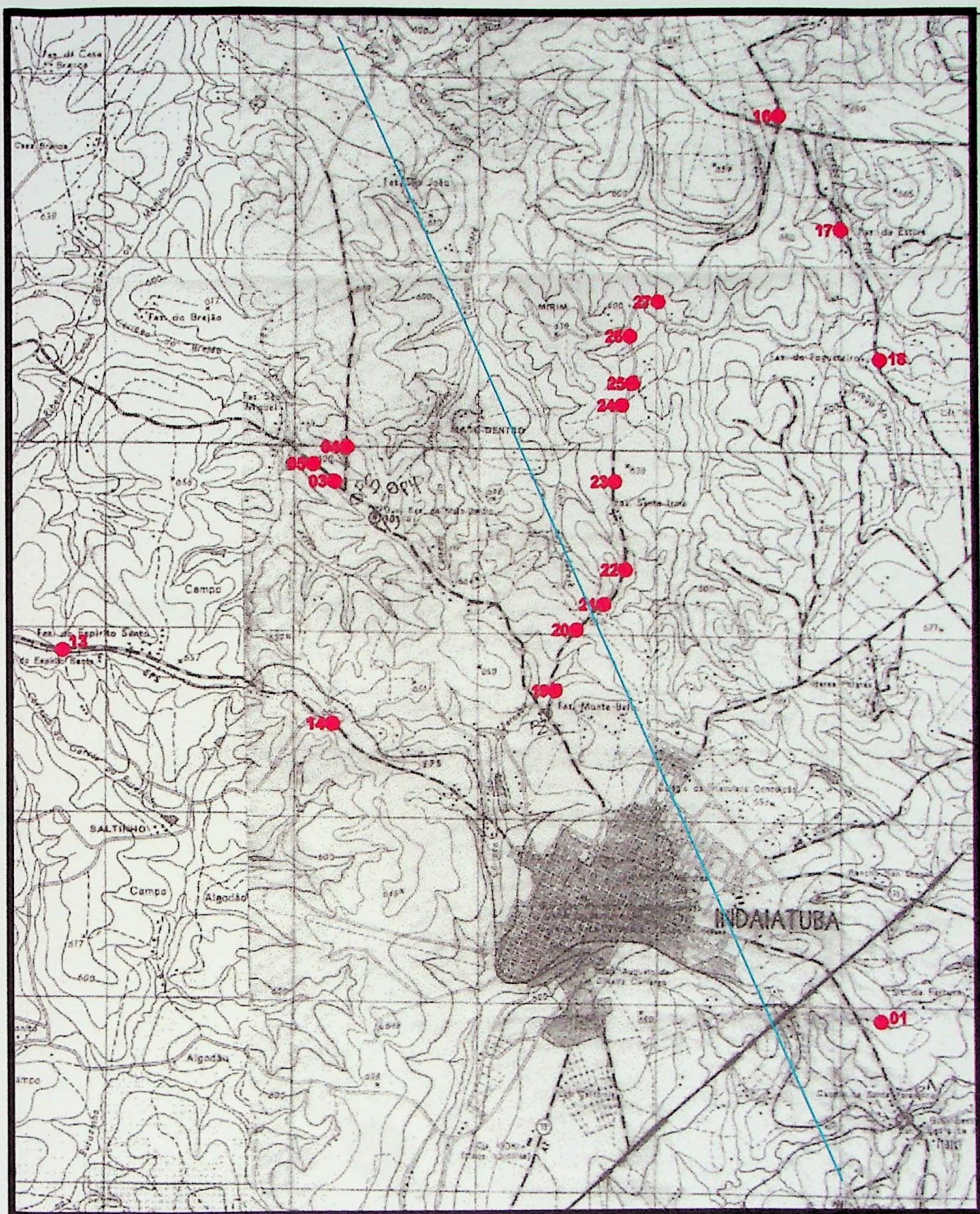
ANEXO 1 Mapa de pontos e localização do perfil

LEGENDA:

● Ponto de amostragem

— Perfil Elevado

MAPA DE PONTOS



LEGENDA:

- 01 - Ponto descrito
- - Perfil Estudado

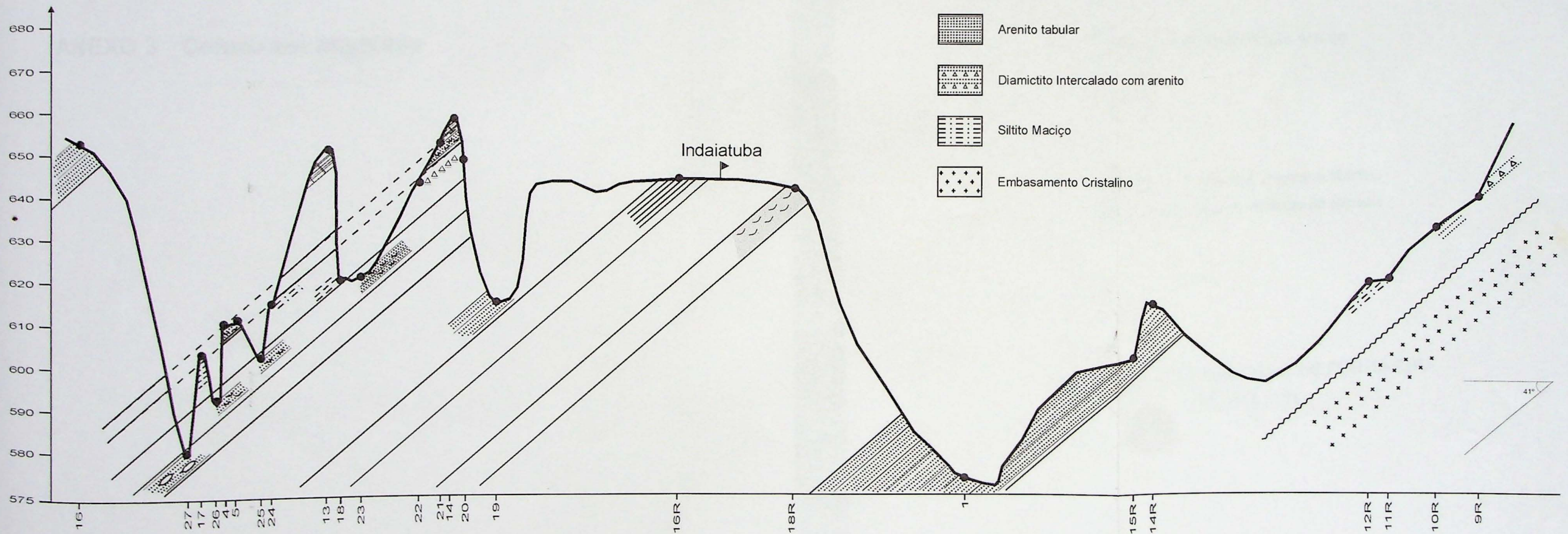
MAPA DE PONTOS

ANEXO 2 Perfil geológico

escala horizontal - 1:50000
 escala vertical - 1:1000
 sobrelevação - 50 vezes

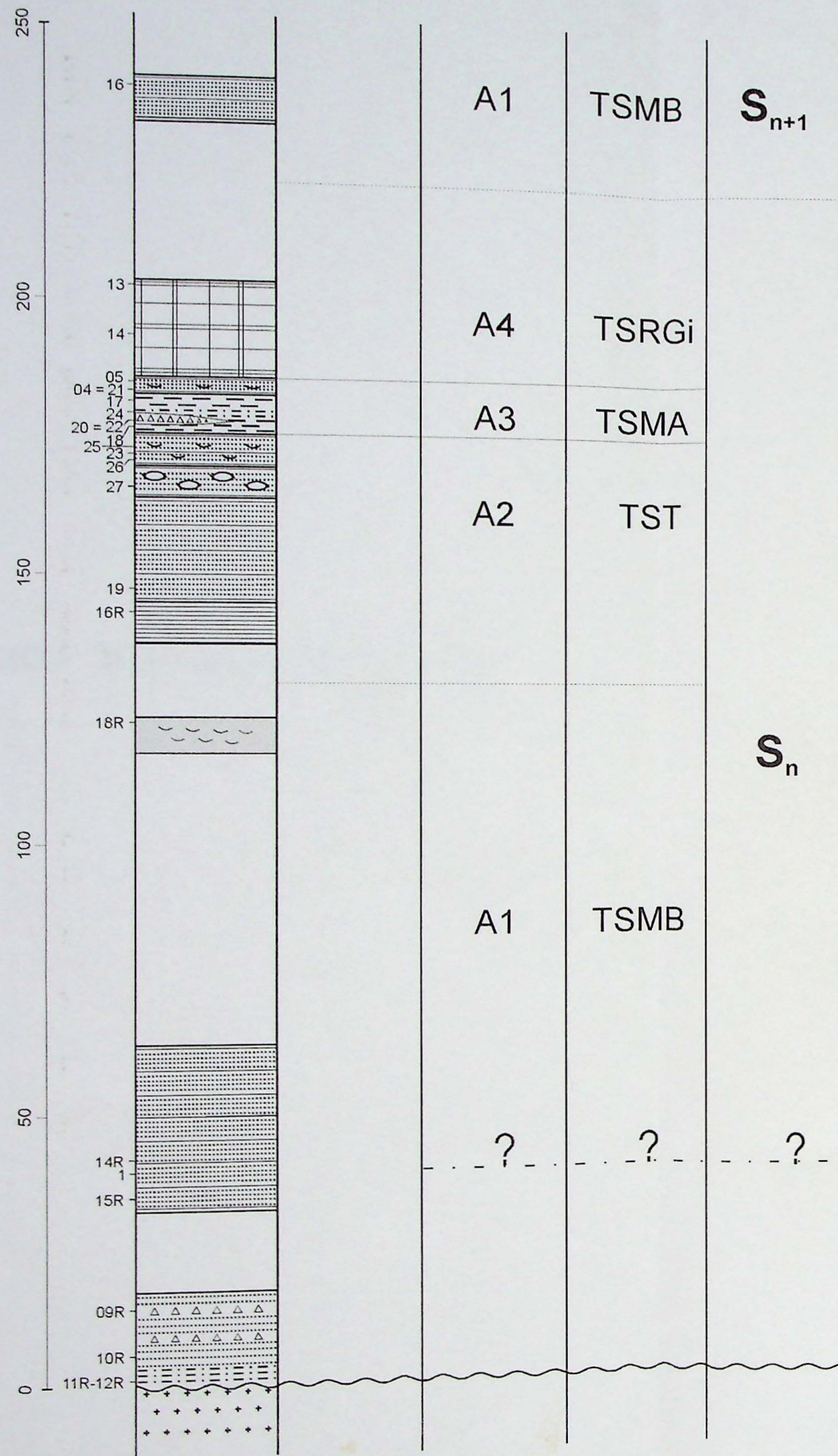
LEGENDA

-  Interlaminado de siltito e arenito fino
-  Diamictito tabular
-  Folhelho laminado ou maciço
-  Arenito lenticular
-  Arenito tabular com estratificação cruzada de baixo ângulo e truncamentos
-  Ritmito regular, milimétrico, sem clastos caídos
-  Argilito em canais métricos
-  Arenito tabular
-  Diamictito Intercalado com arenito
-  Siltito Maciço
-  Embasamento Cristalino



Perfil geológico da área estudada.

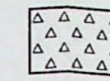
ANEXO 3 Coluna estratigráfica



LEGENDA



Interlaminado de siltito e arenito fino



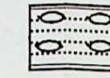
Diamictito tabular



Folhelho laminado ou maciço



Arenito lenticular



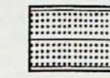
Arenito tabular com estratificação cruzada de baixo ângulo e truncamentos



Ritmito regular, milimétrico, sem clastos caídos



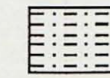
Argilito em canais métricos



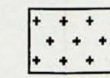
Arenito tabular



Diamictito Intercalado com arenito



Siltito Maciço



Embasamento Cristalino

TSMB Trato de sistemas de mar baixo

TST Trato de sistemas transgressivo

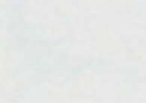
TSMA Trato de sistemas de mar alto

TSRGi Trato de sistemas regressivo glácio-isostático

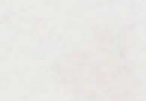
Coluna litoestratigráfica interpretada da área estudada.

Mapa de Fotointerpretação da Área Estudar

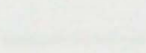
LEGENDA



Drenagem



Estrada

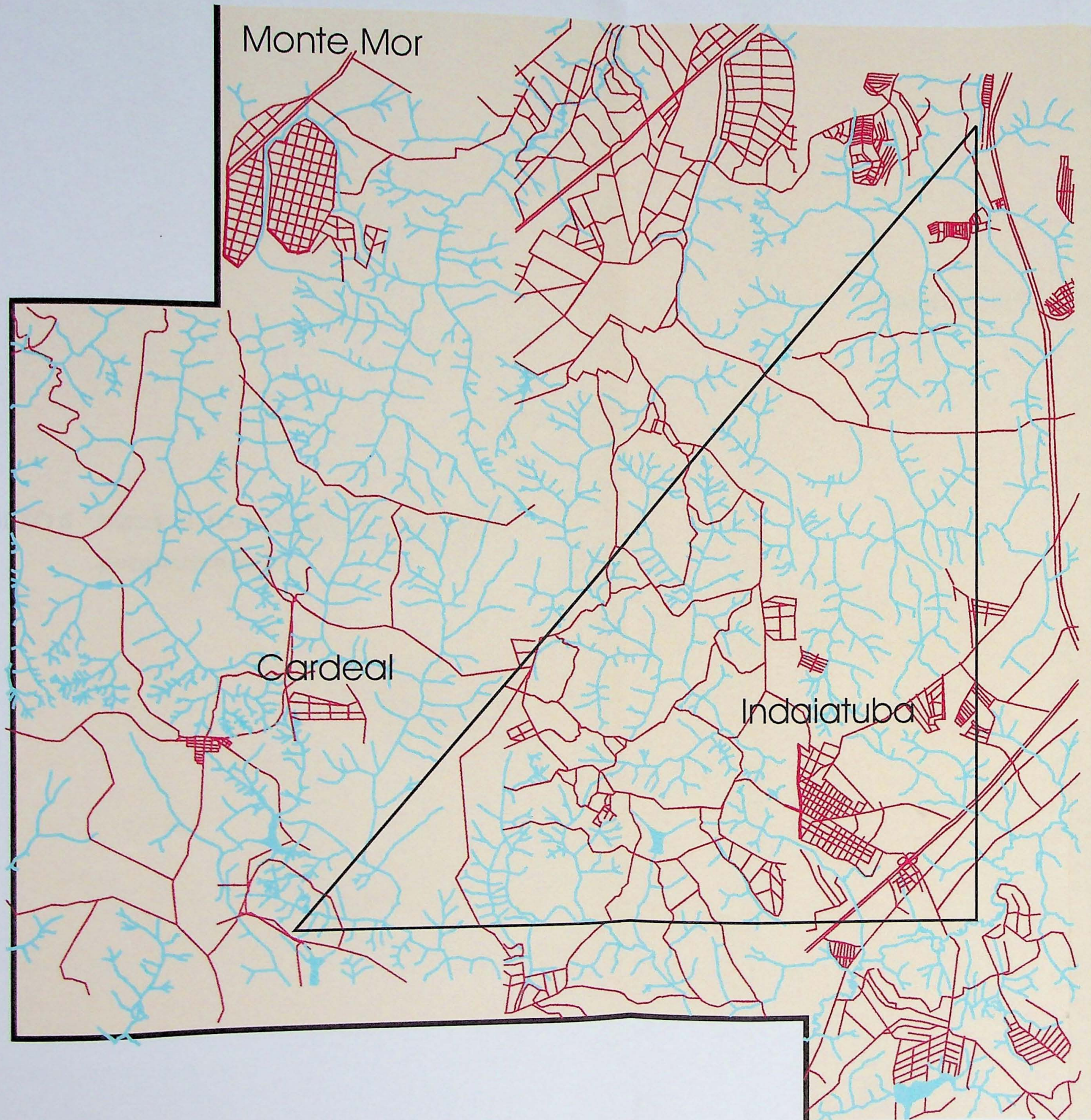


Limite da área

N



ANEXO 4 Mapa de fotointerpretação



Mapa de Fotointerpretação da
área estudada.

