UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MAPEAMENTO FACIOLÓGICO DO SUBGRUPO ITARARÉ
NA QUADRÍCULA DE CAMPINAS (SP)

Edvard Elias de Souza Filho

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Paleontologia e Estratigrafia

São Paulo
1986

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MAPEAMENTO FACIOLÓGICO DO SUBGRUPO ITARARÉ
NA QUADRÍCULA DE CAMPINAS (SP)

Edvard Elias de Souza Filho

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005692

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

nome

OSS.

Presidente:

Dr. P.M.B. Landim

Examinadores:

Dr. J.C. Della Favera

Dr. A.M. Coimbra

P. M. B. Landim
J. C. Della Favera
Dr. A. M. Coimbra

São Paulo

1986

A Emilia, Gabriel e Julia
flores sempre vivas de minha vida

ÍNDICE

pag.

RESUMO

ABSTRACT

<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOLÓGICA</u>	4
<u>CAPÍTULO 3 - GEOLOGIA DO SUBGRUPO ITARARÉ EM SÃO PAULO</u>	8
3.1. CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA	8
3.2. O GRUPO TUBARÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO	10
<u>CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA</u>	19
4.1. MAPEAMENTO LITOESTRATIGRÁFICO	19
4.2. MAPEAMENTO ESTRUTURAL	22
4.2.1. <u>Mapa de Contorno Estrutural</u>	22
4.2.2. <u>Análise Morfoestrutural</u>	23
4.2.2.1. Análise Morfoestrutural da Drenagem	24
4.2.2.2. Análise Morfoestrutural do Relevo	25
4.3. Mapeamento Faciológico	26
<u>CAPÍTULO 5 - MAPEAMENTO LITOESTRATIGRÁFICO</u>	29
5.1. RESULTADOS	31
5.1.1. <u>Unidades do Subgrupo Itararé</u>	31
5.1.1.1. Unidade I - Arenitos em Granodecrescência Ascendente	31
5.1.1.2. Unidade II - Lamitos	33
5.1.1.3. Unidade III - Lamitos e Diamictitos	34
5.1.1.4. Unidade IV - Arenitos	35
5.1.1.5. Unidade V - Diamictitos e Arenitos	35
5.1.1.6. Unidade VI - Arenitos com Marcas Onduladas	35
5.1.1.7. Unidade VII - Diamictitos Vermelhos	36
5.2. DISCUSSÃO	37

5.2.1. <u>Coberturas Inconsolidadas</u>	37
5.2.2. <u>Critérios de Mapeamento do Subgrupo Itararé</u>	38
5.2.3. <u>Unidades Litoestratigráficas Informais</u>	40
 <u>CAPÍTULO 6 - MAPEAMENTO ESTRUTURAL</u>	43
6.1. RESULTADOS	43
6.1.1. <u>Mapa de Contorno Estrutural</u>	43
6.1.2. <u>Análise Morfoestrutural</u>	45
6.2. DISCUSSÃO	50
 <u>CAPÍTULO 7 - MAPEAMENTO FACIOLÓGICO</u>	53
7.1. ANÁLISE FACIOLÓGICA	53
7.1.1. <u>Fácies de Arenitos</u>	53
7.1.1.1. Arenitos Gradados (Ag)	53
7.1.1.2. Arenitos Maciços (Am)	55
7.1.1.3. Arenitos Muito Finos (Ap/Ad/Ao)	55
7.1.1.4. Arenitos com Marcas Onduladas (Ao)	56
7.1.1.5. Arenitos com Estratificação Cruzada Sigmoidal (As)	56
7.1.1.6. Arenitos com Estratificação Cruzada Tabular (At)	57
7.1.1.7. Arenitos com Estratificação Cruzada Acanalada (Aa)	57
7.1.1.8. Arenitos com Estratificação Cruzada (At-Aa)	58
7.1.1.9. Arenitos Deformados (Atd e Acd)	58
7.1.2. <u>Fácies de Conglomerados</u>	58
7.1.2.1. Conglomerados com Estratificação Cruzada (Gt)	59
7.1.2.2. Conglomerados Maciços (Gm)	59
7.1.2.3. Blocos em Linha (Gm(s))	59
7.1.3. <u>Fácies de Diamictitos</u>	60
7.1.3.1. Diamictitos Maciços	60
7.1.3.2. Diamictitos com Clastos Estriados (Dmm(s))	60
7.1.3.3. Diamictitos Deformados (Dmm(d))	61
7.1.3.4. Diamictitos Espessos (Dmm-Dmg)	61
7.1.3.5. Diamictitos Estratificados (Dms)	61
7.1.3.6. Diamictitos Fluidizados (Dmm(r))	62
7.1.3.7. Diamictitos Acamados (Dms(r))	62

7.1.3.8. Diamictitos Lamíticos (Dmg(r))	62
7.1.3.9. Diamictitos Arenosos (Dms(c))	63
7.1.4. <u>Fácies de Lamitos</u>	63
7.1.4.1. Lamitos Maciços (Fm)	63
7.1.4.2. Lamitos Acamados (Fl/Fc)	63
7.1.4.3. Ritmitos (Fl)	64
7.1.4.4. Siltitos (Fl e Fm)	64
7.1.4.5. Folhelhos (Fl)	64
7.1.4.6. Lamitos com Carvão (Fmc e Flc)	65
7.1.4.7. Lamitos Arroxeados (Fl e Fm)	65
7.1.5. <u>Fácies de Calcários</u>	65
7.1.5.1. Calcários Siltosos	65
7.1.5.2. Calcários Arenosos	66
7.1.5.3. Calcário Silicificado (Sm-So-Sa)	66
7.2. INTERPRETAÇÃO FACIOLÓGICA	66
7.2.1. <u>Sistemas Glaciais</u>	67
7.2.1.1. Sistema Subglacial-proglacial de Campinas	68
7.2.1.2. Sistema Supraglacial de Base Única de Monte Mor	68
7.2.1.3. Considerações Finais	72
7.2.2. <u>Sistema de Leques Subaquosos da Rodovia dos Ban- deirantes</u>	77
7.2.3. <u>Sistema de Plataforma de Hortolândia</u>	79
7.2.4. <u>Sistema Deltaico da Rodovia do Açucar</u>	83
7.2.5. <u>Sistema de Leques Aluviais de Casa Branca</u>	89
7.2.6. <u>Sistema Costeiro de Tupi</u>	92
 <u>CAPÍTULO 8 - EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA</u>	 103
 <u>CAPÍTULO 9 - CONCLUSÕES</u>	 106
 <u>BIBLIOGRAFIA</u>	 110
 <u>ANEXO</u>	 contra-capá

RELAÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1 - Mapa geomorfológico da área mapeada e região vizinha.	5
Figura 2 - Mapas geológicos regionais da área mapeada.	7
Figura 3 - Classificação e nomenclatura do Subgrupo Itararé em São Paulo.	9
Figura 4 - Resumo das unidades litoestratigráficas, litofácies, fácies genéticas, e ambientes de deposição do Subgrupo Itararé segundo os autores enumerados.	11
Figura 5 - Modelos fotointerpretativos para o Grupo Tubarão.	21
Figura 6 - Códigos de fácies.	28
Figura 7 - Relações de contato entre as unidades litoestratigráficas informais.	32
Figura 8 - Resumo das unidades litoestratigráficas, litofácies, fácies genéticas, e ambiente de deposição do Grupo Tubarão em Santa Catarina.	41
Figura 9 - Evolução tecto sedimentar do Grupo Tubarão.	44
Figura 10 - Mapa geológico-estrutural simplificado conforme DAEE-UNESP 1982.	46
Figura 11 - Mapa geológico-estrutural simplificado conforme DNPM 1979.	47
Figura 12 - Mapas morfoestruturais da quadrícula de Campinas.	49

Figura 13 - Mapa de Morfoestruturas.	51
Figura 14 - Relação de fácies descritas e sua ocorrência nas unidades litoestratigráficas.	54
Figura 15 - Sequência ideal de fácies das ocorrências do km 5 da Rodovia Santos Dumont (superior) e Souza (inferior).	69
Figura 16 - Sequência ideal de fácies das ocorrências de Salto (superior), do Viaduto Dona Catarina (médio superior), da Rodovia Castelinho (médio inferior) e de Jundiaí (inferior).	70
Figura 17 - Sequência ideal de fácies das ocorrências da Rodovia do Açúcar, entrada para Elias Fausto (superior), de Cerquilha (médio) e de Jurumirim (inferior).	71
Figura 18 - Sequência ideal de fácies do km 114 da Rodovia Campinas-Monte Mor.	73
Figura 19 - Sequência ideal de fácies das ocorrências de Capivari (superior) e da Rodovia Castelo Branco (inferior).	73
Figura 20 - Sistema deposicional supraglacial de base úmida.	74
Figura 21 - Sistema deposicional subglacial-proglacial.	75
Figura 22 - Esquemas de associações de fácies terrestres em um ciclo glacial.	76
Figura 23 - Sequência ideal de fácies do sistema de leques subaquosos de Campinas.	78
Figura 24 - Modelo para leques submarinos.	80

Figura 25 - Seqüência ideal de fácies da região de Itu.	81
Figura 26 - Modelo para sedimentação de leques submarinos alimentados por correntes de degelo.	82
Figura 27 - Diagrama em painel de seções colunares da região de Monte Mor.	84
Figura 28 - Diagrama em painel de seções colunares da região de Iracemápolis-Santa Bárbara do Oeste.	86
Figura 29 - Seqüência ideal de fácies do lobo deltaico de Monte Mor.	87
Figura 30 - Seqüência ideal de fácies dos lobos deltaicos entre Santa Bárbara do Oeste e Iracemápolis.	87
Figura 31a - Seqüência ideal de fácies do lobo deltaico do km 114 da Rodovia do Açúcar.	88
31b - Seqüência ideal de fácies dos lobos deltaicos da Rodovia do Açúcar entre os km 106 e 112.	88
Figura 32 - Seqüência ideal de fácies do Sistema deltaico Itaporanga.	90
Figura 33 - Seqüência ideal de fácies para as Unidades A e B de Buri.	90
Figura 34 - Seqüência ideal de fácies para a Unidade C de Buri.	91
Figura 35 - Seqüência ideal de fácies para a Formação Aquidauana em Monte Santo.	96
Figura 36 - Seqüência ideal de fácies para o sistema de leques deltaicos.	96
Figura 37 - Seqüência ideal de fácies para a Formação Aquidauana em Poços de Caldas.	94

Figura 38 - Seqüência ideal de fácies para a Formação Aquidauana entre Mococa e Casa Branca.	94
Figura 39 - Diagrama em painel de seqüões colunares da Região de Limeira.	96
Figura 40 - Diagrama em painel de seqüões colunares da Região de Tupi.	97
Figura 41 - Diagrama em painel de seqüões colunares da Região de Capivari.	98
Figura 42 - Seqüência ideal de fácies da ocorrência de Tupi.	99
Figura 43 - Seqüência ideal de fácies da ocorrência do km 131,7 da Rodovia do Açucar.	99
Figura 44 - Seqüência ideal de fácies da área de Pitanga.	100
Figura 45 - Seqüência ideal de fácies do sistema deltaico de Bairro Aliança.	100
Figura 46 - Seqüência ideal de fácies do sistema deltaico Serra dos Pais.	101
Figura 47 - Seqüência ideal de fácies do sistema ilha-barreira de Mato Seco.	102
Figura 48 - Seqüência ideal de fácies da seção Tietê-Piracicaba.	102
ANEXO	
Mapa Geológico (Litoestratigráfico) da Quadrícula de Campinas.	

RESUMO

Esta dissertação apresenta os resultados de um mapeamento geológico efetuado na quadrícula de Campinas, área de afloramentos do Subgrupo Itararé. Foram efetuados três modalidades de mapeamento, ou seja o mapeamento litoestratigráfico, o mapeamento estrutural, e por fim o mapeamento faciológico ao qual foi dado maior ênfase, visto que ele permite a reconstrução paleogeográfica quando se utiliza os conceitos de sistemas deposicionais.

Foi possível a individualização de sete unidades litoestratigráficas informais, denominadas: Unidade I (Arenitos em Granodecrescência Ascendente), Unidade II (Lamitos), Unidade III (Lamitos e Diamictitos), Unidade IV (Arenitos), Unidade V (Diamictitos e Arenitos), Unidade VI (Arenitos com Marcas Onduladas), Unidade VII (Diamictitos Vermelhos). O mapeamento estrutural permitiu a interpretação de estruturas de caráter local e sub-regional sob a forma de horsts e grabens que afetam os contatos da unidade, altos e baixos de caráter ainda não definidos, que ocorrem em vários locais da área de trabalho, e sistemas lineares de falhas e falhas isoladas, entre os quais o Sistema Linear de Cosmópolis, e os Sistemas de Santa Cruz da Boa Vista e o de Salto Grande.

O mapeamento faciológico permitiu a individualização de um grande número de fácies litológicas, agrupadas em fácies de arenitos, fácies de conglomerados, fácies de diamictitos, fácies de lamitos e fácies de calcários. Apesar dessas fácies ocorrerem em diversas posições estratigráficas e em diferentes unidades litoestratigráficas, o seu agrupamento em associações permitiu a interpretação de seis sistemas deposicionais cuja evolução originou o trato deposicional hoje preservado sob o nome de Subgrupo Itararé. Foram identificados dois sistemas glaciais, o Sistema Subglacial - proglacial de Campinas e o Sistema Supraglacial de Base Umidada de Monte Mor, o Sistema de Leques Subaquosos da Rodovia dos Bandeirantes, o Sistema de Plataforma de Hortolândia, o Sistema Deltaico da Rodovia do Açúcar, o Sistema de Leques Aluviais de Casa Branca e o Sistema Costeiro de Tupi.

ABSTRACT

This paper shows the geologic mapping in the Itarare Subgroup that outcrops in the Campinas region. Three kinds of mapping were made: lithostratigraphic mapping structural mapping, and faciological mapping, aims at the paleogeographic reconstruction based in the depositional models concept.

Seven unity were identified: Unity I (Fining upward Sandstone), Unity II (Mudstone), Unity III (Mudstone and Diamictites), Unity IV (Sandstone), Unity V (Diamictites and Sandstones), Unity VI (Wave Rippled Sandstone) and Unity VII (Red Diamictites).

The structural mapping attesting local and sub-regional horst, and grabens that affected the unity contacts, estructural highs and lows in many places in this area, and linear and isolated fault system (e.g. the Cosmópolis Linear System, the Santa Cruz da Boa Vista and Santo Grande Systems.

The faciological mapping has defined many lithologic facies jointed in sandstone facies, conglomerate facies, diamictite facies, mudstone facies and limestone facies. In spite of the stratigraphic position of these facies, its association has permitted the interpretation, of six depositional systems whose development settled out the depositional tract named Itarare Subgroup.

It were identified the Campinas Subglacial-Proglacial System, the Monte Mor Wet Based Supraglacial System, the Rodovia dos Bandeirantes Sub-aquous Fan System, the Hortolândia Shelf System, the Rodovia do Açúcar Deltaic System, the Casa Branca Aluvial Fan System and the Tupi Coastal System.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

No final da década de setenta, a Universidade Estadual Paulista (UNESP) em convênio com o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo realizou mapeamento geológico do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo, utilizando os critérios adotados por SOARES *et alii* (1977) para o mapeamento das quadrículas de Capivari, Porto Feliz, Ibituruna e Laranjal Paulista. Durante o transcorrer do referido mapeamento verificou-se que devido às coberturas inconsolidadas e em face à grande variação lateral de fácies que o Subgrupo Itararé apresenta, as áreas situadas entre as bacias hidrográficas do Rio Pardo, Rio Tietê e Rio Paranapanema apresentavam dificuldades para a integração dos mapas, e requeriam portanto um estudo mais pormenorizado.

Quando na preparação do Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1:250.000 (Convênio DAEE - UNESP, 1981), novamente o problema foi trazido à tona, tendo sido então iniciado um trabalho de mapeamento que viesse a resolver os problemas estratigráficos existentes no Subgrupo Itararé na área de transição entre a bacia hidrográfica do Rio Pardo e do Rio Tietê. A área escolhida foi a quadrícula de Campinas, os trabalhos foram patrocinados pela FAPESP, e vieram a resultar nesta dissertação.

O trabalho desenvolvido corresponde a um mapeamento geológico em que três abordagens diferentes são feitas: em primeiro estágio foi realizado um mapeamento litoestratigráfico, a seguir um mapeamento estrutural a nível de reconhecimento e por fim um mapeamento faciológico com intuito de se fazer a interpretação de unidades genéticas. Esse enfoque tríplice pretende reconhecer as unidades de rocha e sua repartição atual e com isso, por meio das unidades genéticas, reconstituir a paleogeografia da área à época da deposição do Subgrupo Itararé.

A principal importância desse estudo não está relacionada à resolução de um problema de integração de mapas geológicos, mas sim à elaboração de modelos genéticos que podem fornecer subsídios para a elaboração de modelos prospectivos para água sub

terrânea e carvão, o que aliás já vem sendo feito (SOUZA FILHO & STEVAUX 1985, 1986, STEVAUX *et alii* 1985).

Aproveito a oportunidade para agradecer à FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento que tornou possível os trabalhos de campo para o desenvolvimento dessa dissertação, e pelo apoio financeiro aos projetos de pesquisa que vieram a colaborar indiretamente para a elaboração do texto.

Sou profundamente grato ao Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim, cuja orientação e apoio se fizeram constantes durante todo o desenrolar dos trabalhos, permitindo com que as atividades de pesquisa tivessem um fim.

Aos professores José Candido Stevaux e José Alexandre de Jesus Perinotto sou grato pela co-orientação efetuada desde o início dos trabalhos até a preparação do abstract, e principalmente pela amizade que demonstram. Aos demais docentes do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, eu agradeço pelas discussões, em especial aos professores Norberto Morales e Antenor Zanardo, amigos de muitos anos.

Agradeço também aos professores Dr. Vicente José Fulfaro, Dr. Paulo Cesar Soares, Dr. Ercílio Gonzaga da Gama Junior, cuja discussão oportuna trouxe luz à escuridão proporcionada pela falta de conhecimento; aos estagiários Miguel Borduque, Patrícia Marra Sepe, Mario Nunes de Oliveira, Otávio Tobias Soares Mandrá, e Elizabete Cristina Cardoso, que me acompanharam em fases diversas dos trabalhos de campo e escritório; e aos meus amigos Alfredo e Renato Girnos, que muitas vezes sacrificaram seu fim de semana para me acompanhar na descrição de afloramentos.

Ao desenhista Antonio Cesário Porta Junior, aos datilógrafos Elaine Brigatto, Sonia e Marcos Cesar Sartori, devo meu muito obrigado por terem desempenhado com eficiência seu trabalho.

À Emilia, agradeço pela compreensão, pelo apoio e incentivo. Além disso agrago profundamente à ela, ao Gabriel e à Julia pela paciência com que suportaram as intermináveis horas de mau humor e de ausência de casa.

Agradeço por fim ao apoio recebido por parte do Depar

tamento de Geologia Geral e Aplicada e do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, que à medida do possível proporcionaram-me meios materiais para a realização desse trabalho.

CAPÍTULO 2

LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO GEOLÓGICA

A área de trabalho compreende a folha de Campinas (1:100.000), designada pela sigla SF-23-Y-A-V, limitada pelos paralelos $23^{\circ}5'$ e $22^{\circ}30'$ e pelos meridianos 47° e $47^{\circ}30'$ W, composta pelas folhas 1:50.000 de Limeira, Cosmópolis, Americana e Campinas. Nesta quadrícula encontram-se cidades de importância no interior paulista, interligadas por densa rede viária, que inclui ferrovias, rodovias pavimentadas e inúmeras estradas vicinais (Figura 1).

A folha Campinas está situada na zona do Médio Tietê, na Depressão Periférica Paulista, em área de predominância do Relevo de Colinas Amplas e Colinas Médias, e algumas ocorrências do Relevo de Morrotes Alongados e Espigões (Figura 1, IPT 1981a). A rede de drenagem tem dois canais principais: o Rio Capivari a sul, e o Piracicaba na parte central, ambos correndo de leste para oeste e desaguando no Rio Tietê.

O Subgrupo Itararé predomina em quase toda a folha, disposto a norte e nordeste, com limite inferior em discordância com o embasamento cristalino a sudeste, e o superior com a Formação Tatui a noroeste (Figura 2). Os mergulhos regionais para oeste são suaves (SOARES, 1974) com valor médio de 1° (SAAD, 1977). Ambos os autores citados admitem a possibilidade de variações locais, e diversos mapas apresentam muitas falhas na área (Figura 2) mas nenhuma estrutura em particular foi identificada até então. Em inúmeros locais a seqüência das exposições encontra-se prejudicada por Coberturas Cenozóicas que se concentram nos interflúvios, e por intrusões de rochas básicas, cujo corpo mais expressivo ocorre em Barão Geraldo, a norte de Campinas (Figura 2).