LEGENDA:

-  Drenagem
-  Estrada
-  Limite da área

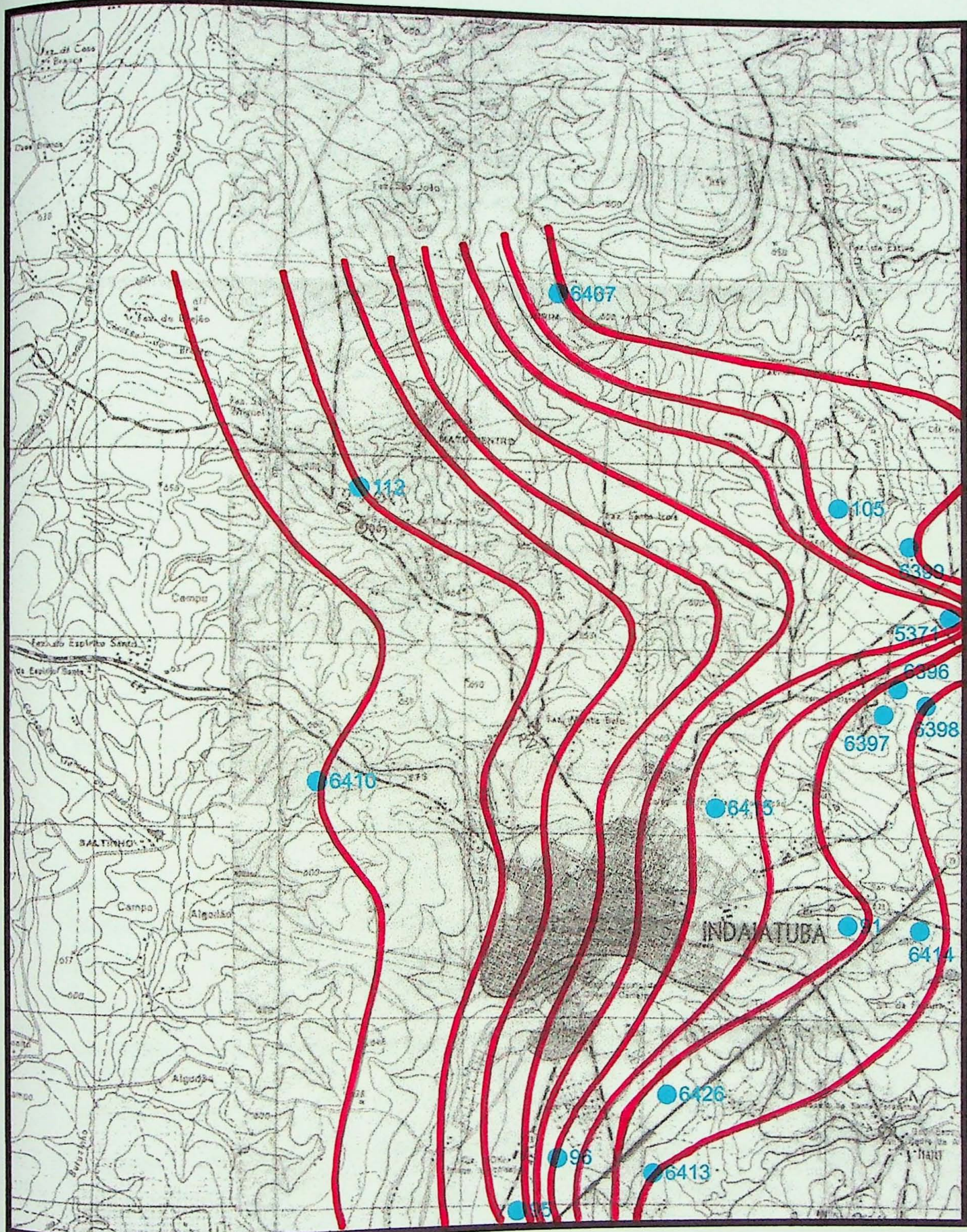


**ANEXO 5 Mapa de localização dos poços e
potenciométrico**

LEGENDA:

● Poço

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS



LEGENDA:

●01 - Poços Cadastrados

MAPA DE LOCAÇÃO DE POÇOS

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

Dados do Registro

No. do Poço : SP00000091	Captação :	Produção : 86
Código do Poço : INEXISTENTE	Penetração :	Uso da Água : OUTROS (LAZER,ETC.)
UF do Poço : SP	Altitude : 625	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : ROD SANTOS DUMONT, KM 21,3	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 3.46
Latitude : -23°05'25"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 18.4
Longitude : -47°11'05"	Data Perfuração : 01/01/1976	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 150	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : METAL LEVE GOULD/PROD SINTERIZ	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00000095	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : INEXISTENTE	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO URBANO
UF do Poço : SP	Altitude : 630	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : ROD SANTOS DUMONT	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 3.7
Latitude : -23°07'13"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 36.02
Longitude : -47°13'10"	Data Perfuração : 01/01/1980	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 152	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : METALURGICA TAPAJOS LTDA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00000096	Captação :	Produção : 1500
Código do Poço : INEXISTENTE	Penetração :	Uso da Água : OUTROS (LAZER,ETC.)
UF do Poço : SP	Altitude : 625	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINA
Localidade : AL FILTROS MANN, 55	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 3
Latitude : -23°06'54"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 0
Longitude : -47°12'55"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 165	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : FILTROS MANN LTDA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00000105	Captação :	Produção : 135
Código do Poço : INEXISTENTE	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 640	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : SITIO SAO JOSE	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.5
Latitude : -23°02'52"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 19.1
Longitude : -47°11'08"	Data Perfuração : 01/01/1979	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 143.5	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : ROBERTO M. VILA LEAL	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00000112	Captação :	Produção : 39
Código do Poço : INEXISTENTE	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 630	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : ESTR MONTE MOR / INDAIATUBA	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.3
Latitude : -23°02'51"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 0
Longitude : -47°14'11"	Data Perfuração : 01/01/1979	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 115	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : SIGI NAKATA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00005370	Captação : ÚNICA	Produção : 0
Código do Poço : 8010044 SP	Penetração : PARCIAL	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 645	Tipo Aqüíf. : LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade :	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 7.2
Latitude : -23°03'36"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 3
Longitude : -47°10'00"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 42
Hemisfério : S	Profundidade : 91	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : IMOBILIARIA AGRICOLA HELVETIA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : NÃO INSTALADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00005371	Captação : ÚNICA	Produção : 0
Código do Poço : 8010045 SP	Penetração : PARCIAL	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 663	Tipo Aqüíf. : LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade :	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 8
Latitude : -23°03'39"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 28
Longitude : -47°10'17"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 48
Hemisfério : S	Profundidade : 140	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : CARLOS E. N. BATISTELA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006396	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010053 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 615	Tipo Aqüíf. : LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : BAIRRO MORRO TORTO	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 10
Latitude : -23°04'05"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 12
Longitude : -47°10'46"	Data Perfuração : 01/01/1980	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 108	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : CONDOMINIO CHACARA POLARES	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006397	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010054 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 615	Tipo Aqüíf. : LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : BAIRRO MORRO TORTO	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 6
Latitude : -23°04'07"	Base Cart. : SF.23-Y- C-II	Nível Estático Aqüíf. : 9
Longitude : -47°10'48"	Data Perfuração : 01/01/1976	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 116	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : CONDOMINIO CHACARA POLARES	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006398	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010055 SP	Penetração :	Uso da Água : SEM USO
UF do Poço : SP	Altitude : 610	Tipo Aqüíf. : LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : BAIRRO MORRO TORTO	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 2.4
Latitude : -23°04'07"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 10
Longitude : -47°10'46"	Data Perfuração : 01/01/1965	Nível Dinâmico Aqüíf. : 40
Hemisfério : S	Profundidade : 60	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : CONDOMINIO CHACARA POLARES	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : ABANDONADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006399	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010056 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 625	Tipo Aqüíf. : SEMI-LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : CHACARA ALVI-VERDE	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 12
Latitude : -23°03'10"	Base Cart. : SF.23-Y-C- II	Nível Estático Aqüíf. : 0
Longitude : -47°10'38"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 15
Hemisfério : S	Profundidade : 69	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : JACINTO BITTO	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006407	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010064 SP	Penetração :	Uso da Água : PECUÁRIA
UF do Poço : SP	Altitude : 610	Tipo Aqüíf. : SEMI- LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : SITIO AGUA COMPRIDA	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.2
Latitude : -23°01'42"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 15
Longitude : -47°12'57"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 56
Hemisfério : S	Profundidade : 102	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : JOSE LORIVAL VERARDO	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006408	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010065 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO DOMÉSTICO
UF do Poço : SP	Altitude : 660	Tipo Aqüíf. : SEMI-LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : ESTRADA MATO DENTRO, 491	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 11
Latitude : -23°03'17"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 33
Longitude : -47°13'32"	Data Perfuração : 01/01/1977	Nível Dinâmico Aqüíf. : 55
Hemisfério : S	Profundidade : 100	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : ALVARO ANTONINIE FILHO	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006410	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010067 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO MÚLTIPLO
UF do Poço : SP	Altitude : 610	Tipo Aqüíf. : SEMI-LIVRE
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE
Localidade : CERAMICA BOLDRINI	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 9.9
Latitude : -23°04'33"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 70
Longitude : -47°14'58"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 0
Hemisfério : S	Profundidade : 131	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : ALVARO BOLDRINI	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006413	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010070 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO INDUSTRIAL
UF do Poço : SP	Altitude : 580	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : SP-79, KM 24,5	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.6
Latitude : -23°06'56"	Base Cart. : SF.23-Y- C-II	Nível Estático Aqüíf. : 10
Longitude : -47°12'15"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 42
Hemisfério : S	Profundidade : 70	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : CERAMICA CICILIATO LTDA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006413	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010070 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO INDUSTRIAL
UF do Poço : SP	Altitude : 580	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : SP-79, KM 24,5	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.6
Latitude : -23°06'56"	Base Cart. : SF.23-Y- C-II	Nível Estático Aqüíf. : 10
Longitude : -47°12'15"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 42
Hemisfério : S	Profundidade : 70	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Quimica :
Proprietário : CERAMICA CICILIATO LTDA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006414	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010071 SP	Penetração :	Uso da Água : ABASTECIMENTO MÚLTIPLO
UF do Poço : SP	Altitude : 585	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : ROD. SANTOS DUMONT, KM 20,5	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 15
Latitude : -23°05'04"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 12
Longitude : -47°10'30"	Data Perfuração : 01/01/1979	Nível Dinâmico Aqüíf. : 92
Hemisfério : S	Profundidade : 122	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : O B FERAMENTAS LTDA	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

Dados do Registro

No. do Poço : SP00006421	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010078 SP	Penetração :	Uso da Água : SEM USO
UF do Poço : SP	Altitude : 600	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : SITIO RECREIO	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 0
Latitude : -23°05'55"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 4
Longitude : -47°12'02"	Data Perfuração : 01/01/1962	Nível Dinâmico Aqüíf. : 31
Hemisfério : S	Profundidade : 56.8	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : IRMAOS YANO	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

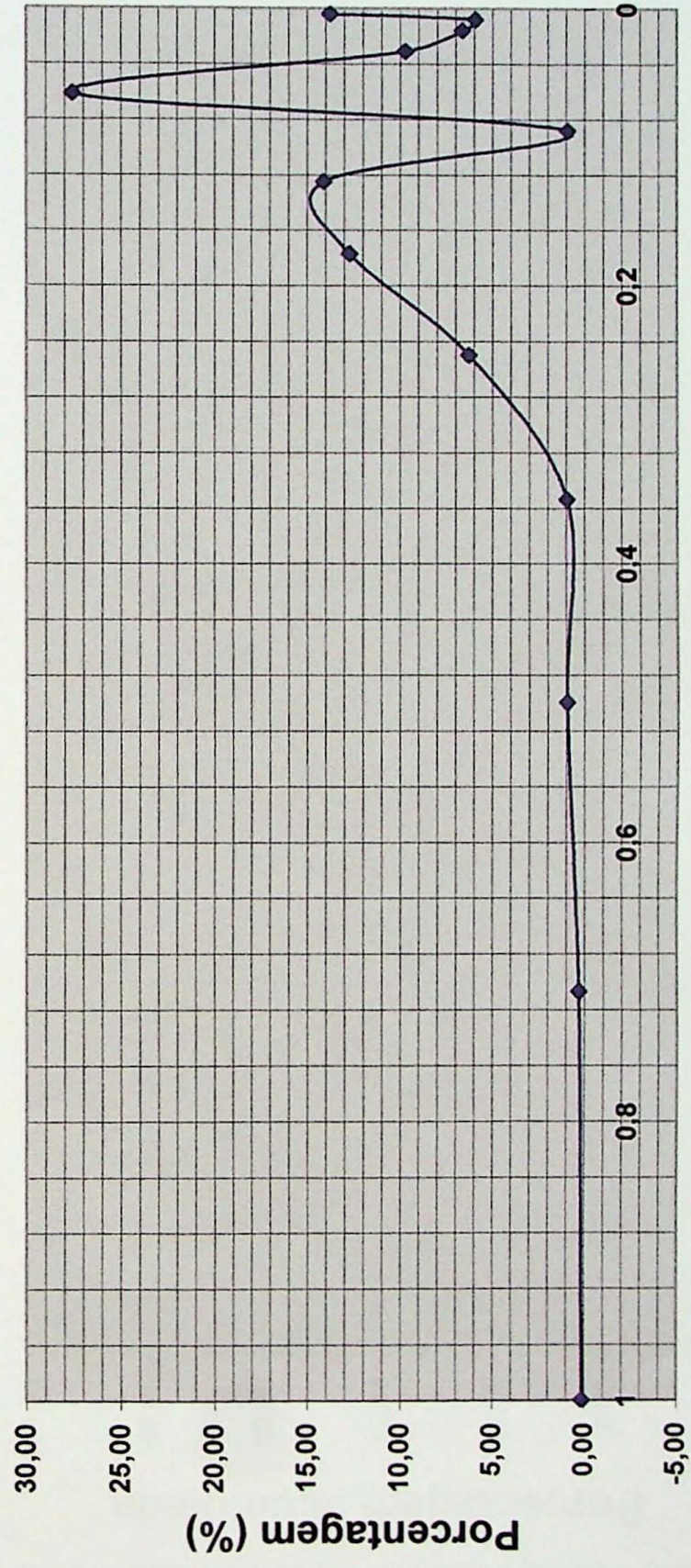
Dados do Registro

No. do Poço : SP00006426	Captação :	Produção : 0
Código do Poço : 8010083 SP	Penetração :	Uso da Água : PECUÁRIA
UF do Poço : SP	Altitude : 600	Tipo Aqüíf. :
Município : INDAIATUBA	Bacia Hid. : RIO PARANA	Nome Aqüíf. : ITARARE/CRISTALINO
Localidade : GRANJA KATO	Subbacia : GRANDE/TIETE	Vazão : 1.8
Latitude : -23°06'29"	Base Cart. : SF.23-Y-C-II	Nível Estático Aqüíf. : 14
Longitude : -47°12'09"	Data Perfuração : 01/01/1978	Nível Dinâmico Aqüíf. : 75
Hemisfério : S	Profundidade : 150	Condutividade Elétrica : 0
Fonte Inf.: DAEE	Projetista :	Data Química :
Proprietário : FUMIO KATO	Perfurador :	Unid. Ope. :
Tipo do Poço : POCO TUBULAR	Situação : EQUIPADO	Cota Inferida :

ANEXO 6 Tabelas de dados e gráficos das análises granulométricas

IGcUSP - GSA			Análise granulométrica por pipetagem e peneiramento				
Responsável: Marcos Rogerio Araujo							
Projeto : Trabalho de Formatura							
Eliminação ataque químico (g)							
Amostra: P1A			Massa dispersante (g)			0,30	
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		50	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		10,6100		
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		18,9700		
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		29,5800		
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		1,6903		
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo(min:s)		M.total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens aliq (g)	M susp.total(g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	10,2255	9,8401	0,3794	0,1645	8,2250
0,031 - 0,016	01:56	03:52	7,2859	7,065	0,2149	0,0578	2,8900
0,016 - 0,008	07:44	15:28	7,6514	7,4883	0,1571	0,0396	1,9800
0,008 - 0,004	31:00	62:00	10,397	10,2735	0,1175	0,0354	1,7700
<0,004	123:00	246:00	10,9688	10,8807	0,0821	0,0821	4,1050
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0	0,00	0,00	0,00	grânulo		
2,830 - 2,000	0	0,00	0,01	0,01	grânulo		
2,000 - 1,410	0,02	0,00	0,00	0,01	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0,03	0,05	0,10	0,11	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,02	0,07	0,13	0,24	areia grossa		
0,707 - 0,500	0,04	0,15	0,30	0,54	areia grossa		
0,500 - 0,354	0,09	0,47	0,94	1,48	areia média		
0,354 - 0,250	0,28	0,47	0,94	2,42	areia média		
0,250 - 0,177	1,87	3,16	6,27	8,69	areia fina		
0,177 - 0,125	3,79	6,41	12,71	21,40	areia fina		
0,125 - 0,088	4,2	7,10	14,08	35,48	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	0,27	0,46	0,91	36,39	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	0				silte/argila		
0,062 - 0,031	8,225	13,90	27,58	63,97	silte grosso		
0,031 - 0,016	2,89	4,89	9,69	73,66	silte médio		
0,016 - 0,008	1,98	3,35	6,64	80,30	silte fino		
0,008 - 0,004	1,77	2,99	5,94	86,23	silte mt. fino		
<0,004	4,105	6,94	13,77	100,00	argila		
Total	29,58	50,41	100,00				

P1A - Subgrupo Itararé



Granulometria

Gráfico Porcentagem (%) x Granulometria – Amostra P1A

P1A - Subgrupo Itararé

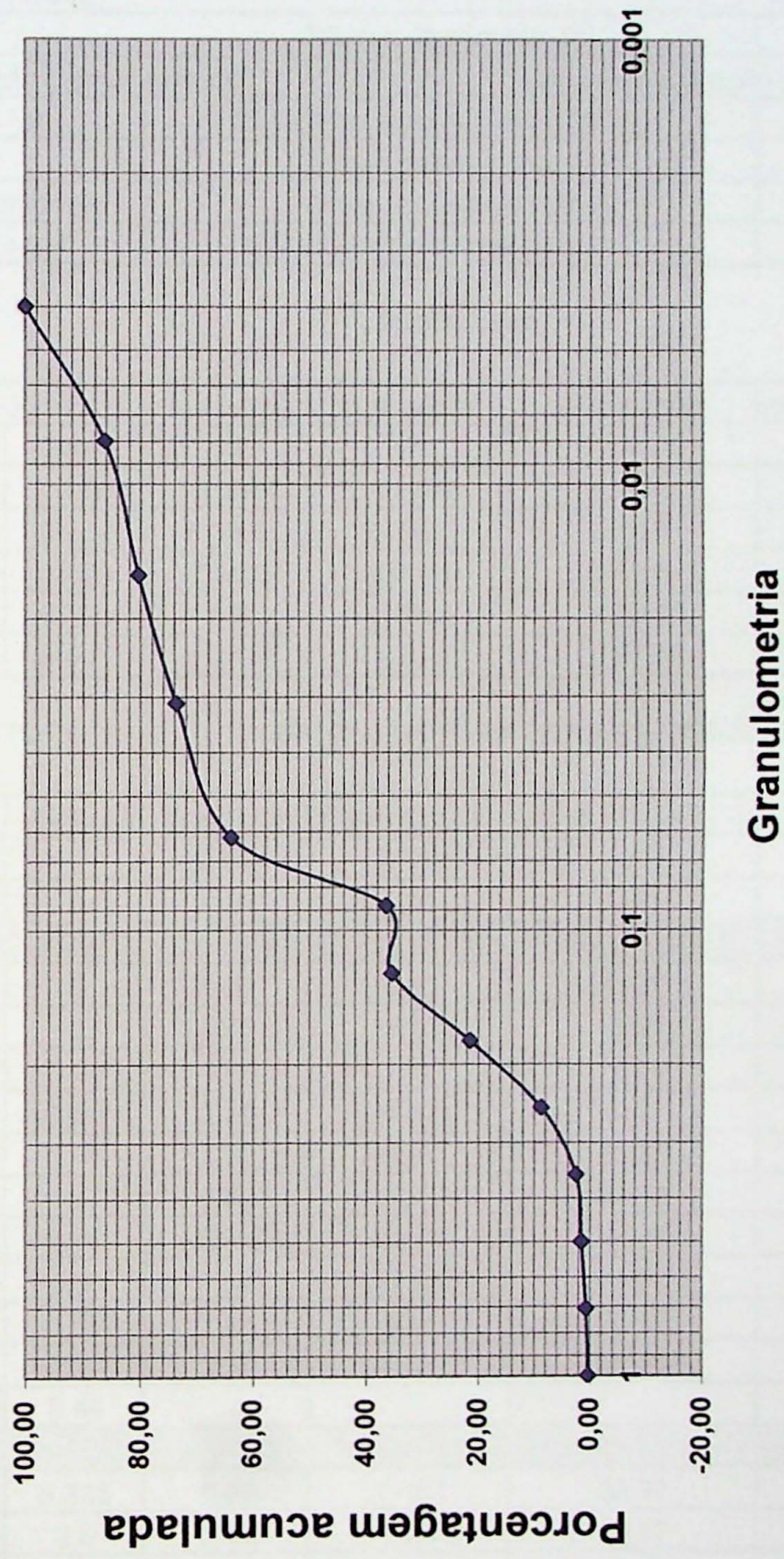
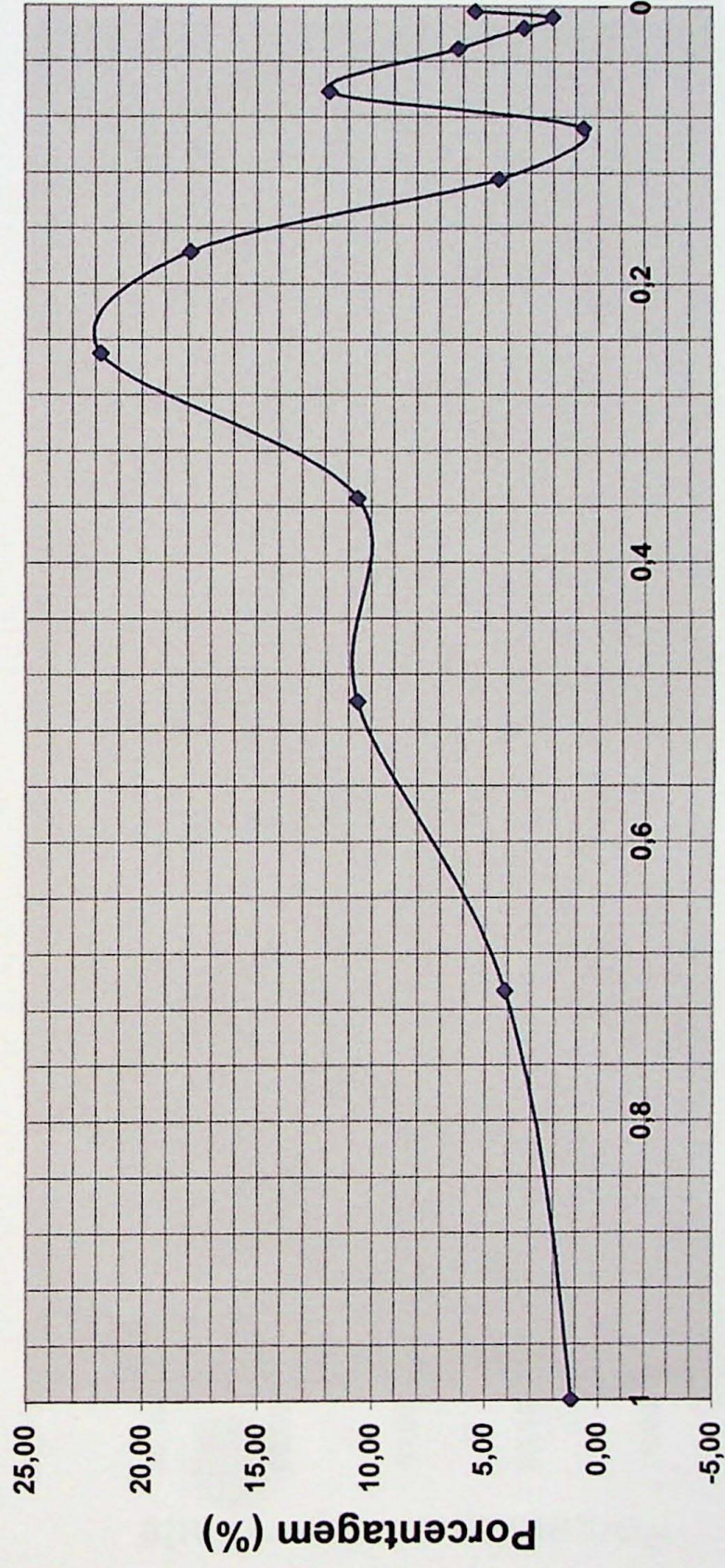


Gráfico Porcentagem Acumulativa x Granulometria – Amostra P1A

IGcUSP - GSA			Análise granulométrica por pipetagem e peneiramento				
Responsável: Marcos Rogerio Araujo							
Projeto : Trabalho de Formatura							
Eliminação ataque químico (g)							
Amostra: P16			Massa dispersante (g)			0,30	
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		50,02	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		27,4100		
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		13,0250		
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		40,4350		
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		1,2370		
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo(min:s)		M.total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens aliq (g)	M susp.total(g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	10,2644	9,9979	0,2605	0,1067	5,3350
0,031 - 0,016	01:56	03:52	8,2399	8,0801	0,1538	0,0560	2,8000
0,016 - 0,008	07:44	15:28	8,1409	8,0371	0,0978	0,0300	1,5000
0,008 - 0,004	31:00	62:00	7,8599	7,7861	0,0678	0,0184	0,9200
<0,004	123:00	246:00	7,8284	7,773	0,0494	0,0494	2,4700
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0	0,00	0,00	0,00	grânulo		
2,830 - 2,000	0	0,00	0,01	0,01	grânulo		
2,000 - 1,410	0	0,00	0,00	0,01	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0	0,00	0,00	0,01	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,06	0,66	1,17	1,18	areia grossa		
0,707 - 0,500	0,53	2,30	4,12	5,30	areia grossa		
0,500 - 0,354	1,86	5,90	10,57	15,86	areia média		
0,354 - 0,250	4,77	5,90	10,57	26,43	areia média		
0,250 - 0,177	9,82	12,15	21,75	48,18	areia fina		
0,177 - 0,125	8,08	10,00	17,90	66,08	areia fina		
0,125 - 0,088	1,99	2,46	4,41	70,49	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	0,3	0,37	0,66	71,15	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	0,44				silte/argila		
0,062 - 0,031	5,335	6,60	11,82	82,97	silte grosso		
0,031 - 0,016	2,8	3,46	6,20	89,17	silte médio		
0,016 - 0,008	1,5	1,86	3,32	92,49	silte fino		
0,008 - 0,004	0,92	1,14	2,04	94,53	silte mt. fino		
<0,004	2,47	3,06	5,47	100,00	argila		
Total	40,435	55,85	100,00				