A seqüência estratigráfica do Subgrupo Itararé na área, foi subdividida por SAAD (1977) em três intervalos bioestratigráficos denominados microflora I, II e III, da inferior para a superior. Por esta divisão, as assembléias fósseis marinhas de Capivari (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; MENDES, 1952; ROCHA-CAMPOS, 1966) e Hortolândia (SAAD, 1977; ROCHA-CAMPOS & ROSLER, 1978) e a flora fóssil de Monte-Mor (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; MILLAN, 1972, 1974, 1975)

FIGURA I

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA MAPEADA
E REGIÃO VIZINHA

LEGENDA

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- Cidades
- ==== Rodovias pavimentadas principais
- Rodovias pavimentadas secundárias
- + Estrada de Ferro
- ~ Hidrografia
- Área estudada

CONVENÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

212	Colinas amplas
213	Colinas médias
232	Morrotos alongados paralelos
234	Morrotos alongados e espigões
242	Morros de topos Achatados, Mar de
243	Morros, Morros com Serras Restritas
245	Morros, Morros com Serras Restritas
251	e Serras Alongadas.

0 10 20 30 40 50km

ESCALA

que ocorrem na região em estudo, situa-se no intervalo médio. Outras ocorrências fósseis são citadas por diversos autores, entre os quais a de lamelibrânquios na Via Anhanguera, a norte do Rio Piracicaba (BARBOSA & GOMES, 1958) e a de restos vegetais em diversas partes da área (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; BARBOSA & GOMES 1958; IGG, 1966), que não foram confirmadas, embora seja frequente a ocorrência de fragmentos vegetais em toda a sequência.

A área de trabalho encontra-se mapeada por trabalhos regionais que remontam a década de quarenta (Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, 1942; IGG, 1947, 1963, 1966, 1974; ANDRADE & SOARES, 1971; CPRM, 1979; IPT, 1981b; DAEE-UNESP, 1979, 1981, 1982), cuja revisão (Figura 2) permite observar diferentes critérios de mapeamento da Formação Tatui, das rochas básicas, das Coberturas Cenozóicas e das falhas. Além dos mapas referidos, há diversos trabalhos estratigráficos regionais que incluíram a quadrícula de Campinas, como os trabalhos de ALMEIDA & BARBOSA (1949), BARBOSA & GOMES (1958), SOARES (1972), SAAD (1977), SANTOS (1979), LANDIN & SOARES (1979), FIORI & COTTAS (1980) e COTTAS *et alii* (1981), em que apresentam os mais diferentes pontos de vista em relação às interpretações paleoambientais para a unidade em estudo.

Além desses trabalhos, dentro e próximo à área, há ainda, trabalhos com abordagem específica, como as descrições de afloramentos interpretados como vales pré-glaciais (MELFI & BITTENCOURT, 1972; FULFARO *et alii*, 1971), pavimentos de seixos ("boulder pavements") (ROCHA-CAMPOS *et alii*, 1976), sedimentos eólicos (BJORNBORG *et alii*, 1965), turbiditos (COTTAS *et alii*, 1981) e sedimentos costeiros (STEVAUX *et alii*, 1983); estudos sobre seixos de diamictitos (LANDIN & CARMO, 1972), matriz de diamictitos (LANDIN & BARROS, 1972) e fácies de diamictitos (SANTOS, 1979); e descrições sumárias de sondagens para água subterrânea (MEZZALIRA, 1958).

FIGURA 2 Mapas Geológicos Regionais da Área Mapeada

CAPÍTULO 3

GEOLOGIA DO SUBGRUPO ITARARÉ EM SÃO PAULO

3.1. Classificação e Nomenclatura

O termo Tubarão (WHITE, 1908), foi utilizado em Santa Catarina para denominar as rochas com evidência glacial e contendo carvão, agrupadas sob as denominações de "Folhelho Palermo", "Folhelho e Arenitos Rio Bonito", "Conglomerado Orleans (glacial)", e "Areias Amarelas e Folhelhos" (Figura 3). A seqüência glacial foi denominada de Série Itararé por OLIVEIRA (1916, 1917, 1930) e ROCHA CAMPOS, (1967) e a pós-glacial de Arenito Tatui por PACHECO (1927), enquanto que o Grupo Guatã, formado pelas "Camadas" Palermo e Rio Bonito, surgiu do trabalho de GORDON JR. (1947), que pôs fim à tentativa de MORAES REGO (1936) de utilizar o termo "Série Itararé-Tubarão" para toda a seqüência.

A partir de PETRI (1964), o termo "Tubarão" passou a ser tratado pela terminologia de Grupo, depois elevado a Super Grupo em Santa Catarina (SCHNEIDER *et alii*, 1974), em substituição ao termo "Série", que se refere à unidade cronoestratigráfica. A categoria do Itararé tem sido muito discutida mas a mais aceita para São Paulo é a de Subgrupo (PETRI, 1964), que se baseia no fato de que, embora a unidade esteja indivisa, permite a identificação de diversas unidades dentro dela, conforme já foi tentado por BARBOSA & ALMEIDA (1949); ALMEIDA & BARBOSA (1953); BARBOSA & GOMES (1958) e LOCZY (1964) de maneira formal, e por SOARES *et alii* (1977), SAAD (1977), SANTOS (1979) e LANDIM & SOARES (1979), de modo informal (Figura 4).

Nesta dissertação será mantida a utilização do termo "Subgrupo" por concordarmos com a argumentação de ROCHA CAMPOS (1967) de que a unidade poderá vir a ser desmembrada em formações, assim como aceitamos a designação de Série Rio Tietê (GAMA JR. *et alii*, 1982) como unidade cronoestratigráfica que contém os sedimentos depositados no intervalo de tempo entre a instalação da bacia neopaleozóica do Paraná e o instante de deposição final dos sedimentos da Fm Irati.

AUTORES	1889 Oliveira in Petri, 1964 in Rocha Campos, 1967	1927 Pacheco	1930 Washington	1936 Moraes Rego	1949 a, b Barbosa e Almeida Almeida e Barbosa 1953	1958 Barbosa e Gomes	1964 Loczy	1964 Petri Rocha Campos 1967 UNESP-DAEE 1981	1969 Norfleet et al	1972 Soares Soares et al 1973 Soares e Landim 1974
Local	Rio Paranapanema	Itararé Sorocaba	SP	PR - SP	Rio Tietê	Rio Tietê, Piracicaba	SP	SP	SP	SP
UNIDADES	Grês Porto Feliz	Arenito Tatuí Série Glacial	Fm. Tatuí Fm. Itararé Série Tubarão	Sistema Itararé - Tubarão	Fm. Itapetininga Mb Taquaral Mb Tatuí Mb Tupi Fm. Tietê Cv Cerquilho Til Jurumirim Cv Mata Saca Fm. Gramadinho Til Mombuca Til Rolard Fm. Capivari Fm. Itu Til Elias Fausto Cv Monte Mor Til Solto	Fm. Itapetininga Mb Tatuí Mb Tupi Fm. Tietê Série Tubarão Fm. Gramadinho Série Itararé Fm. Capivari Fm. Elias Fausto Fm. Itu	Fm. Palermo Mb Taquaral Mb Tatuí Mb Tupi Gr. Guatá Fm. Itapetininga Til Pitanga Fm. Tietê Ar Cerquilho Til Jurumirim Ar Mata Saca Fm. Passinho Fm. Gramadinho Fm. Capivari Fm. Itu Gr. Itararé Til Elias Fausto Ar Monte Mor Til Solto	Fm. Tatuí Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Sub Grupo Itararé Grupo Tubarão	Fm. Tatuí Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Fm. Itararé Grupo Tubarão	Fm. Tatuí Fm. Itararé Grupo Tubarão

Schneider et al 1974	Soares et al 1977	Soad 1977 Santos 1979 Gravenor e Rocha C. 1983	Landim e Soares 1979 Fiorie Cottas 1980 Gama Jr. et al 1980 Wu et al 1980 Cottas et al 1981	Brito e Bertini 1982	Gama Jr. et al 1982	Nakano et al 1980 Ciantelli Jr. et al 1983	Fulforo et al 1984	Stevaux et al 1984	Coelano —Chong 1985	Cabral Jr. e Motta 1985
SP	Rio Tietê (SP)	SP	SP	SP	SP	Itaporanga	SP	Cerquilho	Itaporanga- Itararé	Buri
Super Grupo Tubarão Gr. Guatá Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Grupo Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Mb. Tietê Mb. Capivari Mb. Itu	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Conj. D Conj. C Conj. B Conj. A	Super Grupo Tubarão Fm. Tatuí Unidade Superior II Superior I Unidade Média Unidade Inferior	Sub Gr. Guatá Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Fm. Itararé	Série Rio Tietê Fm. E Fm. Palermo Fm. Tatuí Fm. Rio Bonito Fm. Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Fm. Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Fm. E Fm. Palermo Fm. Rio Bonito Fm. Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Fm. Rio Bonito Fm. Itararé	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Unid. V Unid. IV Unid. III Unid. I, II	Grupo Tubarão Fm. Tatuí Unid. D Unid. C Unid. B Unid. A

FIGURA 3 Classificação e Nomenclatura do Subgrupo Itararé em São Paulo

3.2. O Grupo Tubarão no Estado de São Paulo

O Grupo Tubarão é composto pelo Subgrupo Itararé e pelas Formações Aquidauana e Tatui (SOARES & LANDIM, 1973; SOARES *et alii*, 1974). A situação do conhecimento atual do Subgrupo Itararé (Figuras 3 e 4), é comparável ao estágio em que se encontrava a unidade no Estado de Santa Catarina no final da década de sessenta, ou seja, depois de algumas tentativas baseadas na ocorrência de "tilitos" ou na ocorrência de camadas marinhas, as propostas de subdivisão passaram a ser feitas com base nos mapeamentos faciológicos regionais.

BARBOSA & ALMEIDA (1949) foram os pioneiros na proposição de unidades para a subdivisão do glacial (Figura 3) vindo a mapear a ocorrência das Formações Gramadinho, Tietê e Itapetininga ao sul da folha de Piracicaba (ALMEIDA & BARBOSA, 1953). Tanto essa proposição como a sua modificação apresentada por BARBOSA & GOMES (1958), não apresentaram aplicação efetiva porque se basearam no pressuposto de que os "tilitos" tinham expressão regional.

A proposta de LOCZY (1964) retomou a subdivisão original de BARBOSA & ALMEIDA (1949) para modificá-la e estabelecer uma correlação entre as Formações Palermo e Itapetininga, e entre a Formação Passinho e as Formações Capivari e Gramadinho. Essa proposta também não teve aceitação por incorporar os problemas da antecessora, além de considerar os níveis marinhos como regionalmente contínuos.

Os levantamentos de perfis efetuados por SAAD (1977) e o mapeamento sub-regional realizado por SOARES *et alii* (1977) trouxeram duas propostas diferentes para a subdivisão litoestratigráfica do Subgrupo. SAAD (1977), propôs uma subdivisão em quatro unidades (Figura 3), caracterizadas por clásticos grosseiros e diamictitos (A e C), e por Clásticos finos (B e D) que tem sido utilizada em trabalhos de caracterização faciológica (SANTOS, 1979; GRAVENOR & ROCHA CAMPOS, 1983) ou de interpretações tectônicas (SAAD *et alii*, 1979). SOARES *et alii* (1977), propuseram uma divisão triplíce (Figura 3), em que as litologias arenosas predominam na unidade basal e de topo, e as argilosas na intermediária. Esta proposta foi modificada e reaplicada por LANDIM & SOARES (1979); (Figura 3) para o mapeamento do Grupo Tubarão em todo o Estado (Convênio

[illegible]

DAEE-UNESP, 1979), parcialmente publicado no Mapa Geológico de Região Administrativa V (DAEE-UNESP, 1981) cujas descrições e interpretações foram publicadas por FIORI & COTTAS (1980), GAMA JR. *et alii* (1980), WU *et alii* (1980) e COTTAS *et alii* (1981).

O recente trabalho de CAETANO-CHANG (1985), propôs a sub-divisão do Subgrupo Itararé em cinco unidades estratigráficas informais na região de Itararé a Itaporanga, com base em perfis de superfície levantados em estradas locais. A unidade I compõe-se por arenitos fluviais, mas não se apresenta de forma contínua em toda a região, e as unidades II, III, IV e V, compõem-se respectivamente por diamictitos e arenitos, arenitos, arenitos e sedimentos finos, e sedimentos finos com diamictitos. Estas unidades são resultado de análise estratigráfica prévia e a autora considera que sua utilização só possa ser efetivada após mapeamentos de campo.

A par dos trabalhos litoestratigráficos desenvolveram-se trabalhos faciológicos onde se incluem os de SOARES *et alii* (1977), e de LANDIM & SOARES (1979), e mais recentemente, os trabalhos de NAKANO *et alii* (1982), publicados por CABRAL JR. *et alii* (1983) e CIANTELLI JR. *et alii* (1983), o de CAETANO-CHANG & LANDIM (1983), o de STEVAUX *et alii* (1984), CAETANO-CHANG (1985), CABRAL JR. & MOTTA (1985), além dos já mencionados SANTOS (1979) e GRAVE NOR & ROCHA CAMPOS (1984).

SOARES *et alii* (1977) reconheceram quatro associações litológicas ocorrentes nos membros Tietê e Capivari (Figura 3). A associação I é constituída por arenitos variando de conglomeráticos a muito finos, estratificação cruzada, siltitos arenosos com laminação plano-paralela e marcas de ondas, calcário cinza e carvão. A associação II é caracterizada por arenitos e diamictitos arenosos, lamitos maciços e ritmitos. A associação III é formada por siltitos e arenitos muito finos, bem selecionados, marcas de ondas e microlaminação cruzada, à vezes com intercalação de folhelhos e com granodecrêscencia ascendente. A associação IV apresenta arenitos maciços ou com marcas de ondas, marcas de sola e aleitamentos gradativos, interacamados com ritmitos e lamitos conglomeráticos com marcas de onda, micro-cruzadas e laminação contorcida (Figura 4).

O trabalho de LANDIM & SOARES (1979) distinguiu diferentes conjuntos faciológicos para diferentes regiões de Estado (Figura 3 e 4). Na bacia do Rio Paranapanema (WU *et alii*, 1980), a u

nidade superior compõe-se por siltitos e arenitos muito finos, limpos, com marcas de onda, arenitos finos a médios feldspáticos com estratificação cruzada; a unidade de média é formada por siltitos e arenitos muito finos, limpos laminação plano-paralela, ritmitos, folhelhos e lamitos arenosos conglomeráticos. A inferior é composta por arenitos médios a finos, com bolsões conglomeráticos, estratificação cruzada, lamitos arenosos conglomeráticos maciços ou gradados, às vezes deformados.

Na bacia do Rio Tietê, GAMA JR. *et alii* (1980), caracterizaram a unidade superior por arenitos grosseiros, que variam de finos a conglomeráticos, mal selecionados com estratificação cruzada, diamictitos polimíticos maciços, siltitos e arenitos finos com laminação plano-paralela. A unidade média foi descrita por arenitos muito finos, argilosos, intercalados em siltitos e lamitos bem laminados dobrados, diamictitos lamíticos. A unidade inferior, por sua vez, é composta por arenitos maciços e estratificados, grosseiros, lenticulares, associados a ritmitos cinza.

O Subgrupo Itararé foi caracterizado na bacia do Rio Mogi-Guaçu por FIORI & COTTAS (1980) e COTTAS *et alii* (1981) como tendo diamictitos maciços intercalados por arenitos e siltitos (Itararé I) e diversos tipos de arenitos com estratificação cruzada, intercalado por siltitos e argilitos (Itararé II) na unidade superior e diamictitos de matriz argilosa, siltitos e arenitos com estratificação plano-paralela e camadas dobradas e contorcidas frequentes na unidade média.

Os trabalhos desenvolvidos pelo IPT para o Pró-Minério para a pesquisa de carvão na área de Itaporanga, resultou no mapa faciológico da Serra dos Pais (NAKANO *et alii*, 1982), (Figura 4), onde a unidade D (base da Fm Tatui) é formada por siltitos bioturbados e arenitos muito finos com micro-cruzadas, assentados sobre siltitos e siltitos arenosos esverdeados; a unidade C por uma alternância de arenitos médios, grosseiros na base, com estratificação cruzada, diamictitos, siltitos margosos e calcário; a unidade B por arenitos finos com estratificação de pequeno porte, sotoposta a lamito com grânulos e seixos esparsos; e a unidade A por folhelhos e lamitos cinza, contorcidos, sobrepostos por arenito muito fino a siltico, intercalado por lamitos. As unidades faciológicas que ocorrem abaixo do conjunto descrito, foram interpretadas pe

los autores, porém estão melhor descritas no trabalho de CAETANO-CHANG & LANDIM (1983).

O levantamento de perfis efetuado por CAETANO-CHANG & LANDIM (1983), reconheceu três associações genéticas (Figura 4), das quais a unidade A é formada por siltitos e arenitos muito finos, laminação plano-paralela, bioturbados, lamitos arenosos e folhelhos; a B por arenitos finos a muito finos, laminação ondulada e micro-cruzada, estruturas de escorregamento, arenitos finos a médios, limpos, estratificação cruzada de pequeno a médio porte; e a C por arenitos médios, limpos, estratificações cruzadas de médio porte, clastos de argila, e arenitos finos a médios regularmente selecionados, estratificação cruzada em abundância.

A pesquisa de carvão Cerquilho proporcionou o estudo faciológico de subsuperfície relatada por STEVAUX *et alii* (1985) que identificaram nove fácies, das quais as três superiores (os lamitos verdes carbonáticos - F9; os arenitos finos limpos, esverdeados e maciços - F8; e os lamitos vermelho e verdes e calcáreos com "birdes eyes" F7), pertencem à Formação Tatuí; as fácies lamito arenoso vermelho bioturbado (F6), arenitos com granodecrescência ascendente e estratificação cruzada (F5), arenito lamítico conglomerático carbonoso (F4), siltito carbonoso e carvão (F3), arenito fino a siltito com marca de ondas e de fluidização (F2), à Formação Rio Bonito; e os lamitos argilosos conglomeráticos, fluizados e deformados por micro falhas e dobras convolutas (F1) à Formação Itararé.

A análise estratigráfica realizada por CAETANO-CHANG (1985) complementando o trabalho anterior (CAETANO-CHANG & LANDIM, 1983) permitiu reconhecer as seguintes fácies genéticas: arenitos de finos a conglomeráticos com estratificação cruzada (fácies II 1), que compõe a unidade I. As fácies diamictitos maciços, ligeiramente retrabalhados, intercalados por corpos acanalados (II 2), diamictitos maciços e acamados, intercalados por canais e corpos tabulares de arenito e laminitos folhelhóides com ostracóides (II 3), diamictitos lamíticos (II 4), arenitos com granodecrescência ascendente (II 5), ritmitos e lamitos laminados (II 6), arenitos diamictíticos (II 7), compõem a unidade II. Já a unidade III é composta por ritmitos (R 1), arenitos maciços acamados, deformados, em corpos inclinados (R 2), arenitos finos, acamados, grada

dos, em corpos sigmóides e lenticulares (R 3). A unidade IV, por sua vez, é formada por siltitos laminados, bioturbados, com nódulos de pirita, vitrênio e calcáreo e fósseis marinhos (IT 1), folhelhos, lamitos maciços e laminitos laminados, em granodecrescência ascendente (IT 2), arenitos finos, limpos, em corpos tabulares lobados de base convexa, com contato inferior abrupto, afetado por diápiros (IT 3), arenitos médios bem selecionados, laminação cruzada, deformados (IT 4), arenitos médios mal selecionados, em ciclos de granodecrescência ascendente, estratificação cruzada e plano-paralelo (IT 5), diamictitos interacamados por conglomeráticos, arenitos e siltitos (IT 6), arenito fino matriz siltica, estratificação cruzada, deformado por diápiros (IT 7). Por fim, a unidade V apresenta lamitos folhelhóides e folhelho cinza, com dobras convolutas (SP 1), lamitos arenosos superpostos por lamitos, diamictitos, arenitos muito finos, lamitos levemente conglomeráticos (SP 2), arenitos silticos intercalados por folhelhos, superpostos por siltitos e arenitos muito finos com laminação plano-paralela e "ripple drift" (SP 3), arenitos grosseiros, estratificação cruzada e depósitos residuais (SP 4), siltitos e lamitos cinza claro com calcáreo micrítico siltoso com ostracóides, algas, bioturbação e "birds eyes" (SP 5).

Os trabalhos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para a SICCT/PROMINÉRIO, em Buri, resultaram entre outros trabalhos, na análise estratigráfica apresentada por CABRAL JR. & MOTTA (1985). Neste trabalho foram reconhecidas quatro unidades no Subgrupo Itararé, a partir da porção média da parte inferior do Subgrupo.

A unidade A é constituída por siltitos maciços ou com laminação ondulada, paralela, ou microcruzada, bioturbada e arenitos muito finos, limpos com laminação cruzada de baixo ângulo microcruzada e ondulada. A Unidade B compreende seqüências em granodecrescência ascendente com conglomerados e arenitos com estratificação cruzada, siltitos maciços ou com laminação disrupta e bioturbada e níveis de carvão. A Unidade C apresenta uma seqüência pelítica (siltitos, lamitos, ritmitos, diamictitos) intercalada por siltitos e arenitos bioturbados na base, e arenitos finos, limpos, com micro estratificação cruzada e ciclos de granodecrescência ascendente a partir de conglomerados até siltitos com carvão, no to

po. A Unidade D é formada por siltitos, folhelhos, diamictitos, arenitos muito finos, intercalados por ciclos em granodecrescência ascendente com conglomerado, arenitos grosseiros e médios e diamictitos arenosos com estratificação cruzada.

SAAD (1977), e depois SANTOS (1979), ao estudarem as fácies dos diamictitos e rochas associadas, descreveram a composição e posição estratigráfica das assembléias faunísticas do Subgrupo Itararé. Citam foraminíferos arenáceos em matriz lamítica silto-arenosa, ocorrentes em Araçoiaba e Capivari, tasmanites associados em diamictitos ocorrendo em várias localidades, no topo do Subgrupo (unidade D), além de invertebrados diversificados ocorrendo em Capivari, Hortolândia e Itaporanga. SANTOS (1979) descreve ainda diversas estruturas, tais como feições cuneiformes de arenito, estruturas alongadas moldadas, concentrações lineares de seixos. Algumas dessas estruturas são discutidas por GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983), que mencionam ainda, canais preenchidos sobre o embasamento, e descrevem dobras fechadas e falhas de rejeito métrico afetando diamictito e arenito.

As interpretações resultantes desses mapeamentos e levantamentos de perfis são bastante diversificados e frequêntemente contraditórias quando comparadas entre si. Apesar disso, o quadro geral do Subgrupo Itararé é o seguinte (Figura 4):

SAAD (1977) e SANTOS (1979) interpretam as regiões a norte e a sul (arco de Ponta Grossa), como fonte de sedimentos, com predomínio de áreas marinhas para oeste do Estado, e incursões esporádicas que atingiram Hortolândia, Capivari, Araçoiaba, Gramadinho e Itaporanga, onde se instalaram em condições litorâneas e sublitorâneas em plataforma externa à calota de gelo. A "moutonée" de Salto, o "drumlin" de Sorocaba, os pavimentos de clastos de Monte Mor e Jurumirim, indicam ação direta do gelo, cujo movimento foi para noroeste. Os "eskers", os pseudomorfos de cunhas de gelo Gramadinho e da Rodovia Castelo Branco, além de diversas formas de crioturbação indicam a proximidade da frente glacial à época de sua formação. A ocorrência cíclica de depósitos continentais e marinhos é explicada pela deposição glacial continental, seguida de ingressão marinha por época degelo e retomada de deposição continental quando se processa o soerguimento isostático devido a retirada do gelo.

GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983) consideram como registro de ação direta de gelo, o vale glacial com til de alojamento na Rodovia Castelo Branco, Viaduto Dona Catarina e a ocorrência de til de fluxo na Rodovia Salto-Rio das Pedras após Capivari.

LANDIM & SOARES (1979) concluíram que a porção inferior do Subgrupo apresentou área sem deposição a nordeste do Estado, condições continentais (lacuste e flúvio glaciais) no sul, e um embaciamento no centro leste (marinho profundo); tais condições foram substituídas por extensa plataforma sob influência glacial, com domínio de ondas a sul e centro leste e atividades fluviais e flúvio-glaciais a nordeste, flúvio glacial e litorânea no centro leste e litorânea e deltáica a sul (GAMA JR. *et alii*, 1980; WU *et alii*, 1980; COTTAS *et alii*, 1981).

Os demais trabalhos mencionados identificam sistemas deposicionais em áreas mais ou menos localizadas. Diversos sistemas deltáicos alimentados por fonte, sob influência glacial, desenvolvidos em corpos marinhos também sob influência glacial, foram identificados na parte média e superior do Subgrupo. Na região de Itaporanga, CAETANO-CHANG & LANDIM (1983), identificaram um sistema deltáico cujo prodelta são os siltitos que contêm a fauna Itaporanga, e CIANTELLI JR. *et alii* (1983) identificaram um segundo sistema deltáico superposto ao primeiro, na Serra dos Pais; CAETANO-CHANG (1985) denominou a ambos, respectivamente, de Sistema Deltáico Itaporanga com intensa progradação da costa, e Sistema Deltáico Serra dos Pais, um sistema costeiro com freqüentes "crevasses" nos distributários. Na Região de Buri, CABRAL JR. & MOTTA (1985); identificaram um sistema deltáico com forte influência fluvial (unidade B), que teve como prodelta os sedimentos da unidade A. Na bacia do Rio Tietê, SOARES *et alii* (1977) interpretaram um sistema deltáico de proporções subregionais com lobos que progrediram em uma bacia aberta para oeste, e STEVAUX *et alii* (1984, 1985) identificaram um lobo com proporções locais, com mergulho deposicional para nordeste. Além destes trabalhos, FULFARO *et alii* (1984) fazem rápida menção aos lobos deltáicos afogados pela denominada "transgressão Palermo".

Outros sistemas deposicionais foram identificados no sul do Estado por CAETANO-CHANG (1985)*, que interpreta uma sucessão demarcada pela porção distal de leques aluviais na base, super

posta por um sistema supra-glacial marginal que é encoberto por um sistema de planície de "outwash", e esta, por sua vez, por um sistema de plataforma que é assoreado por uma frente deltáica tipo "flysh" antes de se desenvolverem os sistemas deltáicos mencionados. ROCHA-CAMPOS & SUNDARAM (1981), descrevem um sistema lacustre pró-glacial em Itu. Para a mesma região, SOUZA FILHO & STEVAUX (1984) interpretaram um sistema de leques subaquosos que é superposto por um complexo deltáico frequentado por glaciares, encerrado por um sistema deltáico costeiro, que persiste até ser coberto pelos siltitos plataformais da Formação Tatuí. CABRAL JR. & MOTTA (1985) apresentam uma evolução para a região de Buri. Na qual um sistema plataformal é atalhado por um sistema deltáico com forte influência fluvial a que nos referimos, que por sua vez é afogado por um sistema de plataforma com incursões de frentes deltáicas, banas costeiras e lobos deltáicos; o encerramento da sequência é realizado por um sistema de leques costeiros.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

O mapeamento geológico, como método científico, obedece estágios preceituados pela metodologia científica. A sequência de desenvolvimento dos trabalhos de mapeamento é discutida por muitos autores, mas, sem dúvida, o mapeamento sistemático da Bacia do Paraná realizado pela Petrobrás, originou uma sequência de trabalhos padrão. Os passos fundamentais desta sequência são: análise de dados bibliográficos, fotointerpretação geológica e trabalho de campo, conforme pode-se observar nos trabalhos de ANDRADE & SOARES (1970, 1971) e VIEIRA (1973), entre outros.

Os trabalhos de mapeamento geológico no Subgrupo Itararé, requerem uma abordagem diferente da tradicional em virtude da reconhecida complexidade da unidade. Em substituição aos referidos métodos, diversos autores procuraram trabalhar com conjuntos litológicos como TOMMASI (1973) o fez em Santa Catarina, SOARES e Talli (1977) na região de Tietê, LANDIM & SOARES (1979) em todo o Estado de São Paulo, e FIORI & LANDIM (1980) na região de São Sebastião do Paraíso, quando mapearam a Formação Aquidauana.

A sequência adotada para o mapeamento faciológico aqui apresentado, envolve três passos: um mapeamento litoestratigráfico, em que são mapeados conjuntos litológicos; um mapeamento estrutural, para o reconhecimento de estruturas tectônicas da área de trabalho; e um mapeamento faciológico, que permite o entendimento das relações entre as fácies componentes dos conjuntos litológicos reconhecidos. Cada uma destas etapas exigem revisão bibliográfica, fotointerpretação e campo.

4.1. Mapeamento Litoestratigráfico

O mapeamento dos conjuntos litológicos compreende a cartografia dos principais corpos de rocha que podem ser individualizados. Corresponde aos trabalhos básicos para o estabelecimento de referências geológicas para uma região. É denominado litoes

tratigráfico porque discrimina os corpos unicamente em função de suas características litológicas.

A análise da extensa bibliografia disponível sobre o assunto resultou no quadro geológico do Subgrupo Itararé apresentado nas Figuras 3 e 4, e permitiu observar que a sequência estratigráfica para a área de trabalho inicia-se por rochas cristalinas, superpostas pelo conjunto heterogêneo do Subgrupo Itararé, que é coberto pela Formação Tatui. Todo este conjunto apresenta-se falhado, introduzido por sils e diques de rochas básicas, e encobertos por sedimentos inconsolidados de coberturas de espigão, de vertente e de fundo de vale. Tal quadro geológico permitiu a elaboração de modelo, fotointerpretativos (Figura 5) a serem utilizados em fotografias 1:60.000. Os modelos baseiam-se no método de SOARES & FIORI (1976), embora estejam modificados principalmente no que diz respeito à fotointerpretação.

O objetivo da fotointerpretação foi o de separar as principais zonas fotolitológicas, inferir seu caráter litológico e a sua forma espacial. Os modelos fotointerpretativos utilizados (Figura 5), prevêem as diversas possibilidades de relações de contato, atitudes e características litológicas do referido grupo de rochas aflorantes na área de trabalho.

Os trabalhos de campo foram realizados em duas fases: reconhecimento e levantamento sistemático. O reconhecimento regional teve objetivo de propiciar a familiarização do autor com os tipos litológicos, a identificação dos conjuntos litológicos e sua posição estratigráfica. A maneira de se conseguir estas informações, foi por meio de levantamento expedito ao longo da Rodovia Anhanguera (SP 330), Bandeirantes (SP 348), Rodovia do Açúcar (SP 308), Campinas-Capivari (SP 101) e Americana-Piracicaba (SP 304).

O levantamento sistemático compreendeu a descrição de mais de 400 afloramentos, representados em perfis verticais, e com as formas dos corpos, seu conteúdo litológico e suas estruturas sedimentares identificadas.

A fotointerpretação definitiva utilizou fotografias 1:35.000 (Terrafoto, 1978), nas quais foram colocadas as informações obtidas em campo. Os mapas litoestratigráficos foram preparados em folhas 1:50.000 e, após revisões posteriores, reduzidos à escala 1:100.000 (Figura 49).

4.2. Mapeamento Estrutural

Os trabalhos desenvolvidos no mapeamento litoestratigráfico, demonstraram a necessidade da utilização de métodos que dispensassem informações de campo, visto que pouco foi obtido a nível de afloramento, face às dificuldades semelhantes às interpretadas por SAAD (1977). A nível regional as dificuldades estão relacionadas às coberturas inconsolidadas, à grande espessura e variabilidade da unidade, que não fornece níveis guia para trabalho regional.

O material bibliográfico disponível constitui-se de mapas geológicos regionais (1:250.000), imagens de sensores remotos e as observações de outros autores sobre o assunto. As informações geofísicas ou de poços, quando existentes, são de má qualidade. Em face destas situações, procurou-se analisar os dados sobre a unidade no Estado de São Paulo, em seguida observar o comportamento da base e todo do Subgrupo Itararé por meio de mapa de contorno estrutural e por fim obter dados estruturais da faixa de afloramentos por meio de análise morfoestrutural.

As informações estruturais presentes na literatura tratam do comportamento espacial de unidades estratigráficas mais recentes que o Subgrupo Itararé, que apresentam diversos tipos de estruturas tectônicas (SOARES, 1974), ou das variações de espessura da unidade em questão ao longo do Estado de São Paulo (LANDIM, 1973), ou de unidades internas a ela na faixa de afloramento paulista (SAAD, 1977; SAAD *et alii*, 1979).

4.2.1. Mapa de Contorno Estrutural

As curvas de contorno estrutural foram obtidas a partir de informações geológicas presentes em mapas 1:250.000. Os mapas utilizados foram as falhas de Campinas, do Projeto Sapucaí (CPRM, 1981) e a do convênio DAEE-UNESP (DAEE/UNESP, 1982).

As linhas que são denominadas "curvas de contorno estrutural", são obtidas pela ligação de pontos de mesma cota de uma superfície. O processo de elaboração prevê a obtenção das cotas na superfície de referência, o que é seguido pela interpolação de curvas equidistantes. Essas curvas representam, portanto, as direções

da superfície, reconstituindo o relevo atual dela. O processo seguido para a obtenção dos pontos cotados utilizou mapas geológicos e topográficos na seguinte sequência:

- Transcrição do mapa geológico para folha transparente indeformável, com atenção principal para a área de ocorrência da superfície de interesse (base e topo da unidade).

- Ajuste da folha transparente com os dados geológicos à folha topográfica de mesma escala.

- Obtenção de pontos cotados, localizados na intersecção da linha de contato com as curvas de nível.

- Interpolação das curvas de contorno estrutural, obedecendo-a e ao princípio de que a curva deve estar em área de ocorrência da unidade subjacentes nos pontos em que a topografia tenha cota menor que a sua própria.

4.2.2. Análise Morfoestrutural

A análise morfoestrutural é um conjunto de técnicas de fotointerpretação que permite a interpretação de estruturas tectônicas por meio da análise das formas de relevo e drenagem, com a utilização de modelos geomorfológicos obtidos em áreas de geologia bem conhecida. Essa metodologia foi introduzida no Brasil por PONTE (1969), e desenvolvida inicialmente para a pesquisa de petróleo. Durante a década de setenta seu uso ficou restrito a pesquisas acadêmicas, com os trabalhos de FIORI & SOARES, (1974) e CASTRO (1978), vindo a ser retomada com a reativação da pesquisa de petróleo na Bacia do Paraná, que resultou nos trabalhos de SOARES *et alii* (1981a, 1981b, 1982), e na Bacia do Amazonas (MIRANDA, 1983).

As etapas de desenvolvimento da análise morfoestrutural segue os passos da interpretação lógica, em que a fotoleitura consiste na aquisição de dados; a fotoanálise a manipulação destes e a fotointerpretação a aplicação de modelos fotogeológicos para a obtenção de informações estruturais. O tipo de elemento textural utilizado pela fotoanálise, determina o caráter do trabalho, se análise morfoestrutural de drenagem ou se de relevo.

4.2.2.1. Análise Morfoestrutural da Drenagem

O uso dos elementos texturais de drenagem para a interpretação estrutural, foi tentando inicialmente pelo tratamento estatístico dos traços de fratura por NORTHFLEET *et alii* (1971), depois por FIORI & SOARES (1974), CASTRO (1978) e posteriormente pelo uso de formas assimétricas, anelares e radiais por SOARES *et alii* (1981a, 1981b, 1982) e MIRANDA (1983). As lineações de drenagem dão informações a respeito dos sistemas de falhas e de fraturas, e podem identificar altos e baixos estruturais; as formas anelares e radiais permitem interpretações a respeito das atitudes e de altos e baixos estruturais.

A análise morfoestrutural desenvolvida para a quadrícula de Campinas utiliza as lineações de drenagem, as formas de assimetria e as formas anômalas (radiais e anelares), obtidas em fotografias aéreas 1:60.000. A fotoleitura desenvolveu-se na sequência que se segue:

- extração da rede de drenagem em estereoscópios de espelho Wild.
- transferência da drenagem para folhas 1:90.000.
- redução para a escala 1:130.000.

A fotoanálise consiste na identificação dos elementos texturais e estruturais mencionados, classificados segundo SOARES *et alii* (1981a). O roteiro seguido foi: preparação do mapa de lineações de drenagem colocando-se papel transparente sobre o mapa de drenagem; identificação de alinhamentos de drenagem e zonas homólogas unidirecionais; preparação do mapa de assimetria e identificação dos graus de simetria entre afluentes dos trechos lineares selecionados conforme a classificação de SOARES *et alii*, (op cit), preparação do mapa de formas anômalas, classificando-as segundo o referido autor.

A fotointerpretação atribuiu significado estrutural às formas obtidas pela fotoanálise, pelo uso de modelos fotointerpretativos indicados por SOARES *et alii* (1981a, 1981b, 1982), por MIRANDA (1983) e pelos modelos enunciados:

- Os alinhamentos de drenagem com encosta abrupta com elementos de drenagem curtos, contraposta a encosta suave com elementos longos, são interpretados como traços de falhas de alto

ângulo, com blocos respectivamente altos e baixos.

- As formas anelares associadas a formas assimétricas e radiais, indicam que o padrão regional de distribuição de drenagem está afetado por altos e baixos estruturais, cujo caráter é de finido por elementos de assimetria.

4.2.2.2. Análise Morfoestrutural do Relevo

As formas de relevo permitem interpretações estruturais pelo uso de lineações e alinhamentos, ou pela classificação das formas assimétricas (SOARES *et alii* 1981a), pelo uso de superfície de tendência aplicados a dados altimétricos (PONTE 1969). Outra possibilidade é a de se utilizar tres pontos cotados por fotogrametria para a identificação da atitude local da superfície de referência.

As variações de atitudes dos corpos litológicos foram identificadas meio da determinação das diferenças de altura entre três pontos não alinhados situados nas quebras negativas obedecendo-se o seguinte roteiro:

- traçado de quebras negativas e paralelas com estereoscópio de 12 aumentos (Interpretoscópio tipo B da Zeiss).

- localização de três conjuntos de pontos por fotografia com "calque", em local de fácil localização da quebra com pontos distantes entre 1 e 2 cm (390 a 700 m) sem falha entre eles.

- obtenção da cota por aerofotogrametria

. obtenção da altura de vôo.

. leitura da distância entre os centros das fotos (dc) com precisão de centésimo de milímetro.

. leitura dos valores de paralaxe dos pontos com três repetições.

. cálculo da diferença de altura entre os pontos pelo uso da fórmula:

$$dH = \frac{H \cdot dp_x}{fb + dp_x} \quad \text{onde}$$

dH: diferença de altura
H: altura de voo
dp_x: diferença de paralaxe
fb: fotobase ajustada (fb=dc - px)

- obtenção da atitude da superfície definida pelos três pontos.

- . medição das distâncias entre os pontos com régua de cristal (0,1 mm).

- . obtenção da direção pela união do ponto de cota intermediária com o ponto de mesma cota obtida pela interpolação dos pontos restantes.

- . obtenção do mergulho pela razão entre a altura do ponto intermediário e a menor distância no plano horizontal entre a reta que estabelece a direção e o ponto de cota mínima.

- traçado das atitudes nas fotografias aéreas.

- transferência das atitudes para as folhas topográficas.

4.3. Mapeamento Faciológico

Definidos os principais conjuntos litológicos e as estruturas que os afetam tornou-se necessário uma análise faciológica preliminar para que fosse possível estabelecer o relacionamento entre as fácies componentes das unidades litológicas e a interpretação dos processos responsáveis por elas e a recriação da paleogeografia local.

Os trabalhos de VISCHER (1965), FISCHER & GOWEN (1969) e SELLEY (1982) entre outros ressaltam a importância do uso de perfis colunares para a reconstrução ambiental e a identificação de modelos deposicionais. O Grupo Tubarão vem sendo estudado por meio de perfis colunares, mas a maior parte desses estudos os utilizam para interpretações litológicas ou tectônicas (SOARES, 1972; SAAD, 1977; SANTOS, 1979; SAAD *et al*, 1979; GRAVENOR e ROCHA-CAMPOS, 1983; CANUTO, 1985). Outros autores entretanto os utilizam para a identificação do motivo deposicional como é o caso de FIORI e LANDIM (1980), POPP (1983), FRANÇA e CALDAS (1983), NAKANO *et al* (1982), CAETANO-CHANG e LANDIM (1983), STEVAUX *et al* (1984 e 1985), SOUZA FILHO e STEVAUX (1984), CAETANO-CHANG (1985), CABRAL JR. e MOTA (1985).

Os trabalhos de MIALL (1977, 1978) propõem a incorporação do uso de um código de fácies à descrição de perfis verticais,

após o que seu uso vem se tornando comum na literatura internacional, a ponto de uma proposta de um código para diamictitos ter sido proposta por EYLES e EYLES (1981) e EYLES *et al* (1983), e utilizado posteriormente por EYLES e EYLES (1984a e b).

O uso dos perfis verticais e do código de fácies é aplicado a dados obtidos em sondagens ou em perfis de campo montados em seções colunares. Os principais problemas oferecidos por seções de superfície são a obliteração de estruturas pela alteração e pela interrupção da sequência vertical pela ausência de afloramentos, mas favorecem a identificação da forma, orientação e dimensões dos corpos.

Os trabalhos de campo foram novamente retomados para efetuar trabalho em detalhe nas áreas desprovidas de cobertura, nas proximidades de Limeira no norte de Capivari, na área entre Santa Bárbara do Oeste Piracicaba e Iracemápolis, e no vale do Rio Capivari próximo a Campinas e entre Monte Mor e Capivari. Diversas áreas vizinhas como a Rodovia Campinas-Salto (SP) e a Rodovia do Açúcar (SP 308) estão sendo estudadas em projeto paralelo, mas embora sirvam de referência não serão o objeto desse trabalho.

O levantamento em detalhe cobriu todos os afloramentos das áreas referidas descritas com clinômetro e trena e representados em perfis verticais que foram correlacionados com base em sua altimetria, obtida em plantas 1:10.000, e sua posição em relação à base dos conjuntos litológicos.

As seqüências verticais obtidas foram interpretadas à luz dos modelos facirológicos das figuras que constituem seqüências ideais bastante discutidas na literatura. O código de fácies utilizado para as seqüências ideais e para as obtidas em campo é uma variação do código proposto por EYLES *et al* (1983) e MIALL (1979) e está exposto na figura 6.