P16 - Subgrupo Itararé



Granulometria

Gráfico Porcentagem (%) x Granulometria – Amostra P16

P16 - Subgrupo Itararé

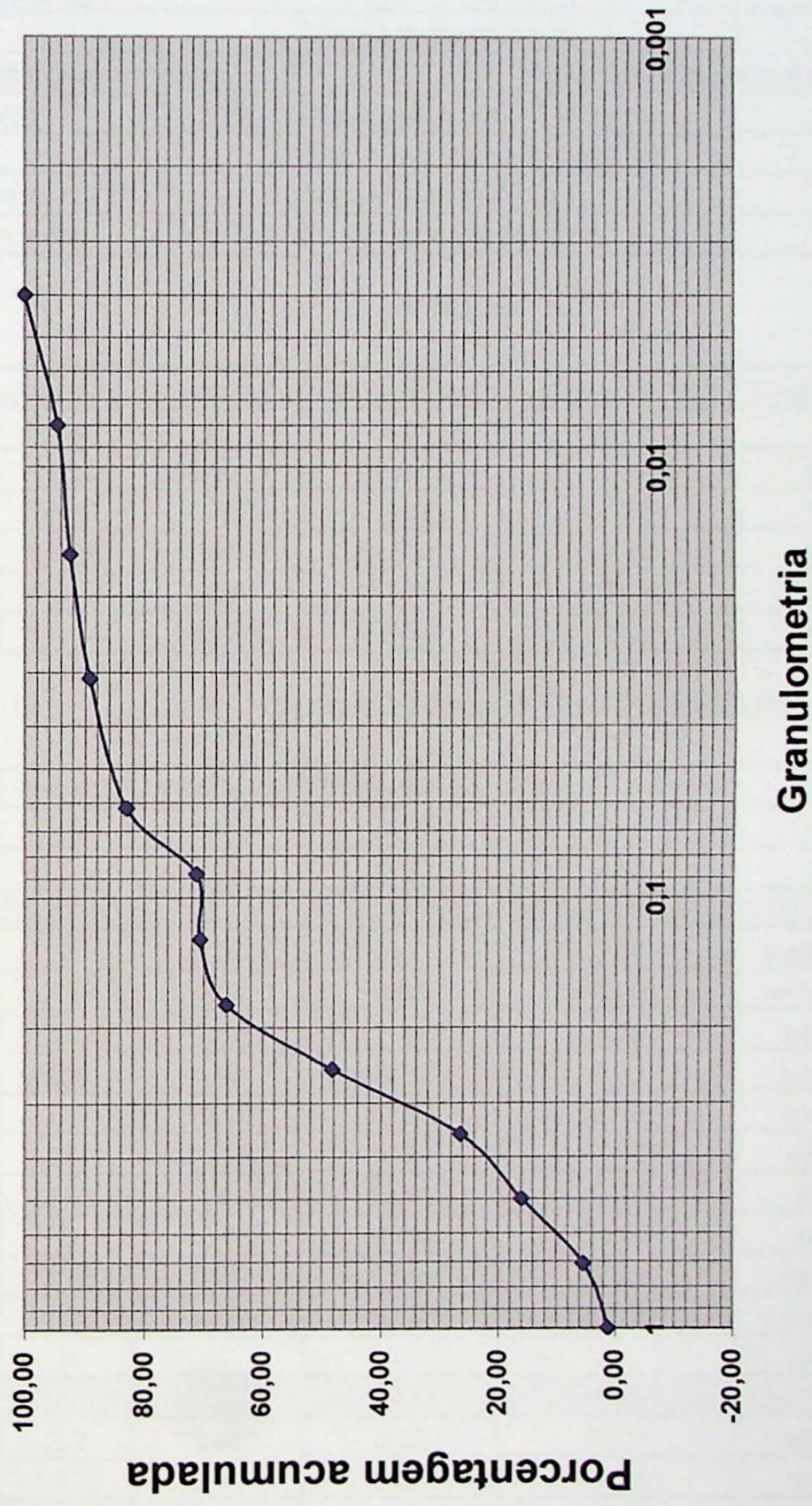
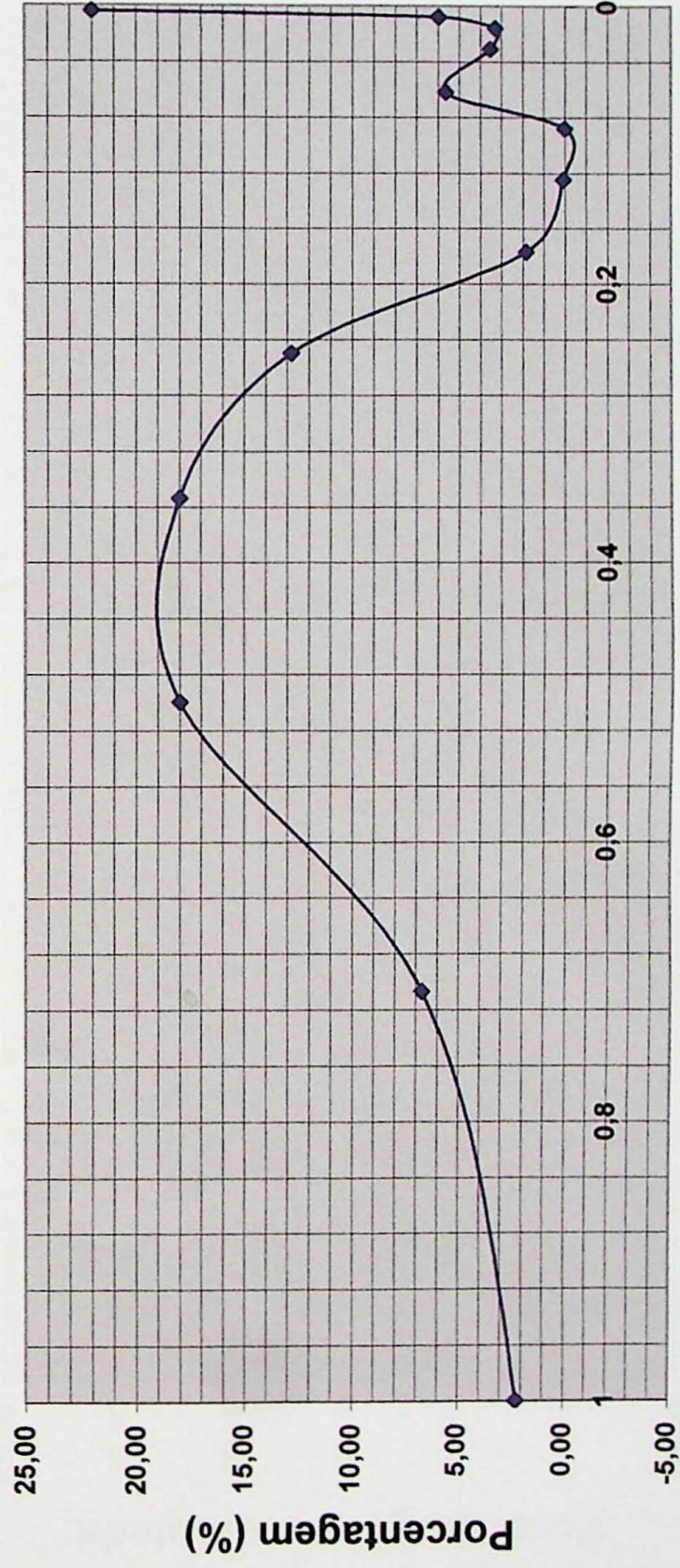


Gráfico Porcentagem Acumulativa x Granulometria – Amostra P16

IGcUSP - GSA			Análise granulométrica por pipetagem e peneiramento				
Responsável: Marcos Rogerio Araujo							
Projeto : Trabalho de Formatura							
Eliminação ataque químico (g)							
Amostra: P21			Massa dispersante (g)			0,30	
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		50,17		Partículas 4,000 - 0,062 (g)		16,3900	
Massa dos seixos (g)		0		Partículas menores 0,062 (g)		15,8000	
Eliminação ataque químico (g)		0		Massa total final - Mf (g)		32,1900	
Volume da proveta - Vp (ml)		1000		Fator de correção Mi/Mf		1,5586	
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo(min:s)		M.total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens aliq (g)	M susp.total(g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	10,8670	10,5450	0,3160	0,0440	2,2000
0,031 - 0,016	01:56	03:52	8,1183	7,8403	0,2720	0,0275	1,3750
0,016 - 0,008	07:44	15:28	11,8416	11,5911	0,2445	0,0257	1,2850
0,008 - 0,004	31:00	62:00	9,4001	9,1753	0,2188	0,0467	2,3350
<0,004	123:00	246:00	10,1748	9,9967	0,1721	0,1721	8,6050
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0	0,00	0,00	0,00	grânulo		
2,830 - 2,000	0	0,00	0,00	0,00	grânulo		
2,000 - 1,410	0	0,00	0,00	0,00	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0	0,03	0,05	0,06	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,02	1,36	2,22	2,28	areia grossa		
0,707 - 0,500	0,1	4,08	6,70	8,98	areia grossa		
0,500 - 0,354	0,87	10,96	17,97	26,95	areia média		
0,354 - 0,250	2,62	10,96	17,97	44,92	areia média		
0,250 - 0,177	7,03	7,79	12,78	57,70	areia fina		
0,177 - 0,125	5	1,12	1,84	59,54	areia fina		
0,125 - 0,088	0,72	0,05	0,08	59,61	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	0,03	0,00	0,00	59,61	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	0				silte/argila		
0,062 - 0,031	2,2	3,43	5,62	65,24	silte grosso		
0,031 - 0,016	1,375	2,14	3,51	68,75	silte médio		
0,016 - 0,008	1,285	2,00	3,28	72,04	silte fino		
0,008 - 0,004	2,335	3,64	5,97	78,00	silte mt. fino		
<0,004	8,605	13,41	22,00	100,00	argila		
Total	32,19	60,97	100,00				

P21 - Subgrupo Itararé



Granulometria

Gráfico Porcentagem (%) x Granulometria – Amostra P21

P21 - Subgrupo Itararé

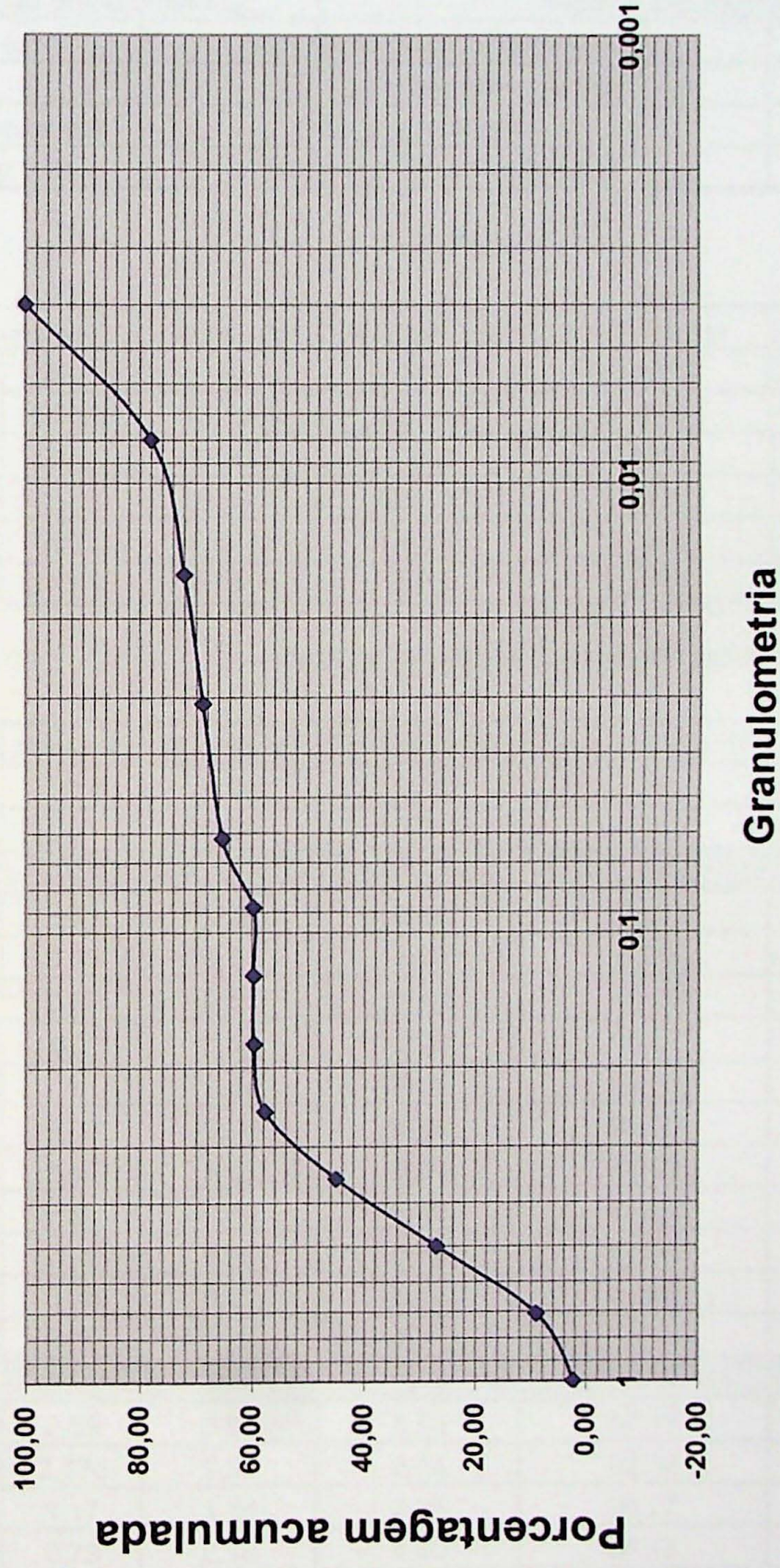


Gráfico Percentagem Acumulativa x Granulometria – Amostra P21

IGcUSP - GSA		Análise granulométrica por pipetagem e peneiramento			
Responsável: Marcos Rogerio Araujo					
Projeto : Trabalho de Formatura					
Eliminação ataque químico (g)					
Amostra: P27		Massa dispersante (g)		0,30	
Antes da separação granulométrica		*Após a separação granulométrica*			
Massa total inicial - Mi (g)		50,06	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		37,5900
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		9,5550
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		47,1450
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		1,0618