CÓDIGO DE FACIES	LITOLOGIA	ESTRUTURAS SEDIMENTARES	INTERPRETAÇÃO
Dmm-Gms	Diamictitos, grãos suportados pela matriz	maciço em 90% da espessura	depósitos de fluxo de massa, til de sublimação
Dmm(r)	Diamictitos, grãos suportados pela matriz, ressedimentado	dobras de fluxo, filmes de argila, estrutura fina	depósitos de escorregamento, til de fluxo, fluidização
Dmm(c)	Diamictitos, grãos suportados pela matriz, retrabalhado por corrente	estrutura de tração	til de ablasão
Dmm(s)	Diamictito, grãos suportados pela matriz, cizalhado	clastos facetados, orientados, em pavimentos	til de alojamento
Dms	Diamictitos, grãos suportados pela matriz	estruturado em mais de 10% da espessura	til de ablasão, depósito glácio-marinho
Dms(r)	Diamictitos, grãos suportados pela matriz, rico em seixos	base erosiva, dobras, clastos acamados, filmes de argila	depósitos de escorregamento e de fluxo de lama
Dms(c)	Diamictito, grãos suportados pela matriz grosseiro, corpos clásticos	estrutura de tração, base acanalada	depósitos de fluxo de detritos
Dmg	diamictito, grãos suportados pela matriz	gradação dos clastos ou da matriz	depósitos de fluxo de detritos, turbiditos
Dmg(r)	Diamictito, grãos suportados pela matriz	gradação, inbricação de seixos	depósitos de fluxo de detritos
Gm-Dcm	conglomerado ou diamictito, suporte clástico	maciço, acamamento grosseiro, clastos embriçados	barras longitudinais, depósito residual
Ga	conglomerado	estratificação cruzada acanalada	preenchimento de canal
Gt	conglomerado	estratificação cruzada planar	leques aluviais
Sg	arenito de médio a fino a grosseiro (conglomerático)	gradado	depósitos de corrente de densidade
Sm	Arenito de fino a grosseiro	maciço	fluidização, depósitos de corrente de densidade
Sp	Arenito muito grosseiro a siltito	laminação plano paralela, lineação de partição	fluxo planar (regime de fluxo superior)
St	Arenito de médio a muito grosseiro	estratificação cruzada tabular	regime de fluxo inferior alto
Sa	Arenito de fino a muito grosseiro	estratificação cruzada acanalada	regime de fluxo inferior médio
Ss	Arenito fino a médio	estratificação cruzada sigmoidal	tração e suspensão
Sd	Arenito de muito fino a médio	marcas onduladas, micro cruzadas	regime de fluxo inferior baixo
So	Arenito de muito fino a fino a médio	marcas onduladas simétricas	oscilação
Sh	Arenito de muito fino a fino	marcas onduladas truncantes ("hummockys")	oscilação fora de fase
S_(d)	Arenito de muito fino a grosseiro	deformação plástica	depósitos de escorregamento, fluidização
Fl	Argilito, siltito, arenito muito fino	laminação plano paralela	decantação
Fr	Ritmito	alterpância litológica rítmica	decantação e fluxo de densidade em regime inferior
Fr	Siltito, arenito muito fino	marcas de ondas cavalgantes	fluxos de densidade
Fm	Siltito, argilito	maciço	fluidização, bioturbação
F_(p)	Argilito, siltito, arenito muito fino	seixos esparsos	caimento glacial ("drooping")
F_(c)	Argila carbonosa, carvão	filmes de argila, plantas	depósitos paludais
C	Calcáreo		
S	Sílex		

FIGURA 6 Código de Facies

CAPÍTULO 5

MAPEAMENTO LITOESTRATIGRÁFICO

As diversas atividades de campo e de escritório que foram mencionadas no capítulo anterior permitiram a elaboração do quadro geológico que será descrito e discutido à frente, à medida em que as informações forem sendo apresentadas.

A metodologia aplicada para este trabalho: fotointerpretação geológica, fotointerpretação estrutural, tratamento de dados bibliográficos e análise faciológica, foi sendo utilizada à medida das necessidades surgidas durante o decorrer do tempo. Uma vez realizada a fotointerpretação e os trabalhos de campo, foi necessário fazer a opção para que um determinado enfoque fosse detalhado. No presente caso os aspectos estratigráficos receberam maior atenção; no entanto a seqüência de mapeamento litoestratigráfico, mapeamento estrutural e análise faciológica é adequada para que sejam levantadas diversas hipóteses para guiar os trabalhos de maior detalhe que esperamos que sejam desenvolvidos em trabalhos futuros.

5.1. Resultados

A fotointerpretação preliminar, com fotos 1:60.000 (USAF, 1964) apresentou eficiência quanto à definição do contato da Formação Tatui com as rochas do Subgrupo Itararé, definição de corpos consideráveis de diabásio, e determinação das coberturas. No entanto, no que diz respeito à definição de pequenos corpos introsivos e de limites faciológicos de pequena expressão morfológica ou de pouco contraste de tom de cinza, as fotografias nessa escala apresentam baixa eficiência. Já as fotografias 1:35.000 (Terra Foto, 1978) compensaram a perda de informações em razão de sua maior escala e do melhor contraste e nitidez.

Os modelos fotointerpretativos utilizados obtiveram bons resultados quanto à identificação segura de diabásio, da Formação Tatuí, de rochas cristalinas e de corpos de arenitos espessos, porém não permitiram uma boa diferenciação entre lamitos e

diamictitos.

As unidades mapeadas foram a Formação Tatuí, o embasamento cristalino, as coberturas inconsolidadas de vertente e espigão (TQcve) e de fundo de vale (Qcfv), os corpos de diabásio e as unidades do Subgrupo Itararé: unidade I (Arenitos em granodécrescência ascendente), unidade II (Lamitos), Unidade III (Lamitos e Diamictitos), unidade IV (Arenitos), unidade V (Diamictitos e Arenitos), unidade VI (Arenitos com marcas onduladas) e unidade VII (Diamictitos Vermelhos).

A ocorrência de rochas cristalinas é caracterizada por áreas de tonalidade escura, alta resistência à erosão, topografia elevada (orientada e muito orientada), baixa permeabilidade. A principal dificuldade apresentada para o seu reconhecimento consiste na presença de solos espessos que se confundem com coberturas de vertente e de espigão. A área de sua ocorrência está apresentada na figura 1 com predomínio do relevo de morros.

A Formação Tatuí é muito bem caracterizada em fotografia aérea pela ocorrência de duas quebras negativas contínuas que separam zonas fotolitológicas resistentes, com tonalidade clara e com mosqueamento característico. A quebra negativa de siltitos e arenitos muito finos, com cores avermelhadas, cimento carbonáticos, com alguns níveis conglomeráticos relatados por SOARES (1972), FÚLFARO *et alii* (1984), STEVAUX *et alii* (1984 e 1985). A sua área de ocorrência apresenta relevo de colinas amplas (figura 1).

Os corpos de diabásio apresentam tons escuros indicando solos com alto teor em ferro e argila, micro-relevo marcada por ocorrência de blocos, encostas resistentes e muito resistentes embora sem cornijas. A drenagem frequentemente apresenta-se com barramento, com coberturas de fundo de vale a montante e corredeiras a jusante; encontra-se controlada por traços de fratura, com encostas abruptas associadas, e, comumente os pequenos cursos encontram-se interrompidos em charcos suspensos.

As coberturas apresentam tons muito claros, densidade de drenagem, resistência à erosão e feições de micro-relevo nulos, com largos como formas anômalas. Os depósitos de fundo de vale, com diversos níveis de terraço apresentam lagoas riniformes, e tem seu limite superior na quebra negativa mais baixa da encosta.

As coberturas de vertente e de espigão correspondem

à depósitos que constituem superfícies de baixa declividade com lagoas circulares situadas no topo dos interflúvios ocupando áreas com relevo de colinas amplas (Figura 1), ou ao longo de encostas com declividade de até 5%. As do primeiro tipo correspondem às coberturas de espigão, correlacionáveis à Formação Rio Claro, e as do segundo tipo às coberturas de vertente, mais jovens, e as vezes originárias do coluvionamento das do primeiro tipo. Ambas compreendem arenitos maciços, inconsolidados, às vezes com alguma matriz, cores amareladas ou avermelhadas, com linhas de seixos. Formam manchas isoladas nos espigões, testemunhando restos de uma superfície de agração que teve caimento de para W.

As unidades do Subgrupo Itararé mais facilmente identificáveis são os arenitos, que apresentam quebra negativa bem marcada, resistência à erosão elevada (resistente e muito resistente), permeabilidade alta e tonalidade clara. A distinção entre os diversos tipos só é feita pela sua posição estratigráfica.

Os lamitos e os diamictitos formam um conjunto caracterizado por tons médios, baixa permeabilidade, variando graus de resistência à erosão e frequentes rupturas de declive.

5.1.1. Unidades do Subgrupo Itararé

As diversas unidades mapeadas no Subgrupo Itararé formam um conjunto complexo, em que as diversas relações de contato nem sempre podem ser observadas por estarem encobertas. As regiões próximas à Campinas, Monte Mor, Limeira e Caiubi possibilitam a observação das relações entre as unidades I e II; III, IV e V; III e VI e VI e VII, permitindo a elaboração da figura 7.

5.1.1.1. Unidade I Arenitos em Granodecrescência Ascendente.

A unidade I corresponde aos arenitos que ocorrem na base do Subgrupo Itararé na região de Campinas, com secções tipo na Estrada Municipal para a Empresa Lix, na Rodovia dos Bandeirantes próximo ao pontilhão da avenida Dunlop e na estrada Campinas Capivari no pontilhão da Fepasa. Fora da área de trabalho ocorrem

(FORA DE ESCALA VERTICAL E HORIZONTAL)

--- Contato gradativo	— Contato brusco
~ Contato interdigitado	-?-?-? Relação desconhecida
~ Contato erosivo	I Unidade I

FIGURA 7:— RELAÇÕES DE CONTATO ENTRE AS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS INFORMAIS.

em Indaiatuba e em Sorocaba.

A litologia característica compreende os arenitos gradados, embora eles possam ser maciços, ou com estratificação cruzada. Outros tipos litológicos compreendem diamictitos, conglomerados e lentes lamíticas. A unidade encontra-se assentada sobre as rochas do embasamento cristalino e sobre lamitos da parte inferior da Unidade II, com os quais está interdigitado. O contato superior é gradativo com os siltitos da parte superior da Unidade II.

As principais litofácies identificadas nessa unidade são os diamictitos maciços (D_{mm} e $D_{mm(c)}$), os conglomerados com estratificação cruzada (G_t), os arenitos gradados (Ag), arenitos com estratificação cruzada (At/Ac), os diamictitos acamados ($D_{ms(r)}$) e os arenitos maciços (Am).

5.1.1.2. Unidade II Lamitos

A Unidade II corresponde a um espesso pacote de lamitos individualizados na parte inferior do Subgrupo Itararé. Os tipos litológicos característicos são os lamitos rítmicos na porção inferior e siltitos na superior. As seções-tipo afloram nos arredores do Campus II da PUC e na Rodovia dos Bandeirantes Km 96 e 97 em Campinas, e nas proximidades de Hortolândia. Fora da área de trabalho ocorrem ao sul de Indaiatuba, em Salto e em Itu onde apresenta seixos pingados.

Essas rochas encontram-se assentadas sobre o embasamento cristalino, interdigita-se em sua parte inferior com a Unidade I, a qual recobre com os siltitos da parte superior. Seu contato superior não é observável na área de trabalho porém é gradativo como a Unidade III na Rodovia do Açúcar. Em Hortolândia apresenta fauna fóssil composta por espécies de Phestia, Nuculopsis, Edmondia (?) e folaminídeo indeterminado (ROCHA CAMPOS e ROSLER 1978).

As litofácies reconhecidas nesta unidade foram os lamitos maciços (Fm), os lamitos acamados ($F1-Fc$) os ritmitos ($F1$), e os siltitos (Fc e Fm).

5.1.1.3. Unidade III Lamitos e Diamictitos

A Unidade III constitui-se de uma associação entre lamitos, diamictitos e arenitos persistente desde as partes mais inferiores do Subgrupo Itararé até as mais superiores. Encerra corpos de arenito e diamictito com proporções mapeáveis e que foram designados como Arenitos (Unidade IV) e Diamictitos e Arenitos (Unidade V).

Os principais termos litológicos são siltitos, folhelhos, ritmitos e diamictitos, cinzentos, com intercalação de arenitos predominantemente muito finos. As melhores ocorrências encontram-se em Monte Mor, Santa Bárbara do Oeste, Caiubi, Limeira, na Anhanguera a norte do Rio Piracicaba e em Capivari, onde ocorre a fauna fóssil homônima. Neste jazigo foram reconhecidos Peruvispira delicata, Attenuatella sp nov, Limipecten capivariensis, Rhyncopora grossopunctata, Streblopteria sp, Phestia sp, bivalves indeterminados e colunas de crinoides (MENDES 1952 e ROCHA-CAMPOS 1966).

As relações de contato com a Unidade II é gradativa na Rodovia do Açúcar, como já foi referido, e com a Unidade VI é erosiva, como pode ser visto no km 131 da rodovia do Açúcar.

As principais litofácies reconhecidas nessa unidade foram os folhelhos (Fl), siltitos (Fl e Fm), arenitos muito finos (Ap, Ad, Ao), diamictitos fluidizados (Dmmr) e diamictitos estratificados (Dms), calcários arenosos (Ac) e calcários siltosos (FC), os diamictitos espessos.

5.1.1.4. Unidade IV Arenitos

A Unidade IV constitui-se de vários corpos de arenitos que ocorrem em vários níveis estratigráficos dentro da Unidade III. Os principais termos litológicos são os arenitos conglomeráticos, e os arenitos médios e finos, acompanhados de corpos de conglomerados, lamitos e carvão.

As principais ocorrências podem ser encontradas em Monte Mor, Santa Bárbara do Oeste, Capivari e entre Limeira e Americana. Os contatos inferiores são erosivos, frequentemente afetados por diápiros. Os contatos superiores são brancos ou parcialmente gradacionais com a Unidade III, mas são de caráter erosivo com a Unidade V.

A ocorrência mapeada em Monte Mor contém a taloflora homônima composta por Lepidodendhun pedroanun, Lycopodiopsis pedroanun, Lycopodiopsis pechoanus, L.Derby, Rhacopteris cf chubutiana, R. cf ovata (Pseudoshacopteris), Botrychiopsis cf plantiana, Noeggerathiopsis hislopil, Paracalamitales Australis, entre outras formas, além do conostráceo Laia e o euripterídeo cf Eurypteres (MILLAN 1972, 1974, 1975). A ocorrência mapeada na estrada para Cosmópolis poderia conter restos de lamelibrânquios (Barbosa, comunicação pessoal in Barbosa e Gomes 1958), mas a ocorrência não foi confirmada em campo.

As litofácies reconhecidas foram os arenitos com estratificação cruzada tabular (At) e acanalada (Ac), arenitos muito finos (Ae, Ad, Ao), arenitos com marcas onduladas (Ao), conglomerados maciços (Gm) e com estratificação cruzada (Gt), lamitos com carvão (Fmc e Flc), lamitos arroxeados (Fm).

5.1.1.5. Unidade V Diamictitos e Arenitos

A Unidade V compreende um corpo lenticular constituído por diamictitos com corpos de arenitos. Sua secção tipo encontra-se na Rodovia Campinas-Capivari entre os quilômetros 34 e 37, onde ROCHA CAMPOS *et alii* (1977) estudaram as linhas de blocos ali presentes.

O contato basal é erosivo com as Unidades III e IV e seu contato superior não pode ser observado. As principais litofácies reconhecidas foram os diamictitos maciços (Dmm), os diamictitos com clastos estriados (Dmms), os diamictitos deformados (Dmm(d)), os blocos em linha (Gm(s)) os arenitos deformados (Atde e Acd) e arenitos com estratificação cruzada acanalada.

5.1.1.6. Unidade VI Arenitos com Marcas Onduladas

Esta Unidade corresponde ao que foi denominado como Membro Tupi por BARBOSA & ALMEIDA (1949), ALMEIDA & BARBOSA (1953), BARBOSA & GOMES (1958) e Formação Tietê por FÚLFARO *et alii* 1984; constitui o conjunto arenoso que ocorre na parte superior do Sub

grupo Itararé, com afloramentos tipo na rodovia do Açúcar entre os kms 132 e 136 e na cidade de Tupi ao longo da rodovia Piracicaba-Santa Bárbara.

Os arenitos muito finos e finos são predominantes embora arenitos de granulação média e grosseira sejam comuns. Secundariamente ocorrem diamictitos lamitos, calcários e carvão. A unidade faz contato superior transicional com a Formação Tatui, guarda relações ainda desconhecidas com a Unidade VII e faz contato brusco, erosivo em parte com a Unidade III.

Na área de trabalho ocorre na porção oeste, nos espigões entre Monte Mor e Santa Bárbara do Oeste e a norte de Capivari. Fora da quadrícula de Campinas ocorre em Mombuca e em Cerquilho onde encerra as jazidas de carvão de Bairro Aliança e Mato Seco e a taloflora de Cerquilho, com *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Noeggerathipsis* e coníferas do tipo *Paranocladus* (DOLIANITI & MILLAN 1972).

As principais litofácies reconhecidas nesta unidade foram os arenitos com marcas onduladas (Ao), arenitos muito finos (Ap e Ad) arenitos estratificação cruzada sigmoidal (As), arenitos com estratificação cruzada tabular (At) e acanalada (Ac), conglomerados maciços (Gm), diamictitos lamíticos (Dmg (r)), diamictitos fluidizados (Dmmr), lamitos com carvão, calcários silicificados (Sm, So).

5.1.1.7. Unidade VII Diamictitos Vermelhos

Esta unidade constitui um conjunto complexo cuja característica principal é a cor vermelha, e por essa razão vem sendo correlacionada à Formação Aquidauana (COTTAS & FIORI, 1980). Na área de trabalho ocorre na região de Cosmópolis, geralmente em afloramentos esparsos que não permitem o estabelecimento de uma seção típica adequada.

Os principais tipos litológicos são os arenitos, os diamictitos e os lamitos vermelhos. Secundariamente ocorrem calcários silicificados. As principais fácies reconhecidas foram as já referidas para as Unidades III, IV e VI porém apresentam ainda conglomerados com estratificação cruzada (Gz), diamictitos arenosos

(Dms(c)), lamitos arroxeados (Fl, Fm) e calcáreos silicificados (Sm, So, Sa).

5.2. Discussão

5.2.1. Coberturas Inconsolidadas

Em relação às técnicas de foto-interpretção geológica e mapeamento lito-estratigráfico verificamos que o fator que traz maior imprecisão é a presença das coberturas inconsolidadas. A foto-interpretção geológica pelo método lógico (SOARES e FIORI (1976)) está baseada na análise de feições erosivas e utiliza de modelos geomorfológicos erosivos para a interpretação. No presente caso, a maior parte da área está total ou parcialmente encoberta por vários tipos de sedimentos inconsolidados. Nesse caso surge a questão: quando as coberturas devem ser mapeadas e qual a classificação deve ser utilizada para a discriminação dos seus diversos tipos.

O critério de mapeamento utilizado considera a cobertura quando ela encobre todas as formas de relevo relacionadas à rocha subjacente ou encobre o suficiente para que não seja possível a definição dos contatos formacionais. O principal problema dessa opção é que a área considerada encoberta é ampliada enormemente; em contrapartida a segurança para o mapeamento das unidades consolidadas é aumentada.

O mapeamento dos diversos tipos de coberturas considerou sua situação geomorfológica. As áreas cobertas foram portanto classificadas em coberturas de espigão, de vertente e de fundo de vale. Deste modo essas unidades podem ser mapeadas como unidades litoestratigráficas sobre as quais podem ser tecidas considerações genéticas e estratigráficas a partir da forma e conteúdo litológico dos corpos.

As coberturas de espigão são correlacionáveis as coberturas denominadas como Formação Rio Claro (BJORNBERG LANDIM 1966), Formação Pirassununga (FREITAS *et alii* 1979). Estas unidades correspondem aos depósitos inconsolidados mais antigos atri

buídos ao Terciário-Quaternário. Pela nossa maneira de ver são testemunhas de uma superfície de agração em cujo início haviam raras formas aluviais que foram cobertas por colúvios.

A superfície referida acima deve ter correspondido ao "porto interflúvio" dos rios Capivari e Piracicaba e Piracicaba - Mogi-Guaçu. A raridade dos sedimentos aluviais deve estar relacionada à ausência de áreas altas confinando uma bacia, como no caso da Formação Rio Claro. A presença de lagoas no espigões cobertos por essas unidades é atribuído por BJORNBERG e LANDIM (1966) a restos da antiga drenagem e por CABRAL JR. e MOTTA (comunicação pessoal) à formas dissolução. Pelo nosso entender são formas de exudação do lençol freático, visto que suas formas são semelhantes às encontradas em regiões semi-áridas da Bahia e dos Estados Unidos (RAY, 1963). O conteúdo litológico mostra portanto predomínio de areias argilosas maciças (coluvionares) sobre raros arenitos estruturados e argilas de rios esporádicos e lagoas de exudação.

As coberturas de fundo de vale são atribuídas ao Quaternário e são originados por barramentos locais da drenagem. Apresentam diversos níveis de terraços separados por alguns metros que devem representar os estágios de erosão da barragem. Alguns dos depósitos estão associados à drenagens situadas sobre o espigão; nesses casos os aluviões devem ter idade similar às dos colúvios na sua parte inferior, porém mantiveram-se em desenvolvimento até recentemente. As explorações para cerâmica permitem identificar a existência de depósitos arenosos (canais ?) e argilosos (planície de inundação?), porém não permitem descrição faciológica detalhada.

Os depósitos de vertente são de idade correlata aos aluviões, pois mostra interdigitamento com eles. Constituem depósitos de litologia variada, formados por coluvionamento de rochas intemperizadas e das areias dos depósitos de espigão. As coberturas podem portanto serem agrupadas em um sistema deposicional de espigão, mais antigo onde os colúvios predominam sobre alúvios e elúvios; e em um sistema de vertente e fundo de vale onde coexistem lateralmente os colúvios e os alúvios.

5.2.2. Critérios de Mapeamento do Subgrupo Itararé

A análise das propostas de definição do Subgrupo Itararé dentro do Grupo Tubarão demonstra que a partir dos primeiros trabalhos os critérios utilizados para sua definição foram genéticos. A presença de "tilitos" foi considerada até recentemente como indicadora de clima e deposição glacial, elementos fundamentais para a definição do Subgrupo Itararé.

Em Santa Catarina a aplicação desse critério foi grandemente auxiliada pela ocorrência de carvão nas camadas superiores do Grupo Tubarão, vindo a reforçar o conceito do ciclo pós-glacial. Em São Paulo e no norte do Paraná os carvões ocorrem no Subgrupo Itararé junto aos "tilitos" o que levou à sua eliminação como fator determinante de condições pós-glaciais. O final do glacial foi portanto considerado como o mais alto "tilito" da coluna conforme o conceito de PACHECO (1927).

O critério do último "tilito" acarreta um problema que é provocado pela falta de continuidade dos corpos de diamictito, proporcionando diferentes espessuras para a Fm. Tatuí, conforme alertou SOARES (1972). Nesse trabalho o referido autor considerou a existência de um ciclo glacial e de um pós-glacial no Grupo Tubarão, caracterizou a Formação Tatuí como um conjunto de siltitos com corpos de calcáreo e sílex, separados dos arenitos e diamictitos da Formação Itararé por uma superfície parcialmente erosiva. A partir desse trabalho o topo do Subgrupo passou a ser marcado pelo diamictito ou corpo espesso de arenito mais alto na coluna do Grupo Tubarão. O evento discordante é contestado por SAAD (1977) que não o identificou por FÚLFARO *et alii* (1979) que o reconhece apenas na porção leste do Estado de São Paulo, e por STEVAUX *et alii* (1984 e 1985) que identificou passagem gradacional entre as unidades em Cerquilha.

A parte dessa polêmica o fato é que a Formação Tatuí é facilmente individualizada quer em fotografias aéreas onde aparece com encostas íngremes com quebra negativa bem marcada na base; quer em afloramentos e sondagens porque apresenta característica homogeneidade litológica com seus siltitos e arenitos muito finos; quer em perfis radioativos pelo comportamento regular da curva de raios gama.

Os "tilitos" também foram utilizados para a subdivisão interna do Subgrupo Itararé. Essas rochas eram consideradas

contínuas e as propostas de BARBOSA e ALMEIDA (1949), BARBOSA e GÔMES (1958) são exemplos típicos desses conceitos. Além dos "tilitos" outro critério genético adotado foi o reconhecimento de camadas marinhas, em geral utilizadas em conjunto com os "tilitos", como fez LANGE (1956), SANDFORD e LANGE (1960) e LOCZY (1964).

A substituição dos critérios genéticos por critérios litológicos começou a ser feita por meio dos trabalhos da Petrobrás em Santa Catarina. Os "tilitos" como termos genéticos e os diamictitos como rochas, deixaram de ser utilizados para a identificação de unidades do Subgrupo Itararé devido ao seu caráter lenticular e sua ocorrência generalizada. Em Santa Catarina, a divisão tríplice obtida (Figura 8) foi resultado de mapeamentos faciológicos regionais que identificaram dois pacotes argilosos separados por um arenoso. Os ambientes e as fácies genéticas interpretadas na oportunidade independem das unidades litoestratigráficas (Figura 8).

Em São Paulo o uso de critérios litológicos foi utilizado por SOARES *et alii* (1977) e LANDIM e SOARES (1979) que identificaram duas unidades arenosas separadas por uma argilosa e por SAAD (1977) e SANTOS (1979) que identificaram duas unidades arenosas alternadas por duas argilosas. Essas, entre outras controvérsias não admitem ainda a formalização de unidades litoestratigráficas no Subgrupo Itararé.

Mais recentemente FULFARO *et alii* (1984) propuseram a utilização do termo Formação Tietê para o pacote arenoso situado abaixo da Formação Tatuí, correlacionável à Formação Rio Bonito. Por sua vez, CAETANO-CHANG 1985 propôs uma nova subdivisão para a área de Itararé-Itaporanga, ligeiramente diferente da proposta por SAAD (1977) e SANTOS (1979). Ambas as propostas guardam em tretando resquícios dos critérios genéticos, visto que FULFARO *et alii* (1984) usam o termo "ciclo deltáico mais alto" para a Formação Tietê, e CAETANO-CHANG (1985) relaciona as cinco unidades por ela definidas aos sistemas deposicionais identificados na região.

5.2.3. Unidades Lito-estratigráficas Informais

Deve haver uma preocupação de que seja feita uma de

finição baseada em critérios exclusivamente litológicos. Ao contrário do que postula CAETANO-CHANG (1985): "o mapeamento genético permite o mapeamento litoestratigráfico" acreditamos que o mapeamento genético permite entender as dificuldades de se mapear as possíveis unidades litoestratigráficas do Subgrupo Itararé.

Neste trabalho foram mapeados sete unidades informais. Dentre elas as Unidades I, IV e V apresentam expressão localizada porque estão confinadas à bacias do embasamento ou porque são lenticulares, enquanto que a Unidade II dificilmente pode ser diferenciada da Unidade III em distâncias regionais. Portanto as unidades que poderiam vir a ser formalizadas são a Unidade VI, a Unidade VII e o conjunto das Unidades I e V.

A Unidade VI corresponde ao Membro Tupi de BARBOSA e ALMEIDA, 1949, à Formação Tietê no conceito de FULFARO *et al* 1984, à Formação Rio Bonito designada para Cerquilho por STEVAUX *et alli* (1984 e 1985) e à grande parte da Unidade V de CAETANO-CHANG (1985). A Unidade VII é inconfundível devido à sua cor vermelha-arroxeadada, embora essa seja cor de alteração; dentro dela há dois conjuntos que poderiam ser mapeados caso não houvesse a cobertura: a parte superior, correlata à Unidade V e a inferior correlata à parte média e superior da Unidade III.

O conjunto formado pelas demais unidades poderia ser mapeado e subdividido em membros representados pelos diversos corpos arenosos das Unidades I, IV e V.

CAPÍTULO 6

MAPEAMENTO ESTRUTURAL

6.1. Resultados

A situação estrutural das rochas que sobrepõe-se ao subgrupo Itararé foi descrita por SOARES (1974). Neste trabalho o referido autor considera que tais rochas estejam dispostas em três homoclinais que dominam a faixa de dobramentos no Estado de São Paulo.

Os referidos homoclinais apresentam mergulho suave para oeste e encontram-se perturbados por diversos tipos de estruturas locais tais como domos, horsts e grabens, sistemas de falhas e falhas isoladas. A área de trabalho situa-se na porção sul do homoclinal do Rio Tietê, onde, segundo o referido autor há a maior concentração de estruturas dômicas conhecidas da bacia. Além dos domos o sistema de horsts-graben de Pau D'alto e os sistemas lineares de falhas de Rio das Rochas - Piracicaba, Ipeúna e Passa Cinco-Cabeças são as estruturas de maior expressão na região.

Os dados estruturais específicos ao Subgrupo Itararé são apresentados por LANDIM (1973), por SAAD (1977) e SAAD *et alii* (1979), que trabalharam com valores de espessura de sedimento da unidade. Segundo as informações de LANDIM (1973) a quadrícula de Campinas situar-se-ia na parte superior de uma calha deposicional alongada a N20W, incluindo Presidente Prudente e Carlota Prenz nas áreas de maior subsidência. Os trabalhos de SAAD (1977) e SAAD *et alii* (1979) confirmam a situação descrita mas demonstram a variação de comportamento tectônico da área como pode ser visto na figura 9.

Na falta de informações mais detalhadas, a respeito da geologia estrutural e tectônica da área de trabalho foram elaborados os mapas de Contorno Estrutural e Análise Morfoestrutural.

6.1.1. Mapa de Contorno Estrutural

Fig. 9:—Evolução Tecto-Sedimentar do Grupo Tubarão

A—E Conjuntos litológicos
 1—9 Seções estratigráficas
 AT Alinhamento do Tietê
 AP Alinhamento do Paranapanema
 Datum: Topo da unidade superior
 1— Seção Via Anhangüera
 (MODIFICADO DE SAAD et al, 1979)

O mapa realizado sobre a folha Campinas (DAEE-UNESP-1982) apresenta formas estruturais menores que as descritas por SOARES (1974). A base do subgrupo Itararé apresenta direção geral N20E com mergulho para W, embora esteja afetado pelo alto do Capivari com eixo N85W e o alto de Jaguariuna com direção N40W (Figura 10).

O topo do Subgrupo apresenta-se disposto em três homoclinais. O homoclinal do baixo Capivari apresenta direção N75E com mergulho NW e se desenvolve entre o rio Tietê e Mombuca. Está cortado por um sistema de horsts e grabens orientados N15W e N15E. O homoclinal do Piracicaba corresponde à área entre Mombuca e o sul de Limeira, com direção N20E e mergulho WNW; a principal feição dessa estrutura é o bloco adernado de Tupi. O homoclinal de Limeira desenvolve-se do sul desta cidade até alguns km a norte do ribeirão Tabajara, com direção N60E e mergulho NW. sua principal feição estrutural compreende um sistema de horsts e grabens orientados a N30W.

O mapa de contorno estrutural obtido a partir do projeto Sapucaí (Figura 11) concorda em grande parte com o já descrito. Algumas diferenças são notadas como uma orientação N50W para o alto do Capivari e a identificação de duas estruturas no rio Camanducaia (N85W) e no Rio Jaguari (N50W). No homoclinal do Capivari identifica-se apenas um graben localizado entre os ribeirões Lambari e Tijuco Preto e disposto N40E, além de um baixo estrutural próximo à inflexão para o homoclinal do Piracicaba. Neste, destaca-se estrutura dômica fechada envolvendo parte do bloco adernado de Tupi e com expressão sub-local. No homoclinal de Limeira estão bem definidos os horsts dos córregos Tatu e Pinhal e do ribeirão Tabajara, orientados a N30^oW.

6.1.2. Análise Morfoestrutural

As técnicas de análise estrutural que foram utilizadas permitiram a interpretação de alguns elementos estruturais locais, embora cada uma delas tenha apresentado resoluções diversas. A análise do relevo foi a técnica que melhor definiu a atitude de camadas, porque é o único método quantitativo entre os que foram

FIGURA 10

MAPA GEOLÓGICO ESTRUTURAL SIMPLIFICADO

Base e topo do Sub-Grupo-Itararé
Baseado no Convênio DAREE-UNESP

— LEGENDA —

- Falha
- Contato Itararé-Tatui ou Itararé-p^e
- Contato com cobertura cenozóica
- ▲▲▲▲ Contato Itararé-Diabásio
- 500- Curva de contorno estrutural
- Cz Cobertura cenozóica
- ▲▲▲▲ Corpos de diabásio
- Pt Formação Tatui
- PCI Sub-Grupo Itararé
- + + + Embasamento p^e

48°30'

FIGURA II

MAPA GEOLÓGICO ESTRUTURAL SIMPLIFICADO

(Base e topo Sub-Grupo Itararé)

Baseado em DNPM-1979

LEGENDA

- Falha
- Contato Itararé-Tatuí ou Itararé-pC
- ... Contato Itararé-Cobertura Cenozóica
- vvvvv Contato Itararé-Diabásio
- 500- Curva de Contorno Estrutural
- Cz Cobertura cenozóica
- vvvvv Corpos de diabásio
- Pt Formação Tatuí
- PCi Sub-Grupo Itararé
- + + + + + Embasamento pC

0 5 10 km

utilizados. A análise da drenagem permitiu a identificação de sistemas lineares de falhas e de sistemas de falhas isoladas através do mapa de lineações de drenagem; no entanto o mapa de formas anômalas e o de assimetria não apresentaram informações significativas (Figura 12 abcd).

A análise do relevo apresentou o inconveniente de apresentar informações apenas nas áreas desprovidas de cobertura. Ainda assim seus valores de direção e atitude foram compatíveis com os encontrados em campo, tendo apresentado predomínio de rumo de mergulho para oeste e sul (Figura 12b).

A análise das lineações de drenagem forneceu um mapa que apresenta alta densidade de elementos curtos (lineações de drenagem) e um grande número de elementos longos, não paralelos às rupturas e quebras de declive (alinhamentos de drenagem discordantes). Os elementos curtos deverão ser tratados estatisticamente no decorrer do Projeto Capivari, e os elementos longos foram interpretados como traços de falhas e sua distribuição analisada. A principal estrutura interpretada foi o sistema linear de Cosmópolis (Figura 13), um conjunto de traços de falha dispostos N30E ao longo de uma faixa com cerca de quarenta km de extensão e dez de largura. Dois sistemas de falhas isoladas apresentam-se em destaque, o sistema de Santa Cruz da Boa Vista (N20W) e o de Salto Grande (N60W) (Figura 13).

As análises das formas anômalas e de assimetria apresentam baixa confiabilidade uma vez que em nenhum dos casos apresentaram formas ramificadas completas, as de maior confiabilidade segundo SOARES *et alii* (1981). No entanto diversas formas ramificadas incompletas puderam ainda ser identificadas (Figura 12 c e d); as formas radiais não apresentaram nenhuma forma estruturada, as formas anelares foram interpretadas como linhas de forma de altos e baixos estruturais, e as formas assimétricas interpretadas como indicadores do mergulho das camadas ou do movimento relativo das falhas.

O confronto dos diversos mapas em uma única carta integrada (Figura 13) permitiu o apuramento dos resultados. Ao se comparar os mapas de atitudes obtidos pelo relevo e pela drenagem observa-se que nas áreas cobertas, pobres em informações da análise do relevo, a análise da assimetria permite a inferência de

FIGURA 12 - Mapas Morfoestruturais da Quadrícula de Campinas.

mergulhos. Nas áreas de afloramentos algumas formas de assimetria demonstram relação apenas com os processos geomorfológicos e puderam ser eliminados com o auxílio da análise de relevo. O confronto do mapa de assimetria com o mapa de lineações permite a interpretação do movimento relativo das falhas.

A comparação entre os mapas de formas anelares, de assimetria e de análise do relevo permite a interpretação estrutural de algumas das delineações fornecidas pelas formas anelares. A figura 13 mostra os diversos baixos e altos estruturais baseados em formas ramificadas incompletas e em formas simples completas. Estas estruturas também deverão ser verificadas em campo e por geofísica.

6.2. Discussão

Todas as técnicas aplicadas para análise estrutural da quadrícula de Campinas são de cunho regional. Os estudos estruturais fizeram apenas o reconhecimento de algumas prováveis estruturas que deverão ser detalhadas por outros métodos. Dentre as técnicas utilizadas a análise de relevo mostrou-se bastante eficiente em áreas denudadas, a análise da drenagem é indicada para áreas cobertas e a análise das lineações de drenagem pode vir a se mostrar eficiente para a identificação de altos e baixos caso sejam aplicados os tratamentos estatísticos recomendados por PONTE (1969) e CASTRO (1978).

As estruturas detectadas não são suficientemente detalhadas para que seja feita uma análise tectônica aprofundada. Entretanto algumas evidências podem ser discutidas a priori:

a - os traços de falha à nordeste da quadrícula são paralelos às estruturas do embasamento, em particular à falha de Campinas.

b - os traços de falha à noroeste e nornoroeste são paralelos às direções da estrutura de Pau d'Alho e os sistemas lineares de falhas de Rio das Rochas-Piracicaba-Charqueada e do Rio Cabeças-Passa Cinco (SOARES 1974).

c - as falhas e altos estruturais reconhecidos não interferem na deposição do Subgrupo Itararé.

FIGURA 13

MAPA DE MORFOESTRUTURAS

Quadrícula de Campinas

— LEGENDA —

() FORMAS ANELARES

↘ SENTIDO DO MERGULHO

— TRAÇO DE FALHA

A / B BLOCO ALTO—BLOCO BAIXO

ESCALA
0 4 8 km

d - algumas falhas limitam corpos básicos e outras desaparecem na área de ocorrência dos sils.

Essas evidências indicam que o evento tectônico que imprimiu a maior parte das estruturas tenha se desenvolvido posteriormente à deposição da unidade. É possível que tenha havido mais de uma fase visto que há falhas anteriores e posteriores às intrusões básicas. SOARES (1974) e FÚLFARO *et al* (1982) postularam que o principal período evolutivo das estruturas tenha sido concomitante à reativação Wealdeniana. Nesse mesmo trabalho SOARES (op. cit.) sugere que a atuação tectônica tenha se iniciado já anteriormente, no que é apoiado por SOUZA FILHO (1983) que indicou a existência de um evento compressivo na passagem Permiano-Triássico, que teria se responsabilizado pelo domo de Pitanga.

As informações disponíveis na área não permitem fazer considerações aprofundadas em relação à idade do tectonismo, mas é provável que as falhas tenham estilos semelhantes às descritas por SOARES (1974) já que podem ser relacionadas aquelas presentes nas unidades sobrejacentes.

Os trabalhos de LANDIM (1973) e SAAD *et alii* (1979) que estudaram a evolução tectônica do Subgrupo Itararé consideram a área paulista como uma sub bacia compartimentada à NE pelo arco da Canastra e a SW pelo arco de Ponta Grossa. SAAD *et alii* (op. cit.) identificaram dois pulsos de deposição na unidade, além de mostrarem que a área do Alinhamento do Tietê comportou-se como área persistente em subsidência e que a área de trabalho foi mais subsidente à sudoeste e chegou a apresentar um alto na região de Rio das Pedras e Limeira.

CAPÍTULO 7

MAPEAMENTO FACIOLÓGICO

7.1. Análise Faciológica

As unidades litoestratigráficas são conjuntos onde podem ser identificadas diversas litofácies relacionadas em um ou mais conjuntos faciológicos. A figura 14 mostra a ocorrência das diversas fácies identificadas nas diversas unidades mapeadas. Como pode ser observado na referida figura as litofácies estão ali agrupadas em cinco categorias: os arenitos, os conglomerados, os diamictitos, os lamitos e os calcáreos.

7.1.1. Fácies de Arenitos

7.1.1.1. Arenitos Gradados (Ag)

Arenitos imaturos, amarelos, variando de conglomerados até argila laminada. Os ciclos são repetidos em espessuras que podem chegar até 1m. Os termos basais são conglomerados ou arenitos conglomeráticos maciços, com marcas de sola. A parte média compõe-se de arenitos médios com estratificação plano paralela e arenito fino com marcas onduladas cavalgantes ("climbing ripple drift"). A parte superior é formada por siltitos, as vezes com marcas onduladas e lamito cinza laminado. Os corpos são tabulares com ligeiro mergulho em corte longitudinal e ligeiramente lenticulares, em corte transversal.

Encontram-se associados com arenitos maciços e diamictitos acamados, as vezes encontram-se deformados (Agd) e apenas raramente apresentam a sequência completa.

Os processos que podem ser interpretados a partir dessas litofácies são processos de fluxo em velocidade decrescente associado à decantação (correntes de turbidez). Algumas estruturas

FACIES	CÓDIGO	I	II	III	IV	V	VI	VII
Arenitos gradados	Ag	X						
Arenitos maciços	Am	X						
Arenitos c/ estratificação cruzada	At Ac(f)	X						
Arenitos muito finos	Ap Ad AO			X	X	X	X	X
Arenitos c/marcas ondula - das	Ao				X		X	X
Arenitos c/estratificação cruzada sigmoidal	As						X	
Arenitos c/estratificação cruzada tabular	At				X		X	X
Arenitos c/estratificação cruzada acanalada	Ac				X	X	X	X
Arenitos deformados	Atd Acd					X		
Conglomerados c/estratifi - cação cruzada	Gt	X			X			X
Conglomerados maciços	Gm				X		X	X
Blocos em linha	Gm(s)					X		
Diamictitos maciços	Dmm Dmm(c)	X			X	X		
Diamictitos c/clastos es - triados	Dmm(s)					X		
Diamictitos deformados	Dmm(d)					X		
Diamictitos espessos	Dmm Dmg			X				
Diamictitos estratificados	Dms			X				
Diamictitos fluidizados	Dmm(r)			X				
Diamictitos acamados	Dms(r)	X						
Diamictitos lamíticos	Dmg(r)						X	X
Diamictitos arenosos	Dms(c)							X
Lamito maciço	Fm		X					
Lamitos acamados	Fl Fm		X					
Ritmitos	Fl		X					
Siltitos	Fl Fm		X	X				
Folhelhos	Fl		X	X				
Lamitos c/ carvão	Fmc Flc				X		X	
Lamitos arroxeados	Fl Fm				X			X
Calcários siltosos	Fc			X				
Calcários arenosos	Ac			X				
Calcáreo silicificado	Sm So Sa			X				

FIGURA 14 Relação de facies descritas e sua ocorrência nas Unidades Litoestratigráficas

associadas, como algumas marcas onduladas simétricas indicam a ação de oscilação entre um leque de suspensão e outro.