PIPETAGEM

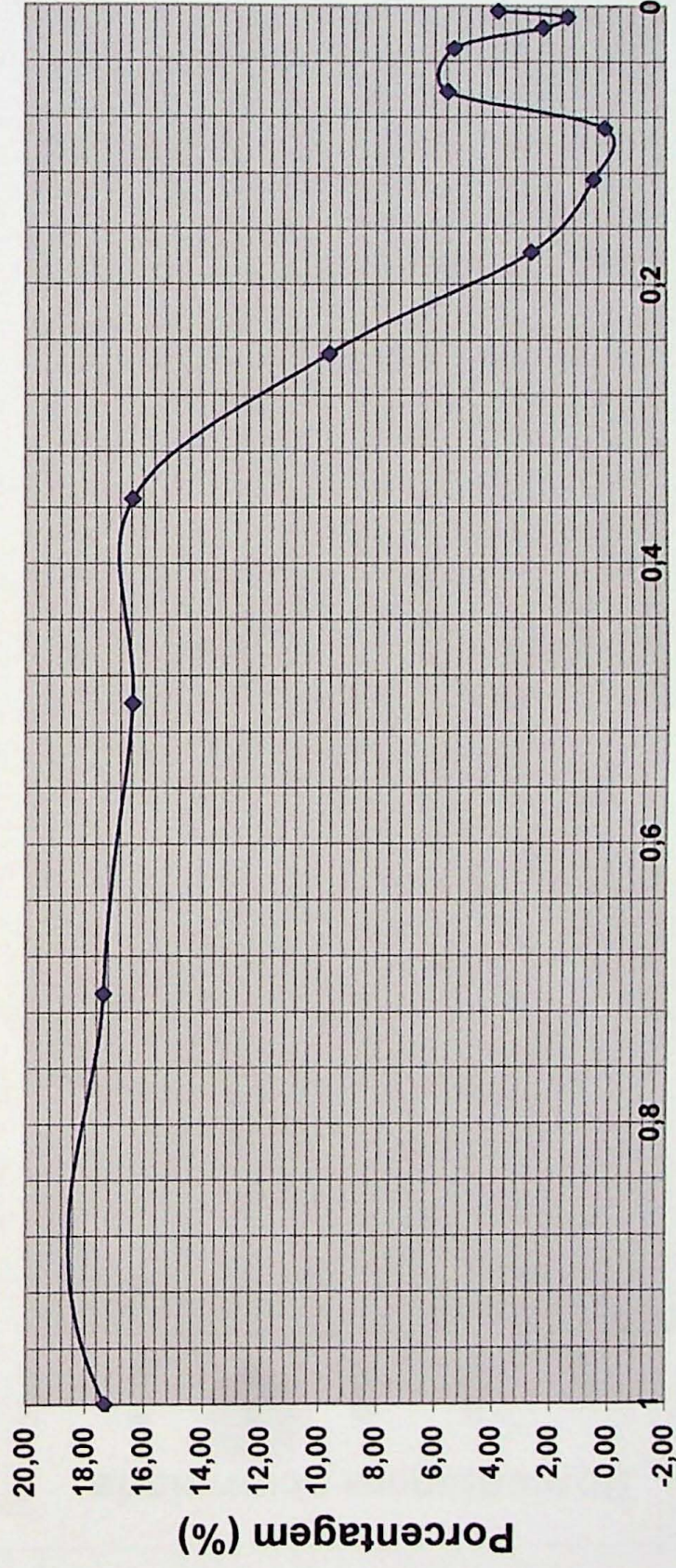
Granulometria	Tempo(min:s)		M.total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total(g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	10,0909	9,8938	0,1911	0,0578	2,8900
0,031 - 0,016	01:56	03:52	8,0713	7,932	0,1333	0,0555	2,7750
0,016 - 0,008	07:44	15:28	10,3815	10,2977	0,0778	0,0234	1,1700
0,008 - 0,004	31:00	62:00	7,9443	7,8839	0,0544	0,0146	0,7300
<0,004	123:00	246:00	9,7618	9,716	0,0398	0,0398	1,9900

PENEIRAMENTO

CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA

Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)
4,000 - 2,830	0	0,00	0,00	0,00	grânulo	
2,830 - 2,000	0	0,00	0,01	0,01	grânulo	
2,000 - 1,410	0	0,00	0,00	0,01	areia mt.grossa	
1,410 - 1,000	0,02	0,71	1,29	1,29	areia mt.grossa	
1,000 - 0,707	0,67	9,56	17,31	18,60	areia grossa	
0,707 - 0,500	3,7	9,59	17,37	35,97	areia grossa	
0,500 - 0,354	9	9,04	16,37	52,33	areia média	
0,354 - 0,250	9,03	9,04	16,37	68,70	areia média	
0,250 - 0,177	8,51	5,31	9,62	78,32	areia fina	
0,177 - 0,125	5	1,49	2,69	81,01	areia fina	
0,125 - 0,088	1,4	0,28	0,50	81,51	areia mt.fina	
0,088 - 0,062	0,26	0,06	0,12	81,62	areia mt.fina	
<0,062* (fundo)	0,06				silte/argila	
0,062 - 0,031	2,89	3,07	5,56	87,18	silte grosso	
0,031 - 0,016	2,775	2,95	5,34	92,52	silte médio	
0,016 - 0,008	1,17	1,24	2,25	94,77	silte fino	
0,008 - 0,004	0,73	0,78	1,40	96,17	silte mt. fino	
<0,004	1,99	2,11	3,83	100,00	argila	
Total	47,145	55,21	100,00			

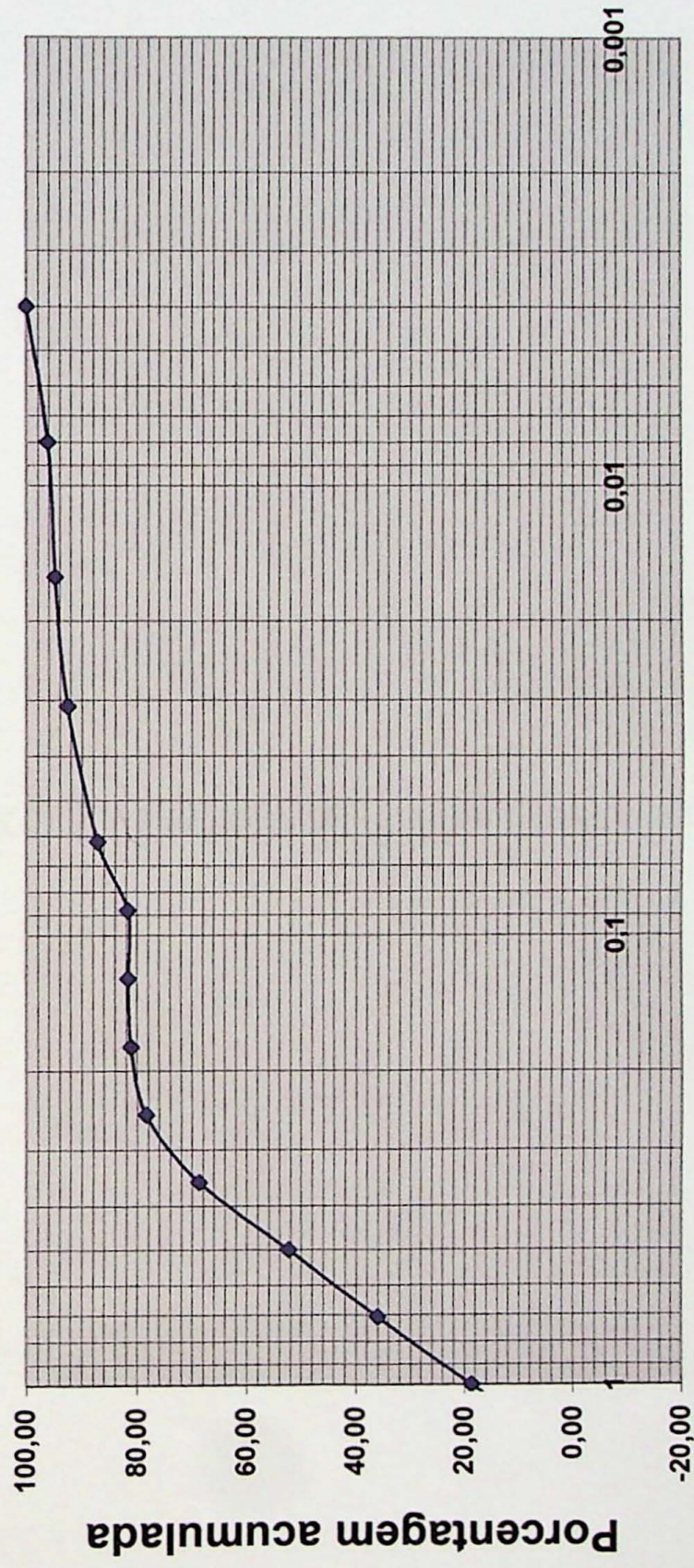
P27 - Subgrupo Itararé



Granulometria

Gráfico Porcentagem (%) x Granulometria – Amostra P27

P27 - Subgrupo Itaré



Granulometria

Gráfico Porcentagem Acumulativa x Granulometria – Amostra P27

ANEXO 7 Detalhe do poço 1-AT-1-SP da PETROBRÁS

TSR6A

TSMA

TST

TSMB

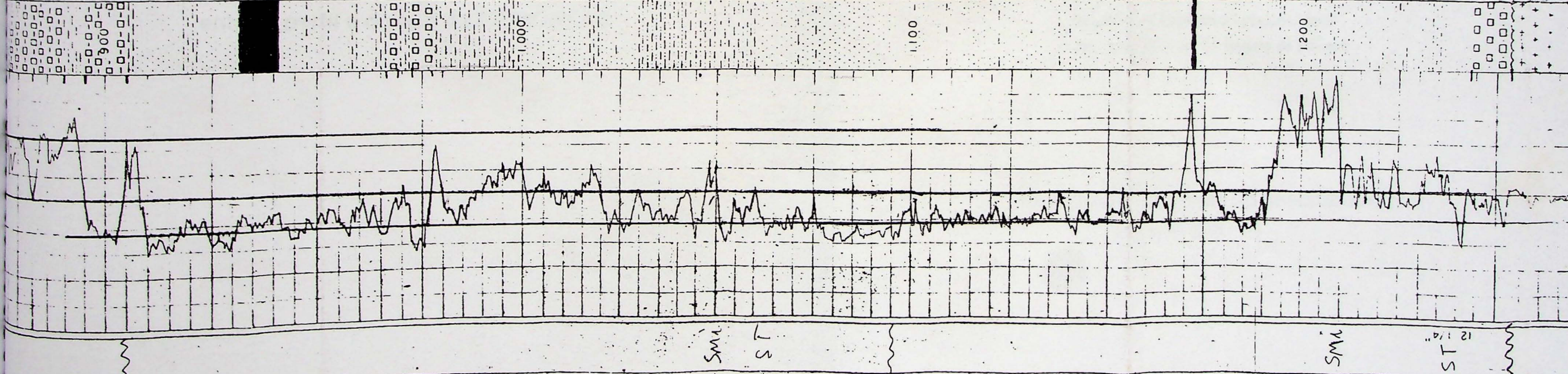
TSR6A

TSMA

TST

TSMB

PE



931
941

1071
1072

1234
1234

**ANEXO 8 Desenho esquemático mostrando a correlação
entre o perfil e o poço da PETROBRÁS**

INDAIA TUBA

I-AT-I-SP

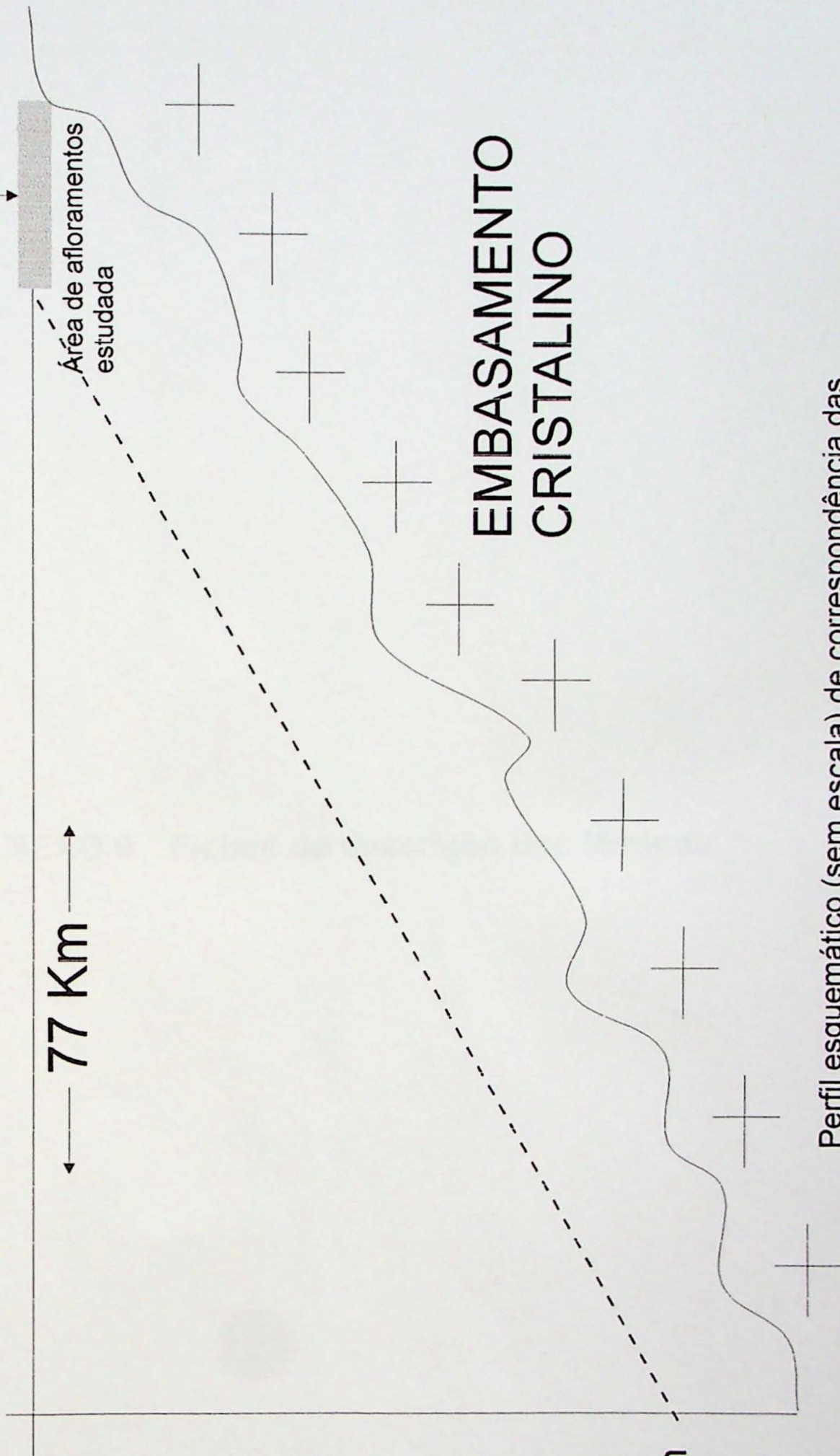
77 Km

Área de afloramentos
estudada

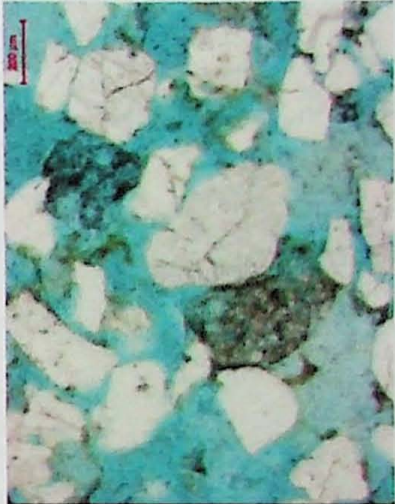
EMBASAMENTO
CRISTALINO

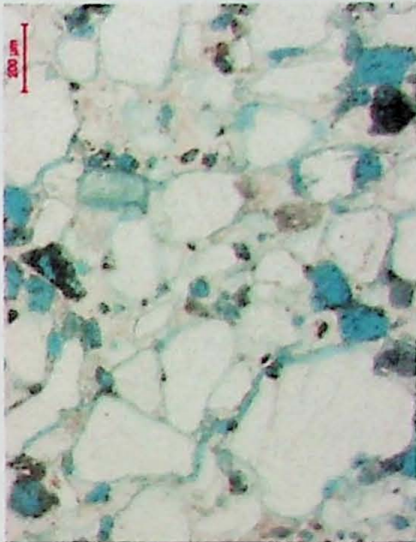
1070 m

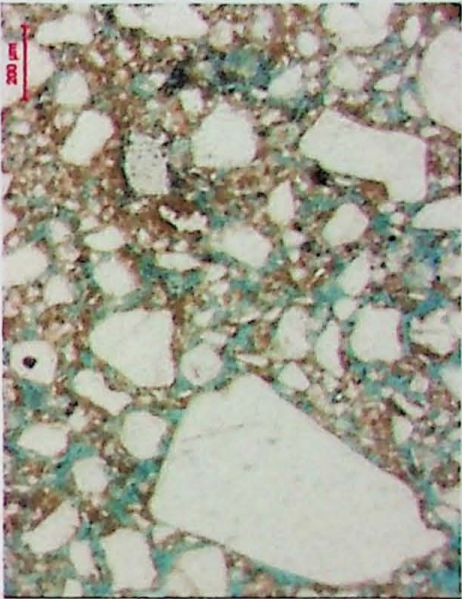
Perfil esquemático (sem escala) de correspondência das
camadas de superfície com as de subsuperfície.



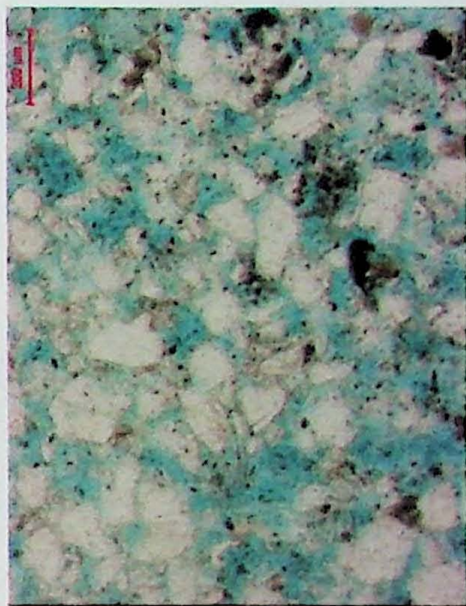
ANEXO 9 Fichas de descrição das lâminas

IG-USP		Ficha de análise petrográfica de rochas psamíticas	
Amostra: P4A	Formação Itaré		
Descrição microscópica detalhada			
1. Estimativa modal de componentes			
Arcabouço: 60%	Matriz: 0%	Cimento: 5%	Poros: 35% Total: 100.0%
2. Componentes deposicionais		3. Componentes e processos diagenéticos	
2A. Arcabouço	3A. Cimento		
Mineralogia (% na fração): quartzo monocrystalino com extinção uniforme (90%) e ortoclásio (10%).	Mineralogia (% na fração): oxi-hidróxido de ferro (100%)		
Textura: Granulometria modal: 0,1 – 0,7 mm Desvio padrão: 0,35 Seleção granulométrica: boa a muito boa Esfericidade: baixa Arredondamento: subarredondado (0,40) Petrotrama Orientação: ----- Imbricação e/ou mergulho:----- Empacotamento: normal Segregação granular: -----	Textura: hábito sacaroidal, material criptocrystalino disposto espacialmente em relação ao arcabouço em manchas e intersticiais. 3B. Porosidade secundária: intergranular por dissolução parcial. 3C. Compactação mecânica: cúbica (47,6%). 3D. Compactação química: grãos flutuante e em alguns pontos ocorre contato tangencial.		
2B. Matriz	4. Classificação e interpretação do psamito		
Tipos: -----	4A. Maturidade mineralógica: madura		
Mineralogia (% na fração): -----	4B. Maturidade textural: madura		
	4C. Classificação petrográfica: subarcócio		
	4D. Paleoclima e tectônica: Tectônica calma, relevo plano, transporte longo. Paleoclima árido e/ou muito frio.		
	Ilustração:		
			
	Objetiva: 5x		

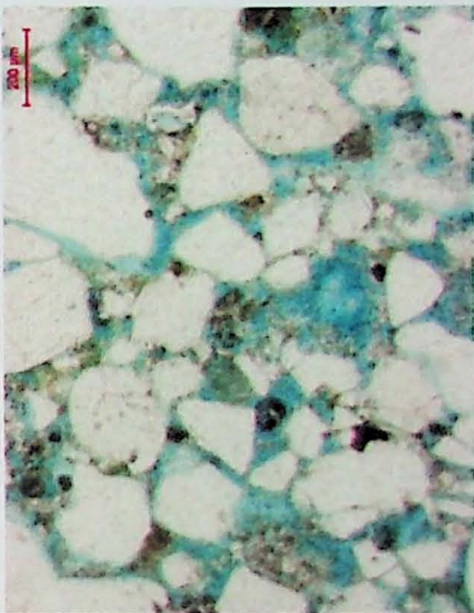
IG-USP		Ficha de análise petrográfica de rochas psamíticas	
Amostra: P16	Formação Itaré		
Descrição microscópica detalhada			
1. Estimativa modal de componentes			
Arcabouço: 73%	Matriz: 2%	Cimento: 5%	Poros: 20% Total: 100.0%
2. Componentes deposicionais			
3. Componentes e processos diagenéticos			
2A. Arcabouço	3A. Cimento		
Mineralogia (% na fração): quartzo monocristalino com extinção uniforme (90%), ortoclásio (5%), opacos (2%) e traços (3%).	Mineralogia (% na fração): oxi-hidróxido de ferro (100%)		
Textura: Granulometria modal: 0,1 – 0,7 mm Desvio padrão: 0,50 Seleção granulométrica: moderado a boa Esfericidade: baixa Arredondamento: subarredondado (0,40) <u>Petrotrama</u> Orientação: ----- Imbricação e/ou mergulho:----- Empacotamento: normal Segregação granular: -----	Textura: hábito sacaroidal, material criptocristalino disposto espacialmente em relação ao arcabouço em manchas e intersticiais. 3B. Porosidade secundária: intergranular por dissolução parcial. 3C. Compactação mecânica: cúbica (47,6%). 3D. Compactação química: contato tangencial.		
2B. Matriz	4. Classificação e interpretação do psamito		
4A. Maturidade mineralógica: madura			
4B. Maturidade textural: madura			
4C. Classificação petrográfica: subarcócio			
4D. Paleoclima e tectônica: Tectônica calma, relevo plano, transporte longo. Paleoclima árido e/ou muito frio.			
Ilustração:			
			
Objetiva: 5x			

IG-USP		Ficha de análise petrográfica de rochas psamíticas			
Amostra: P20		Formação Itararé			
Descrição microscópica detalhada					
1. Estimativa modal de componentes					
Arcabouço: 60%		Matriz: 5%		Cimento: 10% Poros: 25% Total: 100.0%	
2. Componentes deposicionais					
2A. Arcabouço		3. Componentes e processos diagenéticos			
Mineralogia (% na fração): quartzo monocristalino com extinção uniforme (90%) e ortoclásio (10%).		3A. Cimento			
Textura:		Mineralogia (% na fração): oxi-hidróxido de ferro (90%) e argilominerais (10%).			
Granulometria modal: 0,1 – 0,7 mm		Textura: hábito sacaroidal, material criptocristalino disposto espacialmente em relação ao arcabouço em espaços intersticiais.			
Desvio padrão: 1,50		3B. Porosidade secundária: grãos corroídos.			
Seleção granulométrica: pobre		3C. Compactação mecânica: romboédrico (26%).			
Esfericidade: média a baixa		3D. Compactação química: grãos flutuantes.			
Arredondamento: subarredondado (0,40) a subangular (0,30)		4. Classificação e interpretação do psamito			
Petrotrama		4A. Maturidade mineralógica: submatura			
Orientação: ----		4B. Maturidade textural: submatura			
Imbricação e/ou mergulho: ----		4C. Classificação petrográfica: subarcósio			
Empacotamento: normal		4D. Paleoclima e tectônica: Tectônica calma, relevo plano, transporte longo. Paleoclima árido e/ou muito frio.			
Segregação granular: ----		Ilustração:			
2B. Matriz					
Tipos: epimatriz					
Mineralogia (% na fração): quartzo monocristalino (35%) e argilominerais (65%).					

Objetiva: 5x

IG-USP		Ficha de análise petrográfica de rochas psamíticas			
Amostra: P25	Formação Itararé				
Descrição microscópica detalhada					
1. Estimativa modal de componentes					
Arcabouço: 60%	Matriz: 10%	Cimento: 5%	Poros: 15%	Total: 100.0%	
2. Componentes deposicionais		3. Componentes e processos diagenéticos			
2A. Arcabouço	3A. Cimento				
Mineralogia (% na fração): quartzo monocrystalino com extinção uniforme (70%), ortoclásio (15%), opacos (10%) e traços (1%).	Mineralogia (% na fração): oxi-hidróxido de ferro (90%) e argilominerais (10%).				
Textura:	Textura: hábito sacaroidal, material microcristalino, disposto espacialmente em relação ao arcabouço em espaços intersticiais.				
Granulometria modal: 0,1 – 0,7 mm	3B. Porosidade secundária: grãos corroídos.				
Desvio padrão: 0,20	3C. Compactação mecânica: cúbico (47,6%)				
Seleção granulométrica: muito boa	3D. Compactação química: contato tangencial.				
Esfericidade: baixa	4. Classificação e interpretação do psamito				
Arredondamento: subangular (0,30)	4A. Maturidade mineralógica: madura				
Petrotrama	4B. Maturidade textural: madura				
Orientação: sh	4C. Classificação petrográfica: subarcósio				
Imbricação e/ou mergulho: -----	4D. Paleoclima e tectônica: Tectônica calma, relevo plano, transporte longo. Paleoclima árido e/ou muito frio.				
Empacotamento: normal	Ilustração:				
Segregação granular: -----					
2B. Matriz					
Tipos: epimatriz					
Mineralogia (% na fração): quartzo monocrystalino (60%), ortoclásio (30%) e agillominerais (10%).					

Objetiva: 5x

iG-USP		Ficha de análise petrográfica de rochas psamíticas	
Amostra: P27	Formação Itaré		
Descrição microscópica detalhada			
1. Estimativa modal de componentes			
Arcabouço: 62%	Matriz: 3%	Cimento: 5%	Poros: 30% Total: 100.0%
2. Componentes deposicionais			
3. Componentes e processos diagenéticos			
2A. Arcabouço	3A. Cimento		
Mineralogia (% na fração): quartzo monocrystalino com extinção uniforme (90%), ortoclásio (5%), opacos (3%) e traços (2%).	Mineralogia (% na fração): oxi-hidróxido de ferro (100%).		
Textura: Granulometria modal: 0,1 – 0,7 mm Desvio padrão: 0,50 Seleção granulométrica: moderado a boa Esfericidade: alta Arredondamento: subarredondado (0,40) Petrotrama Orientação: ----- Imbricação e/ou mergulho: ----- Empacotamento: normal Segregação granular: -----	Textura: hábito sacaroidal, material microcristalino, disposto espacialmente em relação ao arcabouço em espaços intersticiais. 3B. Porosidade secundária: intergranular por dissolução parcial. 3C. Compactação mecânica: cúbico (47,6%) 3D. Compactação química: contato tangencial.		
2B. Matriz	4. Classificação e interpretação do psamito		
Tipos: epimatriz	4A. Maturidade mineralógica: madura		
Mineralogia (% na fração): agillominerais diversos (70%) e quartzo monocrystalino (30%).	4B. Maturidade textural: madura		
	4C. Classificação petrográfica: subarcósio		
	4D. Paleoclima e tectônica: Tectônica calma, relevo plano, transporte longo. Paleoclima árido e/ou muito frio.		
	Ilustração:		
			
Objetiva: 5x			

ANEXO 10

Fotos dos afloramentos

Camadas tabulares
de espessura métrica



Foto 01 – Vista geral do afloramento (Ponto 01), mostrando as camadas tabulares métricas e subhorizontalizadas.

Leitos contínuos
de blocos ovalados



Foto 02 – Detalhe mostrando um dos patamares com os leitos contínuos de blocos ovalados, formados por concreções dentro do arenito (Ponto 01).



Foto 03 – Aspecto geral do afloramento, mostrando os leitos inter laminados de siltito e arenito fino.