Esta fácies é exclusiva da Unidade I (arenitos em gr nodecrescência ascendente), podendo ser observada na estrada para a Pedreira Lix e no cruzamento da FEPASA com a Rodovia Campinas-Capivari.

7.1.1.2. Arenitos Maciços (Am)

Arenito fino a grosseiro com raros fragmentos de la mitos dispersos. Os grãos médios e grosseiros estão suportados por matriz de areia fina com pouca argila e cor branco amarelada. Quando observado em afloramentos amplos algumas linhas sugerem formas acanaladas e estruturas em prato ("dish") e colunas ("pillow").

Encontram-se associados à fácies de arenitos grada dos ou formando corpos espessos com passagem lateral para lamitos. A estrutura maciça e os fantasmas de estruturas de escape de flui dos indicam forte atuação de processos de fluidização sobre as outras fácies de arenitos tornando o conjunto uniforme. Constitue outra litofácies exclusiva da Unidade I, e tem seus melhores aflo ramentos na Rodovia dos Bandeirantes no pontilhão da Avenida Dunlop.

7.1.1.3. Arenitos Muito Finos (Ap/Ad/Ao)

Arenito muito fino com gradação para siltito, sele ção variável, cor creme, laminação plano paralela (Ap), lentes com micro estratificação cruzada por migração de ondas (Ad) ("riple-drift cros bedding"), marcas onduladas com drapes ("draped") de ar gila (Ad). Às vezes apresentam níveis de arenito médio com clas tos de argila formando lentes, restos vegetais fragmentados, e sei xos pingados.

Apresentam-se em corpos tabulares com passagem supe rior para arenitos ou em corpos lenticulares com passagem lateral para lamitos. Frequentemente apresentam deformações por diápiros, dobras convolutas, microfalhas e estruturas de fluidização (Apd,

Add, Aod).

Diversos processos podem ser interpretados, a partir de tração em regime de fluxo inferior (conglomerado de lamitos), tração regime de fluxo superior em fluxo planar (plano paralela), tração em regime de fluxo inferior (migração de ondas), oscilação alternada por decantação (drapes).

Os corpos lenticulares ocorrem na Unidade III, e na Unidade VII podendo ser observados na Rodovia Campinas - Capivari (SP) nas proximidades de Monte Mor e no trevo de Capivari, na Rodovia Anhanguera a norte do Rio Piracicaba, e na rodovia Cosmópolis-Holambra. Os corpos tabulares ocorrem nas proximidades IV e VI podendo ser observados na Rodovia do Açúcar a norte de Capivari, no km 33,8 da Rodovia Campinas-Monte Mor, e no trevo de Limeira, na Rodovia Anhanguera km 140.

7.1.1.4. Arenitos com Marcas Onduladas (Ao)

Arenitos finos a muito finos, limpos, cor amarelo clara, acinzentada ou vermelha, marcas onduladas simétricas, as simétricas, marcas de interferência com seixos pingados. Corpos tabulares decimétricos a métricos com base às vezes deformada por diápiros. Frequentemente sobrepõe-se à fácies dos arenitos muito finos, interdigita-se com a fácies dos arenitos com cruzadas sigmoidais, e pode estar sotoposta e sobreposta à fácies de arenitos com estratificação cruzada.

Os processos que podem ser interpretados são os de oscilação com contribuição restrita de tração e ocasional presença de "dropping". Constitui-se da fácies característica da Unidade VI, porém aparece na Unidade VII e nas porções basais e do topo da unidade IV. Seus melhores afloramentos estão na estrada Santa Bárbara-Piracicaba no trevo de Tupi, onde Steyaux *et al* (1983) estudaram as condições de sua deposição.

7.1.1.5. Arenitos com Estratificação Cruzada Sigmoidal (As)

Arenitos finos amarelos, vermelhos, limpos, ligeiro

afinamente para o topo, estratificação cruzada de pequeno porte tengencial no topo e base (sigmoidal), seixos pingados, corpos tabulares decimétricos. Ocorrem interdigitados às fácies arenitos com marcas onduladas e arenitos muito finos.

Ocorrem principalmente na Unidade VI, no trevo para Tupi. Sua ocorrência indica atuação de processos tracionais combinados à decantação que permite a manutenção de parte da forma de leito. Os raros seixos pingados indicam contribuição de "dropping".

7.1.1.6. Arenitos com Estratificação Cruzada Tabular (At)

Arenitos grosseiros, médios e finos, frequentemente conglomeráticos, feldspáticos, matriz lamítica, cores amarelas e avermelhadas, estratificação cruzada tabular com afinamento para o topo, gradação normal ou inversa no "set". Podem passar para argila vermelha no topo. Corpos tabulares e lenticulares, base acanalada, erosiva. Assenta-se sobre as mais diversas faciologias, mas frequentemente apresenta conglomerado residual na base ou em um ou mais níveis acima.

As estruturas e a granulação indicam a atuação de tração com regime de fluxo inferior-superior e superior baixo. A alternância ocasional com lamitos indica que a corrente responsável pela deposição apresentava fluxos torrenciais ocasionais.

Esta litofácia é comum nos corpos arenosos das Unidades IV, VI e VII, podendo ser observada dentro da cidade de Monte Mor, no trevo de Tupi, na rodovia do Açúcar a norte de Capivari, na rodovia Santa Bárbara-Iracemópolis.

7.1.1.7. Arenitos com Estratificação Cruzada Acanalada (Aa)

Arenitos de granulação média, às vezes fina, micáceo, matriz argilosa, cor amarela e arroxeadas, estratificação cruzada acanalada de até um metro. Corpos lenticulares intercalados com lamitos vermelhos. Associa-se com arenitos com estratificação cruzada tabular.

As estruturas indicam processos de tração em regime

de fluxo inferior. Ocorre nas mesmas situações que os arenitos com estratificação cruzada tabular e na Unidade V.

7.1.1.8. Arenitos com Estratificação Cruzada (At-Aa)

Arenitos de granulação média a fina, às vezes muito fina, lamíticos, amarelo amarronzados, estratificação cruzada acanalada (Aa) e tabular (Az), e microcruzada por migração de ondas, marcas onduladas simétricas, seixos pingados e estruturas em prato e em pilar. Ocorrem em corpos de forma lenticular sobrepostos aos arenitos gradados e aos maciços e sotopostos a siltitos.

As estruturas representam formas desenvolvidas em correntes de regime de fluxo inferior médio e alto, associados à oscilações e "dropping", afetadas por fluidização.

Esta fácies é exclusiva da Unidade I, podendo ser encontrada na continuidade da Avenida das Amoreiras em direção a Indaiatuba, por terra, no distrito industrial e nos cortes da FEPASA nas proximidades do Aeroporto de Viracopos.

7.1.1.9. Arenitos Deformados (Atd e Acd)

Arenito grosseiro, conglomerático, feldspático, mal selecionado em corpos acanalados de base erosiva, arenitos mêdios, feldspáticos, mal selecionados, estratificação cruzada bem desenvolvida, marcas onduladas assimétricas, corpos alongados acanalados de espessuras variáveis, rompidos de várias formas. Ocorre associado a diamictitos deformados, sobrepostos a diamictitos maciços e sotopostos a diamictitos com clastos estriados.

Os processos que poderiam ser responsáveis por sua formação são atividades de corrente em regime de fluxo variável de inferior alto e inferior baixo, e deformação plástica intensa.

Ocorre na Unidade V, podendo ser observado na Rodovia Campinas-Capivari nos kms 34, 35 e 37 onde ROCHA CAMPOS *et al* (1976) descreveu tais corpos.

7.1.2. Fácies de Conglomerados

7.1.2.1. Conglomerados com Estratificação Cruzada (Gt)

Conglomerados e arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular, gradação normal e inversa nos "sets", corte e preenchimento e planar, base erosiva seixos polimíticos as vezes facetados e estriados, com porte até decimétrico. Comumente associado à diamictitos maciços, acamados, lamíticos e arenosos.

Os seixos com estratificação cruzada e planar indicam regime de fluxo superior até alto. Sua ocorrência está associada à fácies da Unidade I, IV e VII, podendo ser encontrado na rodovia Santos Dumont km 6 em ponto ilustrado por FULFARO *et alii* (1971), na Rodovia D. Pedro I no km 128 e na Rodovia do Acucar no km 131 e 131,7.

7.1.2.2. Conglomerados Maciços (Gm)

Conglomerados polimíticos, seixos subdecimétricos, imbricados, raramente estruturados, dispostas em corpos lenticulares e irregulares ("lag deposits"). Situam-se em contato erosivo sobre as mais diversas fácies e passam para arenitos com estratificação cruzada tabular para o topo. Esses depósitos representam superfícies de reativação de correntes, depositados sob regime de fluxo superior alto. Ocorre nas mesmas localidades dos arenitos com estratificação cruzada tabular e mais raramente junto com os arenitos com estratificação cruzada acanalada.

7.1.2.3. Blocos em Linha (Gm(s))

Esta litofácia não é propriamente um conglomerado, porém foi incluído junto desses porque constitui-se de blocos decimétricos dispostos em superfícies subhorizontais, espaçadas em intervalos métricos. Estes blocos encontram-se com o topo facetado (N e NW) e estriado (N75W e N) e estão associados aos diamictitos com seixos facetados. Os processos para sua formação são discutidos porém o mais aceito é o de "stress" glacial, conforme ROCHA-CAMPOS *et alii* (1976) que estudou a ocorrência do km 35 e 37 da Rodovia

Campinas Capivari.

7.1.3. Fácies de Diamictitos

7.1.3.1. Diamictitos Maciços (Dmm e Dmm(c))

Lamitos conglomeráticos ligeiramente siltoso, cor cinza, maciços (Dmm) e parcialmente retrabalhados nas partes superiores (Dmmc). Seixos facetados podem ser comuns, e estriados são mais raros. Ocorrem em corpos irregulares preservados em cavidades do embasamento ou em corpos localmente tabulares de espessura métrica e base erosiva. Mantem contato basal com diversas litologias, mais comumente com o embasamento e com fácies de arenitos com estratificação cruzada acanalada e tabular.

A estrutura maciça e a péssima seleção indicam ausência de processos de tração ou suspensão, podendo ser interpretada deposição por ablasão. Ocorre na Unidade I, na rodovia Santos Dumont km 6, onde foi estudado por LANDIM & CARMO (1972), no mesmo afloramento representado por FULFARO *et alii* (1971); ocorre ainda na Rodovia dos Bandeirantes, trevo com a Santos Dumont, na Rodovia D. Pedro I no kms 126,5 e 128. Outra ocorrência pertence à Unidade V, podendo ser vista no km 34 da Rodovia Campinas Capivari, e uma última aparece na Rodovia do Açúcar km 131,7 na Unidade IV.

7.1.3.2. Diamictito com Clastos Estriados (Dmm (s))

Lamitos siltosos conglomeráticos cinza, maciços, clastos dispersos e em linha (blocos em linhas), frequentemente facetados e estriados. ROCHA CAMPOS *et alii* (1976) encontrou 39% e 48% de seixos estriados com estrias subparalelas (86,8 e 87,9%). Ocorre em um corpo tabular que pode ser encontrado nos kms 34, 35 e 37 da SP 101 (Campinas-Capivari). Esta única ocorrência está associada a diamictitos e arenitos deformados e pertence à Unidade V. O processo interpretados são a atuação de "shear" glacial seguido de ablasão.

7.1.3.3. Diamictitos Deformados (Dmm (d))

Lamito siltoso conglomeráticos amarelo - esverdeados, seixos raros, estriados por estrias subparalelas (83,3%), segundo ROCHA CAMPOS *et alii* (1976). Associam-se a arenitos deformados, sobrepõe-se à diamictitos maciços e sotopõe-se a diamictitos com clastos estriados. Ocorrem em corpos deformados contidos em um pacote aproximadamente tabular com até cinco metros de espessura. A ocorrência descrita é a mesma dos kms 34, 35 e 37 da Rodovia Campinas-Capivari, pertencente à Unidade V.

Os processos interpretados são concordantes aos propostos por ROCHA CAMPOS *et alii* (1976), e são basicamente ablasão e deformação por liquefação da massa de gelo.

7.1.3.4. Diamictitos Espessos (Dmm Dmg)

Lamitos conglomeráticos, cinza escuro, predominantemente maciços e as vezes com ligeira estratificação plano paralela, seixos de tamanhos diversos, às vezes com gradação normal quanto ao diâmetro. Associado à diamictitos estratificados, a folhelhos a lamitos deformados, a calcáreos siltosos e a arenitos muito finos deformados ou não.

As estruturas indicam decantação e caimento cujas características foram destruídas por deformação posterior. Ocorre na Unidade III, no km 41,5 da Rodovia Campinas-Capivari, no km 145 da Rodovia Piracicaba-Americana, nos kms 131 e 139,8 da Rodovia Anhanguera.

7.1.3.5. Diamictitos Estratificados (Dms)

Lamitos ricos em seixos, cor cinza laminados, às vezes ritmicos. Seixos polimíticos às vezes facetados e raramente estriados. Apresentam associação íntima com os diamictitos espessos, podendo ser encontrado nos mesmos locais e com relações laterais com as mesmas fácies.

7.1.3.6. Diamictitos Fluidizados (Dmm (r))

Esta fácies apresenta duas sub fácies: lamitos argilosos cinza médio, seixos esparsos, maciços, com restos de laminação plano paralela, micro-falhas, convolutas; e lamitos arenosos ou arenitos muito finos lamíticos cinza claro; maciços e com restos de estratificação micro cruzada, diápiros, micro falhas, pires e colunas, restos de matéria orgânica (vegetais), cimento carbonático. Ambas as fácies estão interacamadas; fazem passagem inferior gradativa para diamictitos estratificados e folhelhos e superior para arenitos muito finos, com os quais também se associam.

As estruturas indicam decantação (lamitos) e tração em regime de fluxo inferior baixo (arenitos), caimento e fluidização intensa. Ocorrem na zona de contacto entre as unidades IV, V e VI, com a Unidade III. Estão melhor caracterizados fora da área de trabalho, como em Cerquilha, em Tietê e Jumirim. Na área podem ser observados na Rodovia Campinas Capivari, km 39.

7.1.3.7. Diamictitos Acamados (Dms(r))

Lamitos conglomeráticos e lamitos arenosos ligeiramente conglomeráticos, seixos polimíticos, fragmentos de lamito paralelos à base, maciços, corpos decimétricos com gradação normal quanto ao tamanho dos seixos, base erosiva afetada por diápiros. Associado a arenitos gradados, e arenitos maciços.

As estruturas indicam processos transicionais entre fluxo de lama e fluxos de densidade ocorre na Unidade I, podendo ser observado na estrada para a Pedreira Lyx.

7.1.3.8. Diamictitos Lamíticos (Dmg (r))

Lamito vermelho, maciço com grânulos dispersos na matriz. Os grãos são subcentimétricos, compostos por quartzo, arenito e siltito. Associa-se a arenitos com estratificação cruzada tabular e a diamictitos arenosos.

Origina-se por fluxo de lama e ocorre na Unidade VII

e ocasionalmente na unidade VI. Pode ser observado no trevo para Tupi.

7.1.3.9. Diamictitos Arenosos (Dms (c))

Arenitos lamíticos com seixos suportados pela matriz, cor amarela, maciço ou com estratificação grosseira, seixos polimíticos que podem ser de lamito. Corpos que chegam a vários metros, base erosiva. Interdigitados com arenitos com estratificação cruzada tabular e diamictitos lamíticos.

Esta fácies é resultante de fluxos de detritos e ocorre principalmente na Unidade VII. Suas melhores exposições encontram-se fora da área no km 278 da rodovia Casa Branca-Mococa.

7.1.4. Fácies de Lamitos

7.1.4.1. Lamitos Maciços (Fm)

Lamitos cinza escuros, maciços, com ligeiro acamamento marcado por concreções carbonáticas, piritosas. Assentado sobre o embasamento e sotoposto a lamitos acamados.

Devem representar depósitos desenvolvidos por decantação em condições redutoras. Ocorre na parte basal dos lamitos (Unidade II). Seus melhores afloramentos estão na Avenida Dunlop pouco após o Campus II da PUCC em Campinas.

7.1.4.2. Lamitos Acamados (Fl/Fc)

Alternância de bancos decimétricos de lamito cinza ligeiramente laminado com bancos decimétricos de siltito ou arenito muito fino com laminação paralela ou cruzada por migração de onda, representando uma seqüência TCDE. Sobrepõe-se aos lamitos maciços, que desenvolvem diápiros nos corpos arenosos; sotopõe-se aos ritmitos e passam lateralmente para os arenitos gradados e maciços.

Esse conjunto representa ação combinada de processos de tração e decantação comuns em correntes de turbidez, seguida de decantação. Ocorre na porção inferior da Unidade II, com afloramentos bons nos fundos do Campus II da PUCC em Campinas.

7.1.4.3. Ritmitos (Fl)

Alternância rítmica entre camadas centimétricas de lamito cinza e de siltito cinza claro gradado. Com nódulos de piritita, tubos de vermes horizontais, e raramente com camadas subdecimétricas tabulares de arenitos muito finos com marcas onduladas cavalgantes. Este conjunto representa seqüências TDE de Bouma com unidades TC ocasional. Ocorrem sobrepostos aos lamitos acamados e sotopostos a siltitos.

Os processos responsáveis são decantação simples (TE), alternando com decantação e tração em regime de fluxo inferior baixo (TD), ocasionalmente mais energético (Tc).

Ocorre na porção inferior da Unidade II, com afloramentos ao longo dos kms 96 e 97 da Rodovia dos Bandeirantes.

7.1.4.4. Siltitos (Fl e Fm)

Siltitos cinza escuros com teor variável de argila, maciços e ligeiramente laminados às vezes bem laminados. Podem portar fósseis marinhos como em Hortolândia e Capivari. Assenta-se sobre as fácies lamíticas descritas anteriormente sobre os arenitos gradados e maciços e com estratificação cruzada e sobre os diamictitos maciços, e os acamados. Para o topo intercala-se com diversas fácies de diamictitos e de arenitos.

Esta fácies é resultado de decantação simples e representa a porção superior da Unidade II, aparecendo também na Unidade III. Pode ser observada na Rodovia Anhanguera entre Campinas e Hortolândia.

7.1.4.5. Folhelhos (Fl)

Folhelhos pretos e cinza esverdeados, localmente maciços, seixos esparsos, lentes de arenito fino carbonático, maciço deformado, bolas de areia, lentes de calcáreo arenoso com pistas fósseis, carbonático, piritoso. Associado à diamictitos espessos e estratificados.

Representam o registro de decantação simples em condições redutoras. Ocorre na Unidade III e pode ser observado na Rodovia Campinas-Capivari, km 24,5 e Rodovia Anhanguera km 131.

7.1.4.6. Lamitos com Carvão (Fmc e Flc)

Seqüência de arenito lamítico e lamito acinzentado, rico em matéria orgânica e carvão, com estrutura maciça ou flaser associado a lenticular. Intensamente bioturbada. Associada a arenitos muito finos.

Representam depósitos de decantação em condições restritas ricas em matéria orgânica. Pode se apresentar influência de correntes com regime de fluxo inferior intermitente. Ocorre na Unidade IV e VI podendo ser observado no km 135,2 da Rodovia do Açúcar na antiga mina na Fazenda Jacuba em Monte Mor e fora da área em Cerquilha (Bairro Aliança, Cerquilha Velho e Mato Seco).

7.1.4.7. Lamitos Arroxeados (Fl e Fm)

Lamitos maciços ou laminados, as vezes muito argilosos, cor roxa ou vermelha, micáceos no topo de lâminas arenosas. Em corpos lenticulares sub decimétricos a métricos associados principalmente a arenitos com estratificação cruzada acanalada.

Representam depósitos de decantação em condições oxidantes. Ocorrem nas Unidades IV, VI e VI em afloramentos variados dentro da área.

7.1.5. Fácies de Calcáreos

7.1.5.1. Calcáreos Siltosos

Siltitos calcíferos, margas e calcáreo micritico, maciços ou com bandas mais ricas em carbonato; matriz silto argilosa, cor cinza, restos fosfáticos indeterminados; corpos lenticulares, deformados, inclusos em seqüências de diamictitos espessos (Dmm).

7.1.5.2. Calcáreos Arenosos

Arenitos calcíferos e calcáreos arenosos com matriz silto argilosa com matéria orgânica. Cimento carbonático, seleção má, imaturo, grãos de quartzo corroídos e substituídos por calcita. Corpos lenticulares deformados em diamictitos maciços e folhelhos.

7.1.5.3. Calcáreo Silicificado (Sm-So-Sa)

Corpos de silexito geralmente maciços mas com restos do calcáreo original onde estão preservadas marcas onduladas ou formas algálicas. Corpos lenticulares associados a arenitos muito finos, siltitos e diamictitos fluidizados.

Representam restos de antigos calcáreos substituídos por sílex. As estruturas preservadas indicam concentrações algálicas e corpos sob ação de oscilação. Ocorrem principalmente na Unidade IV e na parte superior das Unidades III e VII. As diversas ocorrências são encontradas em estradas rurais próximas a Limeira e Santa Bárbara do Oeste.