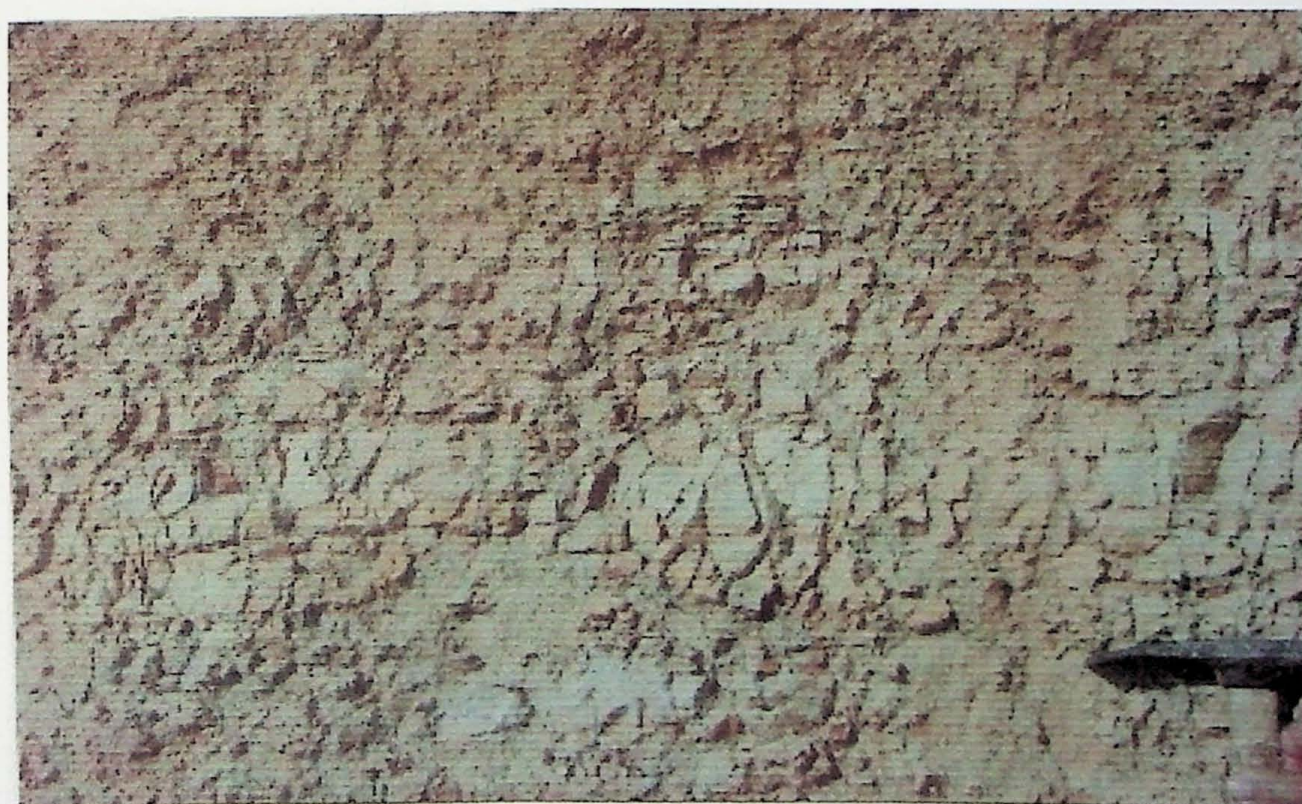


Foto 04 – Detalhe mostrando as ondulações presentes no inter laminado.



Foto 05 – Detalhe do interlaminado do Ponto 14.

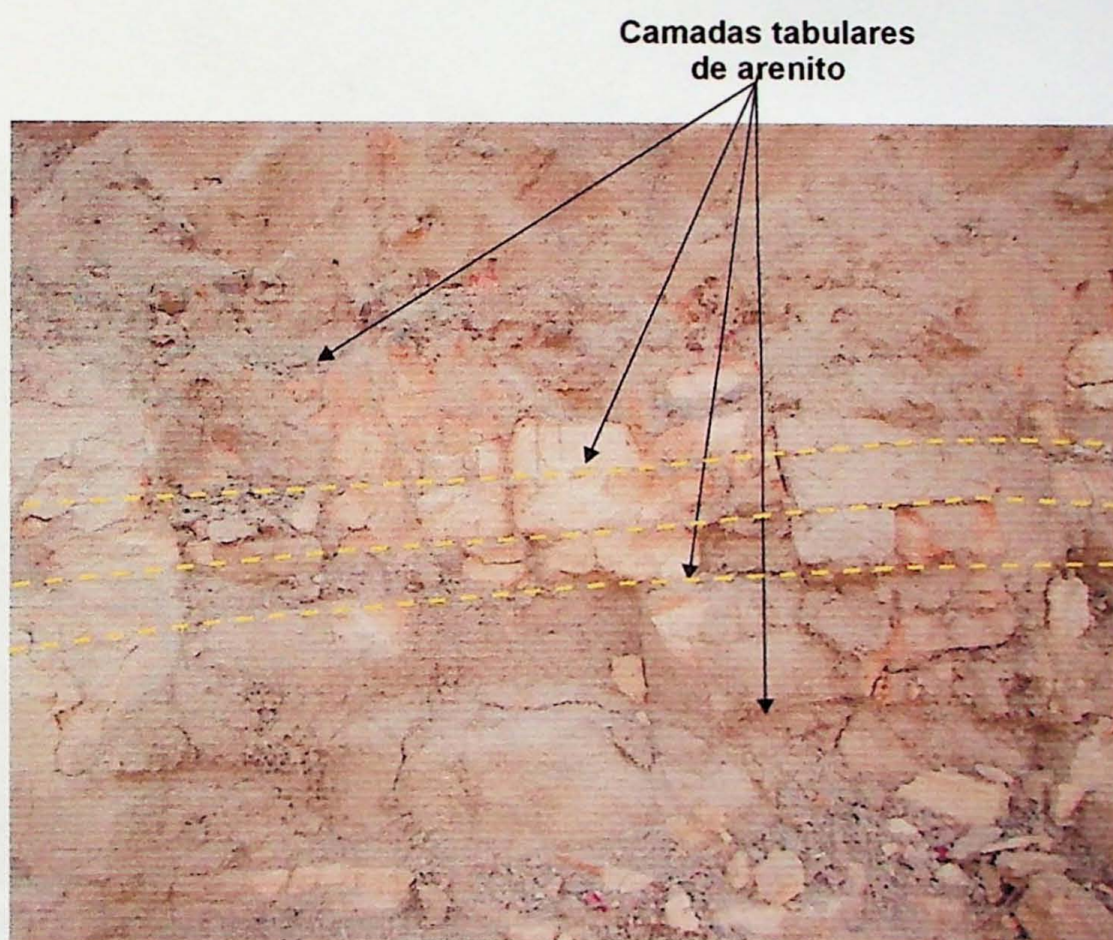


Foto 06 – Camadas tabulares de arenito maciço do ponto 24.

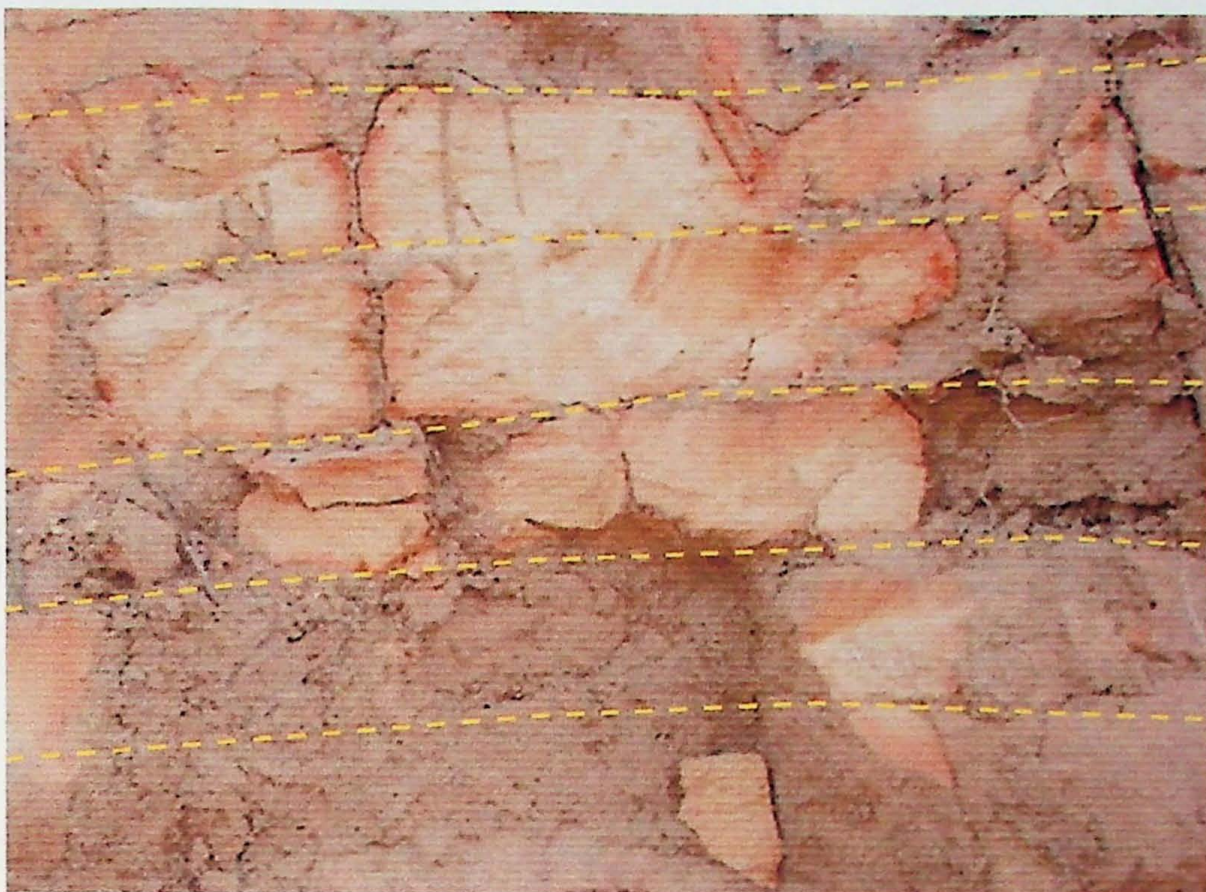
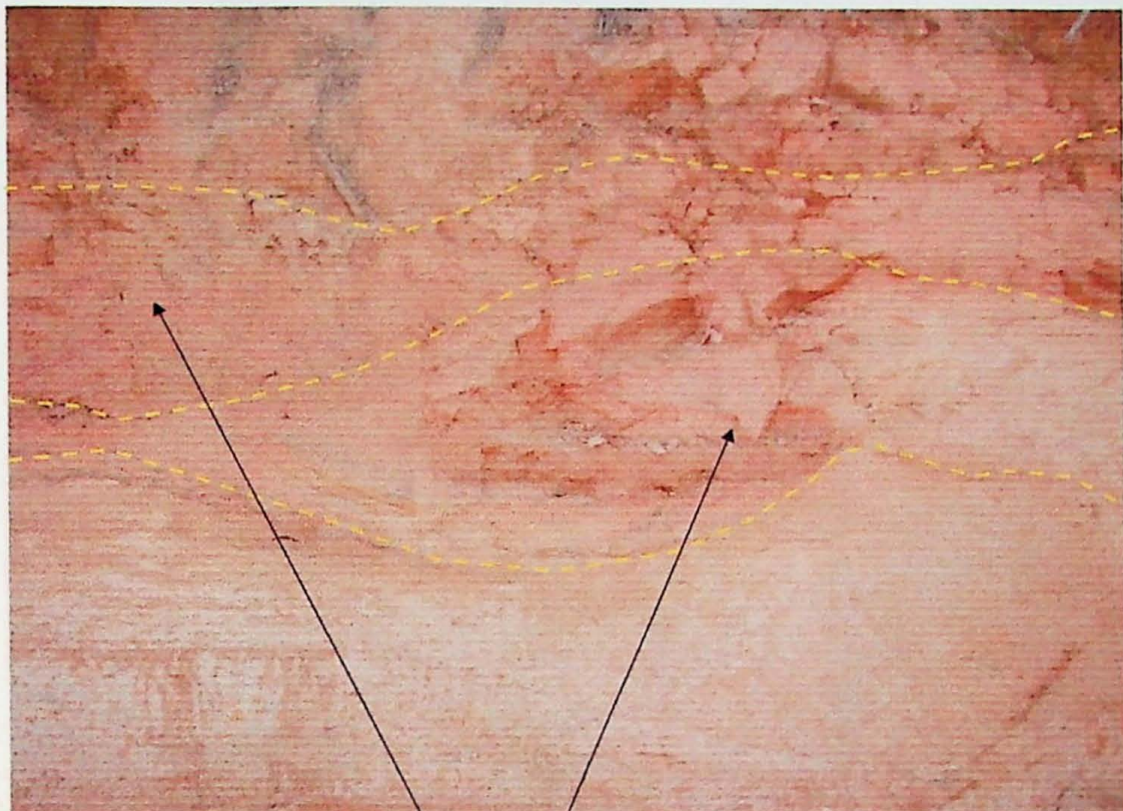


Foto 07 – Detalhe mostrando as camadas tabulares do arenito do ponto 24.



Foto 08 – Parte de um dos canais e indicação de marca de sola.

Foto 09 – Detalhe do afloramento do Ponto 24.



**Sobreposição de
vários fluxos**

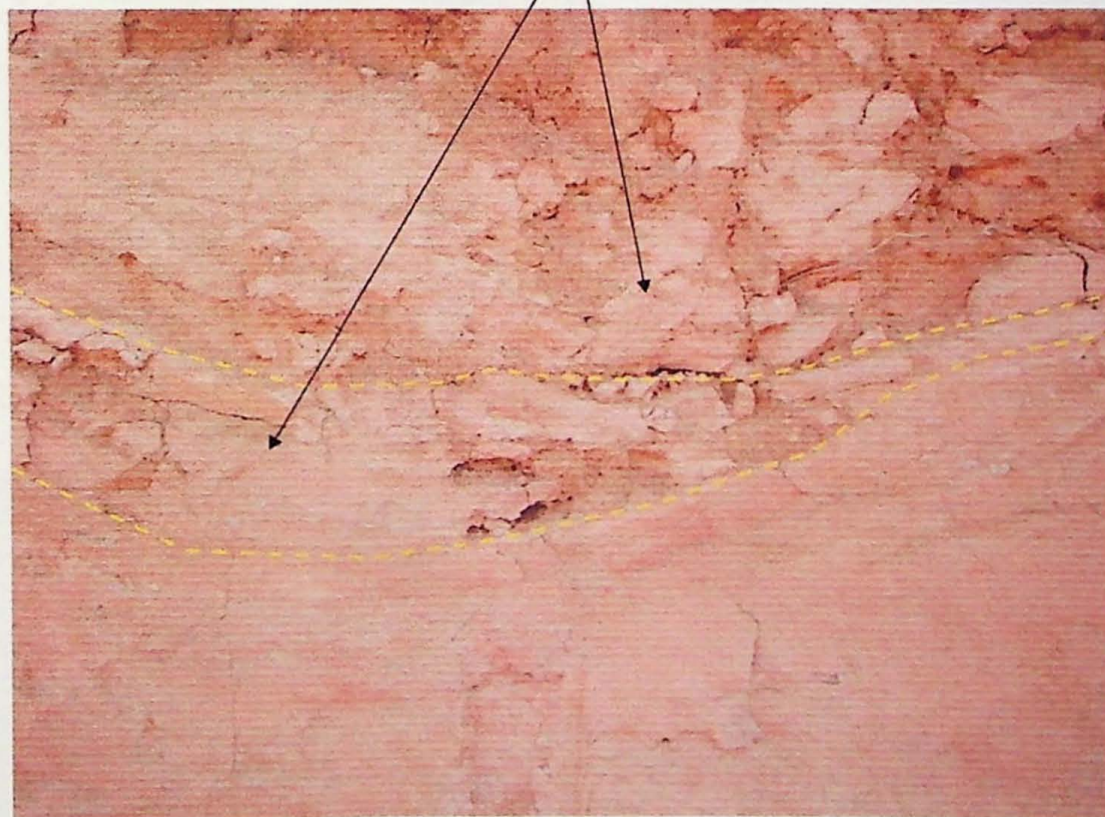


Foto 10 – Detalhe dos vários canais de arenitos sobrepostos no ponto 25.