7.2. Interpretação Faciológica

Os diversos trabalhos de mapeamento faciológico desenvolvidos nas últimas décadas no Subgrupo Itararé levaram não só à sua divisão litoestratigráfica, como em Santa Catarina, mas ao reconhecimento de unidades genéticas. O mapeamento genético vem sendo utilizado para apoiar a prospecção de petróleo já a longa data, e mais recentemente vem sendo utilizado para a prospecção de

carvão minerais radioativos e para água subterrânea. Assim, ao lado das unidades lito estratigráficas (formações, membros, etc), unidades cronoestratigráficas (período, andar, etc), unidades bioestratigráficas (zonas, andares, etc), as unidades genéticas vem sendo utilizadas, ainda que de maneira informal.

A hierarquia das unidades genéticas tem como unidade maior o sistema deposicional, definido como o conjunto litológico originado em uma determinada província fisiográfica. O sistema deposicional é constituído por diversas fácies genéticas ou motivos deposicionais, que compreendem as rochas originadas em determinado sub-ambiente da província fisiográfica. A identificação da evolução do sistema ou dos sistemas deposicionais em um determinado pacote litológico representa portanto o reconhecimento da evolução paleogeográfica da área em estudo.

No presente trabalho, mapeamento litoestratigráfico reconheceu sete unidades de mapeamento, nas quais a análise faciológica identificou inúmeras fácies. Estas mostram relações espaciais que estão sumarizadas nas figuras (motivos deposicionais) onde estão representadas relações de campo e relações hipotéticas obtidas por interpretação. Essas colunas representam associações de fácies que tem ligações genéticas e que constituem os sistemas deposicionais reconhecidos na área de estudo. Os sistemas identificados são: sistema glacial de Campinas e de Monte Mor, sistema de leques subaquosos da Rodovia dos Bandeirantes, o sistema de plataforma de Hortolândia, o sistema deltaico de Monte Mor, de Santa Bárbara e de Capivari, sistema costeiro de Mombuca-Tupi-Limeira, e sistema de leques aluviais de Cosmópolis.

7.2.1. Sistemas Glaciais

A deposição glacial tem sido estudada nos últimos anos sob o ponto de vista de sistemas deposicionais. Há diversos estudos de processos glaciais em geleiras ativas e das formas e conteúdo litológico de depósitos pleistocênicos, cujo conhecimento permite a elaboração de modelos tridimensionais representativos de sistemas glaciais como os que foram apresentados por BOULTON e DEYNOUX (1981) e EYLES *et alii* (1983).

As ocorrências de diamictitos do Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo apresentam-se em seqüências incompletas e frequentemente em exposições alteradas, no entanto aqueles que são interpretados como tilitos admitem duas classificações genéticas básicas: depósitos sub glaciais (tilitos de alojamento) e supra glaciais (tilitos de ablação e fluxo) conforme propuseram GRAVENOR e ROCHA-CAMPOS (1983). Dentro da área de trabalho as ocorrências de fácies interpretadas como tilitos estão associadas a sistemas glaciais do tipo subglacial próglacial e supra glacial de base úmida.

7.2.1.1. Sistema Subglacial-Proglacial de Campinas

O sistema subglacial-proglacial de Campinas é constituído pelas fácies diamictitos maciços (Dmm) parcialmente retrabalhada (Dmm(c)), conglomerados com estratificação cruzada (Gz), ritmitos (Fl(d)) e siltitos (Fm), que ocorrem com as relações mostradas na figura 15 (a e b). Ocorrem preservados em vales ou em blocos baixos de falha do embasamento e constituem a porção inferior da Unidade I.

Fora da área de trabalho há pelo menos quatro ocorrências do mesmo tipo: em Jundiaí, Salto, no viaduto Dona Catarina, e em Sorocaba (Figura 16). Em todas elas a direção de fluxo é paralela às direções estruturais do embasamento e as seqüências superpostas aos diamictitos apresentam sedimentos finos e grosseiros. Há também pelo menos outras três ocorrências nas proximidades da área, mas em situação estratigráfica diferente: no km 114 da Rodovia do Açúcar, na parte média do Subgrupo Itararé e em Cerquilha e em Jumirim, na porção superior da Unidade (Figura 17). As três correspondem à seqüências pouco espessas de diamictitos maciços que podem apresentar blocos em linha (Jumirim), grande abundância de seixos estriados e facetados (km 114), e base erosiva com deformações associadas. Estas ocorrências situam-se sobre arenitos que correspondem à fácies de planície ou frente deltaica de lobos deltaicos do Subgrupo Itararé.

7.2.1.2. Sistema Supraglacial de Base Úmida de Monte Mor

Litologia	Textura AS, FF, MG, C	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL	
	C Dmr Dmr	3- Arenites gradadas.	Canais de leques subaquosos	
		2- Conglomerados com estratificação cruzada e arenitos com clomeráticos com estratificação cruzada acanalada.	Sedimentos de lavagem	
		1- Diarictitos residuais. Lamitos argilosos conglomeráticos, cinza maciços, sem matriz e estruturados no topo.	Til de alojamento parcialmente retrabalhados.	
		Embasamento com paleotopografia irregular, com vales N70W e superfícies estriadas.	Erosão glacial controlada por estruturas do embasamento. Fluxo NW	

		3 siltito cinza	deposição subaquosa (decanção)	
		2 "pelodito"-lamito com seixos, localmente rítmico, dobrado	deposição subaquosa (decanção e salimento)	
		1 "tilito" (sem descrição no original)	til	
		vale no embasamento orientado a N30E (paralelo à gnaissificação)	alojamento ou ablasão abrasão parcial (fluxo NE)	

FIGURA 15 Sequência Ideal de Facies das Ocorrências do km 5 da Rodovia Santos Dumont (acima) e de Souza (abaixo) (segundo MELFI e BITTENCOURT)

Litologia Textura ASFFEMGC		descrição faciológica	interpretação	
	3	"varvito" (sem descrição no original)	deposição subaquosa	
	2	"tilito"-diamictito de matriz arenosa, seleção boa, maciço e ligeiramente estratificado, seixos esparsos ou concentrados orientados à EW	depósitos de lavagem	
	1	"tilito"-diamictito cinza, rico em seixos facetados e estratificados embasamento (moutonês e estrias à NW, vales à EW)	til (alojamento) abrasão glacial (fluxo NW)	

	3	arenitos com ciclos de afinamento de conglomerado à siltito, fluidizado	"outwash" subaquoso	
	2	ritmitos e siltitos laminados	deposição subaquosa (decantação)	
	1	diamictito (restos compactados contra o embasamento) embasamento (vale em U e estrias para W, igual à gnáissificação)	til (alojamento) abrasão glacial (fluxo W)	

Litologia Textura ASFFEMGC		DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL	
	4	Arenite fino a médio, conglomerático na base, maciço ou gradado, fluidizado, base erosiva, corpos inclinados.	Canais de leques subaquosos	
	3	Lamite laminado com traços fósseis.	Decantação subaquosa	
	1	Diamictito maciço.		
		Embassamento moldado em vales orientados a NW.	Til basal	

Litologia Textura ASFFEMGC		descrição faciológica	interpretação	
	2	"varvitos"-ritmito com camada argilosa de 1,4 mm e siltosa de 0,5 mm, camadas de argila, seixos pingados, traços fósseis	deposição subaquosa (decantação + turbidez distal e caimento)	
	2	folhelho cinza escuro laminado, seixos e matacões dispersos	deposição subaquosa (decantação e caimento)	
	1	"tilito"-diamictito cinza, bem consolidado, seixos de até 5 cm, matriz localmente calcífera vale no embasamento orientado N55W (igual à gnáissificação)	til (alojamento ou abrasão) abrasão glacial (fluxo NW)	

FIGURA 16 Sequência Ideal de Facies das Ocorrências de Salto (acima) (segundo ALMEIDA 1948 e AMARAL 1965), do Viaduto Dona Catarina (meio e acima), da Rodovia Castelinho (meio e abaixo), e de Jundiá (abaixo) (segundo MARTIN et alii 1959)

Litológico Textura ASnFFMGC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSIONAL UNIDADE DEPOSIONAL
<p>3- Arenitos finos limpos, maciços e com marcas onduladas</p> <p>2- Diamictito maciço, blocos até métricos, alterado</p> <p>1- Arenito muito fino, intercalado por siltito com níveis carbonosos. Nos últimos 5m, deformados e cortados (falhas N10W - arrasto para sul)</p>	<p>Areias de praia</p> <p>Til</p> <p>Planície/Trente deltáica clastotectonizada (fluxo NW)</p>
<p>4- Diamictito cinza médio, muito compactado, lentes de arenito carbonático.</p> <p>3- Linha de clastos (clastos imbricados N55W), estriado e com crescentes a N60W</p> <p>2- Diamictito cinza amarelado, matriz carbonática, concreções carbonáticas, lentes de arenito.</p> <p>1- Arenito médio feldspático</p>	<p>Til de alojamento com pavimento de clastos. (Deslocamento N60W)</p>
<p>5- Diamictito maciço, matriz lamítica, rico em seixos, frequentemente facetados e estriados.</p> <p>4- Lamo vermelho e amarelo, fissuração plano-paralela, assentando sobre discordância orientada N60W.</p> <p>3- Arenito fino a médio, conclomerático na base, estratificação cruzada acanalada.</p> <p>2- Arenito fino, limpo, marcas onduladas.</p> <p>1- Lamo arenoso conclomerático, camadas de arenito limpo deformadas e torcidas.</p>	<p>Til de alojamento</p> <p>Deposição supracanal sobre superfície de moleção glacial, fluxo E-W</p> <p>Canal</p> <p>Frete deltáica</p> <p>Prodelta + Frete deltáica</p>	<p>Sistema Deltáico Sistema Deltáico Sistema Deltáico Sistema Deltáico Sistema Deltáico</p>

FIGURA 17 Sequência Ideal de Facies das Ocorrências de Cerquilho, Jurumirim, e da Rodovia do Açúcar (respectivamente acima, no meio e abaixo)

O sistema supraglacial de base úmida de Monte Mor compreende as fácies diamictitos maciços (Dmm), diamictitos deformados, (Dmm(d)), arenitos deformados (Atd e Acd), diamictito com clastos estriados (Dmm(s)) e blocos em linha (Gm (s)), como está apresentado na figura 18. Esse conjunto corresponde à parte superior da Unidade V e está assentado em contato erosivo sobre fácies de canal e frente deltaica proximal de um lobo deltaico. Outras ocorrências similares aparecem nas proximidades da área em Capivari e na Rodovia Castelo Branco (Figura 19).

7.2.1.3. Considerações Finais

Os processos interpretados para a seqüência de fácies da figura 18 admitem uma evolução de processos subglaciais de alojamento ou de ablasão (Dmm) seguidos de posição supraglacial por fusão (Dmm(d)), talvez por fluxo, e por correntes de degelo (Atd e Acd). Os corpos que estão deformados são evidencia de prováveis colapsos por fusão de blocos de gelo soterrados. A parte superior representa uma retomada de avanço glacial com deposição de til de alojamento (Dmm) e formação de pavimentos intratiliticos (Gm(s)). Essa seqüência de eventos é semelhante à proposta por ROCHA CAMPOS *et alii* (1976) e é perfeitamente compatível com o modelo supraglacial de base úmida da figura 20.

Os valores direcionais obtidos para ocorrência do km 34 da Rodovia Campinas-Capivari indicam fluxo para norte na base da seqüência, seguido de fluxo noroeste na parte superior (ROCHA CAMPOS *et alii* 1976). Nas proximidades deste corpo há a ocorrência do km 114 da Rodovia do Açúcar, cuja direção é oeste.

As fácies apresentadas na figura 15 representam tilitos de alojamento (Dmm) parcialmente retrabalhados (Dmm(c)) e superpostos por depósitos de lavagem (Gz). A seqüência simplificada indica a existência de um único avanço onde a seqüência de processos e a coluna resultante é característica do sistema subglacial proglacial cujo modelo está na figura 21. Os depósitos de finos (Fl) em que há predomínio de decantação e caimento de seixos podem representar depósitos lacustrinos como os apresentados pela associação de fácies proximais (figura 21) ou podem constituir os

Litologia Textura AS ⁺ FMGC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL
6- linha de clastos - clastos e blocos alinhados, imbricados, facetados e estriados.	Tilito de alojamento Pavimento de clastos intra-tilítico, fluxo N-S. Tilito de alojamento Pavimento intra-tilítico, fluxo N75W. Tilito de alojamento	Sistema subglacial (movimento à N37W)
	5- Diamictito com clastos estriados - diamictito silteoso, maciço e homogêneo.		
	4- Diamictito dobrado - diamictito de matriz silto arenosa, intercalado por diversas lentes de arenito fino a grosseiro com marcas onduladas; no topo lente de arenito grosseiro, conglomerático, maciço.	Til de fluxo de ablação e sedimentos de contato com gel:	
	3- Diamictito maciço - diamictito de matriz silto arenosa, maciço, base erosiva com acanalamento à N.	Til de ablação	Sistema supraglacial (movimento à N)
	2- Arenitos com estratificação cruzada.	Canal fluvial na planície deltáica.	Sistema Deltáico de Monte Mor
	1- Arenito com marcas onduladas.	Frete deltáica proximal ou planície de maré	

FIGURA 18 Sequência Ideal de Facies da Ocorrência de Monte Mor

Litologia Textura AS ⁺ FMGC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL
3- Diamictito com intercalações de lentes arenosas, com dobras isoclinais e falhas normais e inversas.	Tilito de fluxo	Tilito supra-glacial e de depósitos de contato de gelo
	2- Arenitos finos a médios, estratificação cruzada e micro cruzada, com intercalações de corpos acanalados de arenito com granudecrescência ascendente e de corpos de argilitos e de diamictitos com dobras isoclinais e falhas normais inversas.	Canais de contato de gelo	
	1- Diamictito com diápiros e intercalações de lentes arenosas.	Tilito de ablação
5- Diamictito de matriz arenosa com camadas de arenito maciço, cortadas por falhas e dobras.	Tilito de fluxo e arenito de contato de gelo	Tilito supra-glacial e de depósitos de contato de gelo
	4- Clastos e calhaus alinhados.	Depósito residual (pavimento intratil)	
	3- Arenito fino passando a conglomerático no topo, um corpos cuneiformes.	Pseudomorfos de cunhas de gelo	
	2- Diamictito de matriz silto argilosa, maciço.	Til de ablação	
	1- Arenito fino a conglomerático, em corpos acanalados com granudecrescência ascendente e estratificação encurvada, paralela à base.	Canais subglaciais e supra-glaciais	

FIGURA 19 Sequência Ideal de Facies das Ocorrências de Capivari (acima), e da Rodovia Castelo Branco (abaixo). (com informações de SAAD 1977; ROCHA-CAMPOS et al. 1977; SANTOS 1979; GRAVENOR e ROCHA-CMPOS 1983.)

Este sistema desenvolve-se segundo BOULTON y DEYNOUX (1981) tanto em geleiras sub polares como em polares, porém EYLES et. al. (1983) distinguiram um sistema específico para as sub polares, que possuem base molhada e outro para as polares de base seca. O sistema aqui descrito desenvolve-se em geleiras sub polares, que apresentam regime termo-dinâmico basal complexo, combinando degelo e recongelamento cíclicos e fluxo por meio de deslize basal combinado a deformação interna.

A zona de transporte basal é espessa graças à incorporação de clastos por repetidos congelamentos da água de degelo e devido aos dobramentos compressivos desenvolvidos na zona de cavalgamento. O estágio regressivo produz zonas de estagnação que propiciam o desenvolvimento dos acavalamentos ("shear") na zona ativa, e a implantação das planícies mamelonares na zona de gelo estagnado.

Os processos de deposição são o alojamento; com tração significativa, que pode ser acompanhado de deformação por glácio-tectonização; a fusão do gelo estagnado e o fluxo em encostas, quer com "stress" intergranular elevado, quer fluxo fluido. O sistema de lavagem apresenta lagos e correntes efêmeras e ativas, instaladas entre as morainas mamelonares. O material que flui para a drenagem é recoberto pelos sedimentos lacustrinos e pelos fluviais das correntes efêmeras, e é retrabalhado quando chega até as correntes ativas. A fusão do gelo estagnado leva à deformação de todos os sedimentos depositados.

A seqüência resultante apresenta diamictito maciço e deformado na base (Dmm e Dmm(s)), com consolidação normal, e seixos que podem ter formas glaciais. São recobertos por diamictito - ressedimentado, maciço e gradado (Dmm(r) e Dmg(r)) e por um complexo de diamictitos com suporte da matriz e de clastos, ressedimentados, maciços, gradados e retrabalhados (Dmm(r), Dcm(r), Dmg(r), Dcg(r), Dcs(c)), interdigitados com litofácies lamíticas, arenosas e grosseiras (Fl, Sr, St, Sh, Gt, Gp). A seqüência apresenta deformações em anticlinais acompanhados por falhas e sinclinais secundários.

FIGURA 20 Sistema Supraglacial em Geleiras de Base Umida
(BOULTON e DEYNOUX 1981; EYLES et alii 1983)

O sistema subglacial-proglacial se desenvolve em geleiras temperadas cujo movimento se faz por deslize basal. A deposição é sub-glacial em condições de base molhada. A zona de transporte basal apresenta espessura restrita devido à fusão provocada tanto pelo calor geotermal como pelo atrito contra o substrato. Quando recuam depositam til de alojamento produzindo uma paisagem de superfície de til moldado ("fluted surface"), cortada por rede fluvial de água de degelo.

A seqüência litológica constitui um conjunto de massas planares ou lenticulares de diamictitos deformados (Dmm(s)) interdigitadas com litofácies fluviais de contato com gelo. Estes diamictitos formam unidades superpostas, com base erosiva, com alta compactação pré-diagenética, concentrações locais de clastos, superfícies "drumlinizadas" e linearizadas, seixos em forma de ferro-de-engomar paralelos ao movimento do gelo (BOULTON, 1978; EYLES et. al. 1983). As diferentes unidades podem apresentar cor e seixos de características diferentes, estando recobertas no topo por pequenas espessuras de diamictito ressedimentado (Dms(r)) pelo fluxo em encostas ou pelo cisalhamento subglacial, e de diamictitos estratificados (Dms). O conjunto todo é recoberto por sedimentos fluviais ou lacustrinos.

FIGURA 21 Sistema Subglacial-proglacial (BOULTON e DEYNOUX 1981; EYLES et alii 1983)

FIGURA 22 — ESQUEMAS DE ASSOCIAÇÕES DE FACIES DE UM CICLO GLACIAL EM CONDIÇÕES TERRESTRES E MARINHAS. (Modificado de EDWARDS, 1978).

registros do evento transgressivo que preservou os sedimentos da erosão. Essas seqüências podem no entanto fazer parte de um sistema de vale glaciolacustrino ou gláciomarinho proximal (Fjord) como será discutido adiante.

Todas as ocorrências registradas na área de trabalho ou nas suas proximidades correspondem a depósitos de geleiras temperadas. Isso significa que os corpos glaciares não deveriam ter extensão regional, e é bastante provável que a água de degelo que precedeu a chegada desses corpos na bacia tenha sido responsável pela deposição deltaica que os glaciares vieram posteriormente a cortar.

7.2.2. Sistema de Leques Subaquosos da Rodovia dos Bandeirantes

As fácies ocorrentes na Unidade I (exceto as fácies conglomerados com estratificação cruzada e diamictitos maciços) ocorrem associadas com as fácies da porção inferior da Unidade II. Essas fácies mostram-se organizadas em seqüências típicas que podem ser observadas na estrada para a pedreira Lyx (arenitos gradados, maciços, diamictitos acamados), entre o km 94 (arenitos maciços) e os kms 96 e 97 (ritmitos) da Rodovia dos Bandeirantes e no cruzamento da Rodovia Campinas-Capivari com a Ferrovia Paulínia-Itu (arenitos gradados), dentro do Campus II da Pucc (lamitos acamados) e na estrada Campinas-Indaiatuba nas proximidades desta cidade (lamitos acamados, ritmitos, arenitos gradados, deformados), cujo empilhamento hipotético está ilustrado na figura 23. As fácies referidas mostram atuação de processos de tração + decantação (lobos de suspensão), escorregamentos, fluxos de massa e decantação. Associada à elas ocorre no entanto a fácies arenitos com estratificação cruzada, onde o processo predominante é a tração, embora mostre também algumas evidências de fluidização. Além dessa situação, os ritmitos mostram bioturbação e em ocorrências de fácies de arenitos há marcas onduladas simétricas, indicando oscilação.