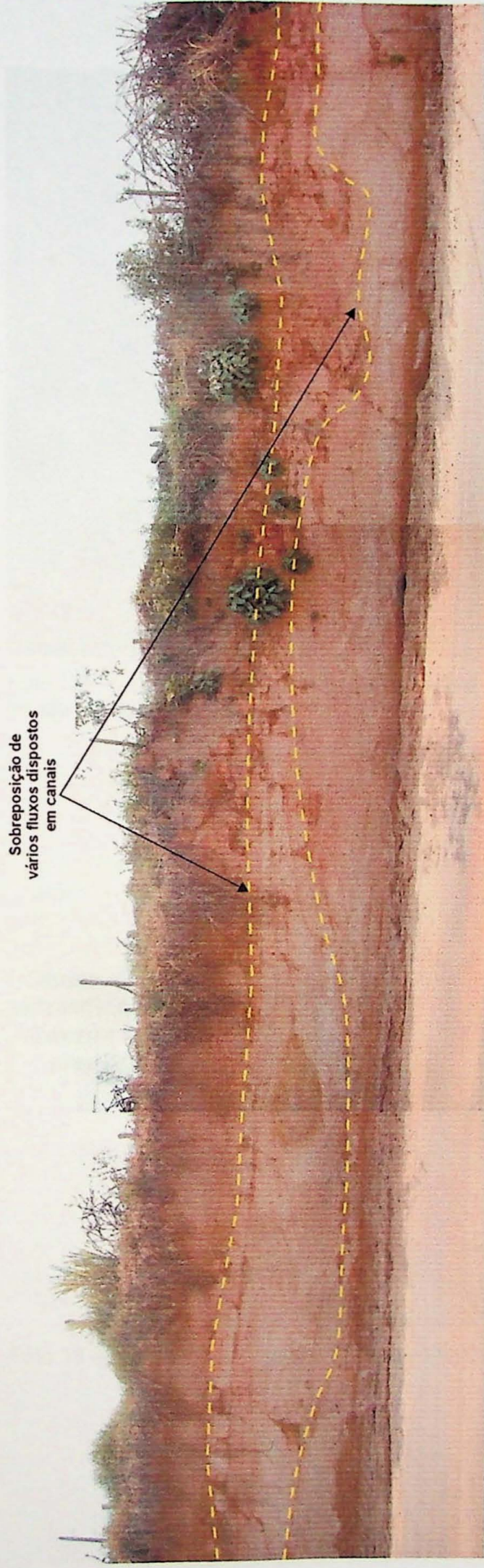


Foto 11 – Vista geral do afloramento do ponto 25 onde pode ser visto os vários fluxos sobrepostos na forma de canais.

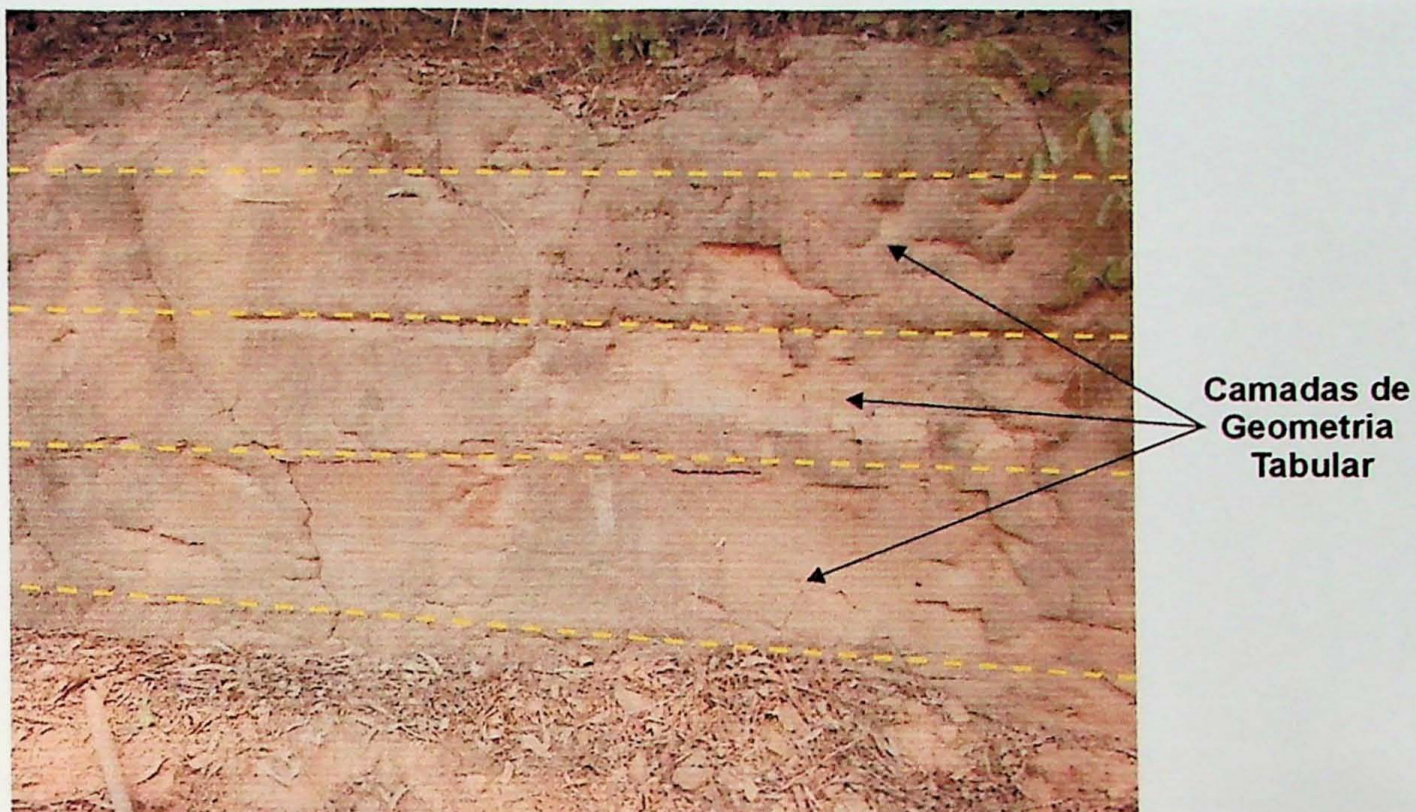


Foto 12 – Detalhe do afloramento do ponto 27 mostrando a geometria tabular e a boa horizontalidade das camadas.

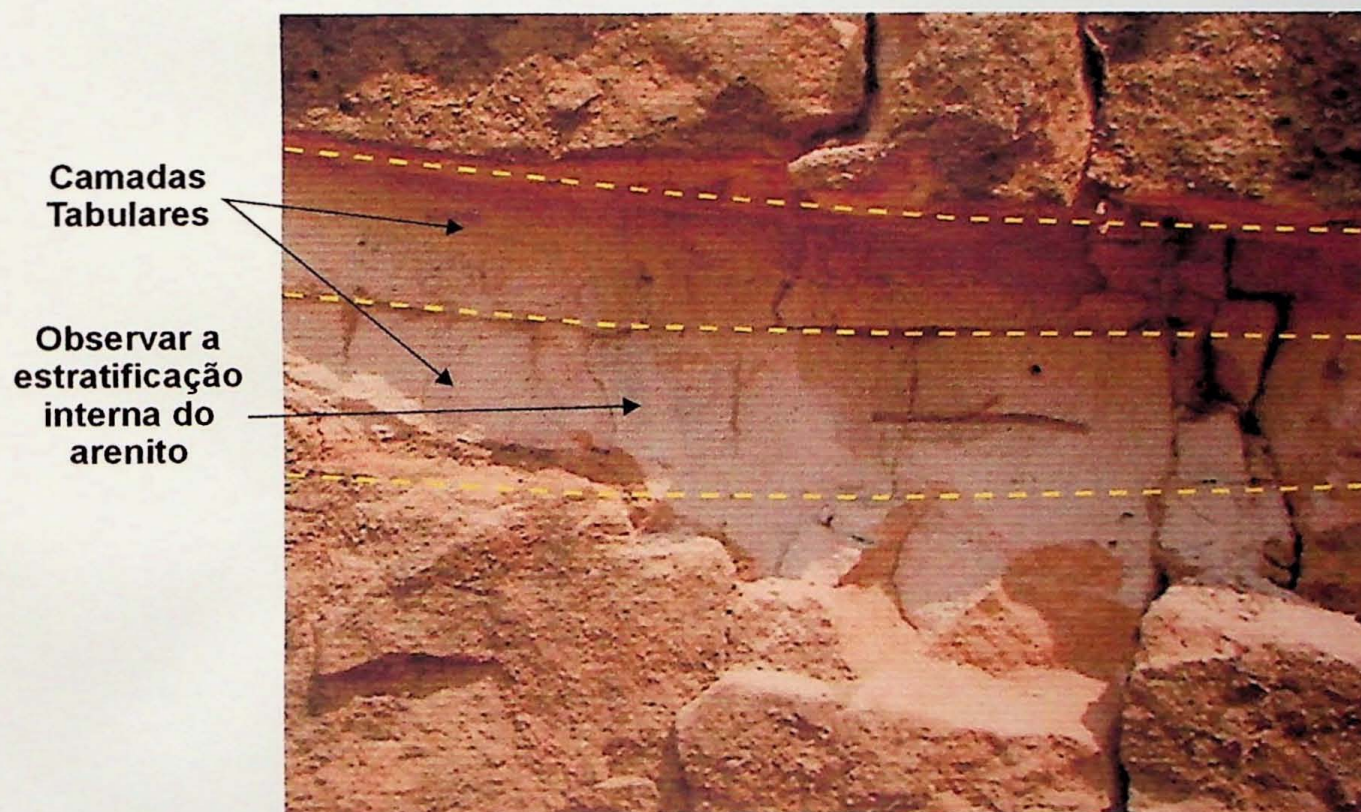


Foto 13 – Detalhe mostrando as camadas tabulares e a estratificação interna do arenito.

**Estratificações
cruzadas de
baixo ângulo com
truncamentos**

**Ondulações
indicando influência
de tempestades**

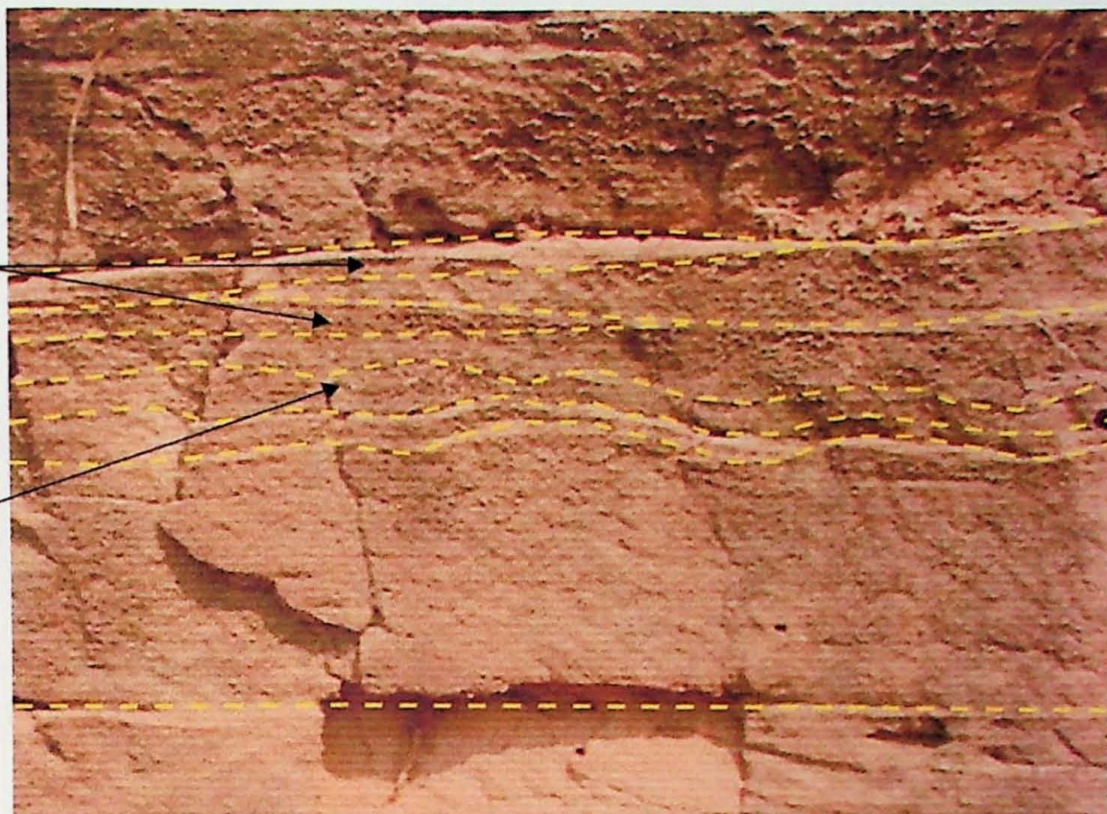
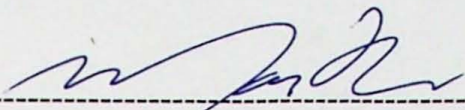


Foto 14 – Detalhe do afloramento do ponto 27 mostrando as ondulações e a estratificação cruzada de baixo ângulo com truncamentos.

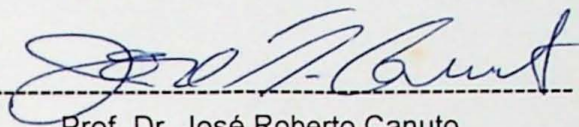
De acordo:

Aluno:



Marcos Rogerio de Araujo

Orientador:



Prof. Dr. José Roberto Canuto