A grande maioria das fácies mencionadas, as diversas seqüências referidas e a seqüência hipotética da figura 23 são com

		descrição facirológica	interpretação
10	siltitos maciços e ligeiramente laminados	plataforma
	9	folhelho rítmico: folhelho castanho intercalado por lâminas milimétricas de siltito e de arenito muito fino	plataforma/leque distal
	8	ritmito: alternância centimétrica de lamito cinza e siltito gradado, com tubos de vermes e nódulos de pirita	porção distal do leque inferior
	7	lamito acamado: lamito cinza alternado com siltito e arenito muito fino em bancos decimétricos	porção proximal do leque inf.
	6	arenitos deformados, lamitos deformados: arenitos gradados e lamitos acamados, deformados por dobras convolutas	escorregamentos "slumps" no paleo-declive
	5	arenito com estratificação cruzada: arenito médio a fino lamítico estratificação cruzada, seixos pingados, fluidizado	porção mediana do leque
	4	arenito maciço: arenito fino a grosseiro, grãos médios e grânulos suportados pela matriz arenosa, maciço, estrutura em pires-"dish"	região de desconfinamento do canal subaquoso (leque mediano)
	3	diamictito acamado: diamictito com clastos de argila e marcas de sola	movimentos de massa (leque superior)
	2	arenito gradado: arenitos com ciclos de gradação normal de conglomerado maciço até lamito laminado	canais subaquosos (leque mediano e superior)
	1	lamito maciço: lamito cinza escuro maciço	plataforma

FIGURA 23 Sequência Ideal de Facies do Sistema de Leques Subaquosos de Campinas

paráveis às fácies de turbiditos apresentada por Walker (1978, 1980) figura 24. Fora da área de trabalho diversos artigos descrevem litologias e fácies (figura 25) que podem também serem incluídos como fácies de turbiditos, formadas por leques subaquosos. Diversos trabalhos de interpretação faciológica utilizam-se do modelo de Bouma (Figura 24) para a interpretação de pares de argila a reia e areias gradadas como resultantes de leques subaquosos. Desde que os turbiditos foram definidos os modelos de fácies clássicos (Mutti e Lucchi, 1971; Walker, 1978, 1980 e Mutti, 1980) foram definidos para depósitos no talude e na planície abissal.

De acordo com o modelo de Walker, figura 24 a sequência de Indaiatuba é interpretada como fácies de "slumps" (figura 26), a sequência da estrada da pedreira Lyx e do km 94 da Rodovia dos Bandeirantes como fácies de canal do leque subaquoso, a sequência da ferrovia como "supra fan", e as sequências dos kms 96 e 97 da Bandeirantes e da PUCC como porções de leque distal. A partir dos trabalhos de FAVERO e PASSEGA (1980) e de outros trabalhos realizados na plataforma Antártica (WRIGHT e ANDERSON, 1982) admite-se o desenvolvimento de lobos de suspensão em função apenas da densidade relativa do fluxo que entra em um corpo aquoso e admite-se que o desenvolvimento de leques subaquosos depende do declive da bacia receptora. No Brasil, DELLA FAVERA (1984) e depois CAETANO CHANG (1985) descreveram e interpretaram sequências turbidíticas na plataforma; essas sequências seriam frentes deltaicas de deltas de alta carga.

A interpretação dos leques subaquosos de Campinas como leques desenvolvidos em declives altos em razão de desníveis tectônicos ou mais provavelmente formas de erosão glacial, alimentados por correntes de degelo, permite explicar a presença de estruturas de água rasa (bioturbação e oscilação) e a presença próxima de fácies fluviais (arenitos com estratificações cruzadas). As sequências poderiam ser interpretadas como deltas de alta carga, como pode ser feito em Itu (Figura 25) não fosse a presença das fácies deformadas e das fácies de movimento de massa, ambos os tipos relacionados com declives acentuados.

7.2.3. Sistema de Plataforma de Hortolândia

FIGURA 24 Modelo para Leques Submarinos (WALKER 1978, 1980)

		descrição faciológica	interpretação
5	arenito fino a muito fino, limpo, marcas onduladas e micro-cruzadas	facies de abandono de lobo
	4	arenito grosseiro, com ciclos de granodecrescência de com - glomerado a arenito médio, estratificação cruzada canalada	canal
	3	ritmito (espessura dos pares diminui para o topo) a-lamito milimétrico e siltito submilimétrico b-argilito submilimétrico e arenito muito fino milimétrico com lentes decimétricas de arenito muito fino c-folhelho centimétrico arenito muito fino centimétrico com marcas onduladas d-folhelho subdecimétrico e arenito gradado decimétrico	sequência de retirada da frente glacial e distanciamento da frente deltáica
	2	arenito fino com acanamento grosseiro, estratificação cruzada e marcas onduladas, com lentes de diamictito	frente deltáica de leques de lavagem
	1	diamictito intercalado com corpos descontínuos de arenito e de argilito	fluxo de massa ou til basal

FIGURA 25 Sequência Ideal de Facies da Região de Itu (conforme SANTOS 1979; SUNDARAM e ROCHA-CAMPOS 1981; ROCHA-CAMPOS et alii 1983; SOUZA-FILHO e STEVAUX 1984)

A parte superior da Unidade II e a parte inferior da Unidade III compreende um conjunto de fácies caracterizado pelo predomínio de litologias finas. As fácies siltitos, folhelhos, calcários siltosos, diamictitos espessos e estratificados compreendem um conjunto depositado por decantação, onde há contribuição de caimento ("dropping") em diferentes intensidades.

A área de ocorrência dessas fácies é muito pobre em afloramentos e não permite aproximação melhor do que a ordem de apresentação das fácies, que obedece sua provável seqüência estratigráfica. Por essa seqüência é possível a interpretação de um corpo aquoso de expressão sub-regional persistente em longo período de tempo já que os finos apresentam espessura superior a duzentos metros de espessura. Esse corpo aquoso apresentava condições redutoras (cores cinza e pirita nas fácies), ausência de caimento na porção basal e maior freqüência no topo, e uma ocorrência de fósseis marinhos em Hortolândia.

Os fósseis de Hortolândia (SAAD 1977, ROCHA-CAMPOS e ROSLER 1978) são os melhores indicadores das condições do corpo aquoso já que os gêneros são predominantemente bentônicos da região sublitorânea, segundo SANTOS (1979), embora o mesmo autor que as litofácies são de plataforma externa pelo modelo de ANDERSON (1972).

Para o topo a maior freqüência de seixos caídos pode indicar a retomada de ação glacial nas margens da bacia e uma maior contribuição do gelo dentro dela, vindo a caracterizar um sistema glacio marinho distal (Figura 22).

Fora da área de trabalho os dados bibliográficos descrevem um sistema de plataforma correlacionável ao de Hortolândia em Itu e Salto, denominado como "marker" transgressivo por SOUZA FILHO e STEVAUX (1985); além desse, CAETANO-CHANG (1985) descreve também um sistema de plataforma rasa no sul do Estado de São Paulo, mas não é possível a correlação deste com o de Itu-Salto e o de Hortolândia.

7.2.4. Sistema Deltaico da Rodovia do Açúcar

No Subgrupo Itararé em São Paulo, diversos sistemas deltaicos vêm sendo interpretados desde que SOARES *et al* (1977) ela

FIGURA 27 Diagrama em Painel de Seções Colunares da Região de Monte Mor

boram seu modelo deposicional para as porções média e superior da unidade. Na área de trabalho, há diversas seqüências faciológicas características de lobos deltaicos como as que podem se vistas nas figuras 27 e 28, cujas colunas idealizadas estão nas figuras 29 e 30. Na figura 29 onde a seqüência está completa observa-se uma as socição basal de finos com siltitos intercalados por arenitos mui to finos, seguido de fácies mais grosseiras com arenitos muito fi nos com estratificação cruzada tabular e acanalada, conglomerados maciços, lamitos arroxeados, lamitos com carvão, arenitos plano paralelos e arenitos bimodais, que passam para fácies finais no to po tais como arenitos com marcas onduladas siltitos e folhelhos. Estas seqüências aparecem em ciclos incompletos e repetidos como pode ser visto nas figuras 27, 28 e 30.

As fácies de frente deltaica proximal (arenitos mui to finos), planície deltaica/planície aluvial (conglomerados maci ços, arenitos com estratificação cruzada tabular e acanalada, la mitos arroxeados e lamitos com carvão, arenitos plano paralelos, bimodais e arenitos com marcas onduladas) compreendem a Unidade IV (arenitos), enquanto que as fácies de prodelta + frente deltaica distal (siltitos e arenitos muito finos) e plataforma (siltitos, folhelhos) constituem a Unidade III (lamitos e diamictitos).

A repetição dos corpos arenosos ocorre em ciclos de dezenas de metros quando sua seqüência arenosa está completa e po de medir até quarenta metros de espessura (figura 27) mas pode se apresentar em seqüências mais curtas quando apresenta ciclo incom plete (figuras 28, 30). Os corpos são alongados e com rápida va riação lateral (figuras 27, 28,).

As fácies de planície deltaica/planície aluvial apre sentam fácies de canal onde podem ser identificados os depósitos residuais (Gm), fácies de barras longitudinais (At), fácies de bar ras em pontal (Ac e Fm), e fácies de planície de inundação (Fl e Fm) onde podem se desenvolver depósitos de carvão (Fmc e Flc) co mo os do Sítio da Mina em Monte Mor. As fácies de retrabalhamento do lobo deltaico são representadas por fácies de praia (Ap) de in termaré (Ao) e mais raramente por fácies de dunas (Ab). As fácies de prodelta apresentam dois tipos de processos básicos: a de cantação que origina os siltitos e os folhelhos, e o caimento, que de pendendo da sua intensidade pode originar os diamictitos espessos

SITUAÇÃO DOS PONTOS E DISTRIBUIÇÃO DOS LOBOS DELTAICOS

- ← Sentido de transporte
- Envolvimento do arenito de canal
- 20 Cota relativa à base da Fm. Tatui

FIGURA 28 Diagrama em Painel de Seções Colunares da Região de Iracemápolis e Santa Bárbara do Oeste

		descrição faciológica	interpretação
12	arenito fino, médio, bimodal, estratificação cruzada de alto ângulo	prodelta
	11	carvão	duna litorânea
	10	siltito com restos vegetais e fósseis de água doce	planície de inundação
	9	arenito grosseiro com ciclos de afinamento até médio, estratificação cruzada	canal
	8	conglomerado em depósitos irregulares	
	7	arenito muito fino fino, estratificação plano-paralela	praia
	6	arenito fino micro-estratificação cruzada, deformado	frente deltaica
	5	lamito arenoso conglomerático maciço	
	4	siltito laminado deformado	
	3	calcário micrítico com restos fosfáticos deformado	prodelta/frente deltaica
	2	arenito muito fino marcas onduladas e micro-cruzadas por migração de ondas	
	1	siltito cinza maciço ou laminado	prodelta

FIGURA 29 Sequência Ideal de Facies do Lobo Deltaico de Monte Mor

		descrição faciológica	interpretação
7	arenito muito fino cinza, estratificação plano paralela	prodelta praia canal
	6	lamito ligeiramente conglomerático	prodelta/frente deltáica
	5	siltito laminado	prodelta
	4	arenito muito fino micro-estratificação cruzada, deformado	frente deltáica
	3	arenito conglomerático com afinamento até médio, estratificação cruzada	canal
	2	arenito muito muito fino micro-estratificação cruzada	prodelta/frente deltáica
	1	lamito cinza, laminado ou maciço	prodelta

FIGURA 30 Sequência Ideal de Facies dos Lobos Deltaicos entre Santa Barbara e Iracemópolis

		descrição faciológica	interpretação
7	lamito laminado assentado sobre superfície erosiva	
	6	arenito fino a médio estratificação cruzada	canal fluvial
	5	arenito fino limpo, marcas onduladas	frente deltaica
	5	arenito muito fino, limpo, com grânulos na base	barra de desembocadura
	4	arenito lamítico conglomerático, seixos polimíticos e clastos de argila, corpos de arenito deformados	prodelta
	3	lamito laminado	prodelta
	2	arenito fino a siltito maciço, base acanalada	barra de desembocadura
	1	lamito silteoso, lentes de arenito deformadas	prodelta

FIGURA 31a Sequência Ideal de Facies do Lobo Deltaico do km 114 da Rodovia do Açúcar

		descrição faciológica	interpretação
10	lamito com corpos de arenito muito fino, limpo, deformado	prodelta
	9	diamictito maciço, assentado sobre lamito	tal basal
	8	arenito médio estratificação cruzada	canal fluvial
	7	arenito muito fino limpo	frente deltaica
	6	arenito lamítico conglomerático, corpos deformados	prodelta
	5	lamito laminado, com lentes de arenito fino e siltito, às vezes deformado	prodelta/frente deltaica
	4	arenito fino laminação plano-paralela, muito fino, ondulada	frente deltaica
	3	arenito médio a grosseiro, em ciclos de afinamento e com estratificação cruzada	canal fluvial
	2	arenito muito fino, intercalado com lamito maciço, com diápiros	frente deltaica/prodelta
	1	siltito, arenito muito fino e argilito, dobras convolutas, camadas de arenito mais espessas para o topo	prodelta

FIGURA 31b Sequência Ideal de Facies dos Lobos Deltaicos da Rodovia do Açúcar entre os km 106 e 112.

e os estratificados. É muito frequente a existência de deformações plásticas e fluidização nas fácies de prodelta em virtude da progradação da planície deltaica, o que pode originar os diamictitos fluidizados quando o siltito ou folhelho possui seixos pingados. O caimento pode também ser intenso sobre areias da frente deltaica, vindo dessa maneira a originar os diamictitos arenosos.

A granulação grosseira das fácies arenosas, a forma alongada dos corpos de areia, a frequente relação direta entre fácies de canal e de prodelta (figuras 27, 28, 29 e 30) indicam progradação rápida. Por outro lado a associação de corpos glaciares com a planície deltaica (figura 27 e 41) indica associação dos glaciares com os lobos deltaicos, que progradam no mesmo sentido para o interior da bacia. Os cursos alimentados dos lobos deltaicos provavelmente foram correntes de alta carga, e que devem ter originado fluxos turbiditos no prodelta proximal, o que explica a frequente presença de ritmitos entre os pacotes de litologia finas.

Fora da área de trabalho foram identificadas seqüências deltaicas semelhantes na Rodovia do Açúcar (figura 31) e há descrições na bibliografia, entre as quais a de CAETANO-CHANG e LANDIM, 1983 e 1984 (figura 32) e o de CABRAL JR e MOTTA (1985) (figura 33).

O intervalo II de SAAD (1977) compreende portanto as unidades III, IV e V, que contém as rochas que foram formadas em um complexo deltaico onde os lobos deltaicos podem ter progradado graças às águas de degelo de pequenos corpos glaciares que avançaram bacia a dentro.

7.2.5. Sistema de Leques Aluviais de Casa Branca

Na porção norte e nordeste da área mapeada ocorrem diversos afloramentos das fácies conglomerados com estratificação cruzada, diamictitos lamíticos, diamictitos arenosos, além de arenitos com estratificação cruzada tabular e acanalada lamitos vermelhos, siltitos e arenitos muito finos. Infelizmente a extensão da região não permite que seja estabelecida uma seqüência litológica ideal, no entanto as diversas fácies que aí ocorrem ad

Litologia	FACIES
6	arenitos feldspáticos finos a médios e muito finos a finos; localmente contendo areia muito grossa e grânulos; esbranquiçados; regularmente selecionados, relativamente limpos a silticos. Abundantes estratificações cruzadas acanaladas de porte médio, estratificações cruzadas tabulares.	depósitos de canal distributário
	2	folhelhos, lamitos e siltitos interlaminados, seixos pingados. Laminações plano-paralelas, onduladas e cruzadas; bioturbação horizontal e pistas fósseis	baías interdistributárias com influência glacial
	5	lamitos levemente arenosos, com níveis conglomeráticos intercalados. Acamamento decimétrico	baías interdistributárias (porção distal)
	4	arenitos sub-feldspáticos amarelados, finos a médios, regularmente selecionados e limpos. Laminações cruzadas, acanaladas de pequeno a médio porte, cruzadas por migração de ondas	barras de desembocadura de distributário deltáico
	3	arenitos quartzosos esbranquiçados, muito finos e finos até médios. Laminações cruzadas e onduladas, dobras de escorregamento, marcas de sobrecarga	barras distais na frente deltáica
	1	siltitos e arenitos muito finos a silticos. Laminações plano paralelas e bioturbações	sedimentos prodeltáicos e de plataforma continental

FIGURA 32 Sequência Ideal de Facies do Sistema Deltaico de Itapo - ranga. (baseado em CAETANO-CHANG e LANDIM 1983,1984 e em CAETANO-CHANG 1985)

	descrição facirológica	interpretação
(UNIDADE B)	planície de inundação
		dique marginal
		canal
		depósito residual
	7	siltito e argilito cinza baciço bioturbado
	6	siltito carbonoso e carvão
	5	arenito muito fino micro-cruzadas, marcas de raízes
	4	arenito médio (de conglomerático até fino) pouca matriz estratificação cruzada acanalada
	3	conglomerado polimítico
	(UNIDADE B)	depósito residual
	2	arenito muito fino, limpo, estratificação cruzada de baixo ângulo, micro-cruzada e ondulada
	1	siltito cinza maciço, laminado, e com marcas onduladas
		prodelta/frente deltaica

FIGURA 33 Sequência Ideal de Facies para as Unidades A e B de Buri (CABRAL Jr e MOTTA 1985)

		descrição faciológica	interpretação
	6	siltitos com carvão	baixios interdistributários
	5	arenitos conglomeráticos até muito finos, estratificação cruzada acanalada	canal
	4	arenitos finos e muito finos, limpos, bem selecionados, micro-estratificação cruzada	barras costeiras
	3	diamictitos com gradação para ritmitos e lamitos, deformados	plataforma com deposição glacio-marinha ou com fluxo de massa
	2	siltitos, lamitos, ritmitos, estratificação micro-cruzada ondulada e plano-paralela, cor cinza ou preta	plataforma rasa
	1	siltitos e arenitos muito finos bioturbados, estratificação micro cruzada ondulada e flaser	frente deltaica/prodelta

FIGURA 34 Sequência Ideal de Facies para a Unidade C de Buri
(CABRAL Jr e MOTTA 1985)

mitem ter sido originadas por fluxos de massa, correntes de regime de fluxo superior e inferior alto e processos de decantação e caimento. Esse conjunto de processos sedimentares aparece também em outros trabalhos realizados em especial o de FIORI (1977) e FIORI e LANDIM (1980), e o de CABRAL Jr. e MOTTA (1985).

Os perfis idealizados obtidos a partir dos trabalhos de FIORI (1977) e FIORI e LANDIM (1980), Figura 35 e o de CABRAL Jr. e MOTTA (1985), Figura 36 mostram a repetição de corpos arenosos que segundo os primeiros autores representam leques aluviais que adentram à um corpo lacustre; e segundo os outros dois corpos respondem à leques deltaicos. Na rodovia Casa Branca-Mococa (Figura 38) e na cidade de Águas da Prata (Figura 37) ocorrem seqüências faciológicas que ilustram muito bem a progradação de um desses corpos arenosos em cada uma das áreas.

As fácies pelíticas que ocorrem dentro da área representam portanto corpos aquosos com contribuição glacial por gelos flutuantes. As fácies arenosas encontradas nessas seqüências de mostram frequente retrabalhamento por ondas e por marés, as fácies grosseiras representam a progradação de tais leques para dentro do corpo aquoso.

7.2.6. Sistema Costeiro de Tupi

A parte superior do Subgrupo Itararé apresenta na área de ocorrência da Unidade VI e VII corpos lenticulares de arenitos nos quais são identificadas as fácies arenitos muito finos, arenitos com marcas onduladas, arenitos com estratificação cruzada sigmoidal conglomerados maciços, arenitos com estratificação cruzada tabular e os com acanalada, lamitos com carvão (figuras 39, 40, 41, 42, e 43).

O conjunto de fácies apresentando demonstra uma relação íntima entre fácies de planície deltaica com fácies costeiras. Os conglomerados maciços, ou arenitos com estratificação cruzada tabular e os com acanalada representam os canais distributários, os lamitos com carvão, a planície de inundação de lobos deltaicos presentes em uma planície costeira que é representada por arenitos muito finos, arenitos com marcas onduladas, arenitos com es

Litologia	Fácies		
	3	arenito médio a grosseiro estratificação cruzada, lente EW	leque aluvial proximal
	2	arenitos finos lamíticos, lamitos arenosos conglomeráticos maciços, corpo lenticular	leque aluvial distal
	1	lamitos e argilitos maciços, lamitos arenosos e lamitos com glomeráticos rítmicos	deposição subaquosa (lacustrina e proleque)
	3	arenitos médios, lamíticos, lentes à EW	leque aluvial proximal
	2	arenito fino lamítico, estratificação cruzada de médio porte corpo lenticular	leque aluvial distal
	1	lamitos arenosos conglomeráticos maciços, lamitos vermelhos maciços e laminados	deposição subaquosa (lacustrina e proleque)
	3	arenito médio a grosseiro estratificação cruzada, lente EW	leque aluvial proximal
	2	arenito fino maciço, arenito lamítico conglomerático	leque aluvial distal
	1	ritmito, lamito, lamitos arenosos conglomeráticos maciços	deposição subaquosa (lacustrina e proleque)
	3	arenitos grosseiros estratificação cruzada, lente EW	leque aluvial proximal
	2	arenitos finos maciços, arenitos conglomeráticos maciços, com feições de escorregamento	leque aluvial distal
	1	lamitos com laminação cruzada ou plano-paralela, deformados	deposição subaquosa (lacustrina e proleque)

FIGURA 35 Sequência Ideal de Facies da Formação Aquidauana em Monte Santo. (segundo FIORI e LANDIM 1980)

	descrição facirológica	interpretação
5	diamictitos arenosos e lamíticos maciços ou com estratificação cruzada, base acanalada	fluxos de massa
	4	arenitos conglomeráticos até finos, estratificação cruzada	leque aluvial canal
	3	arenitos finos a médios, limpos, bioturbados, estratificação micro-cruzada e marcas onduladas	turbiditos (TAB)
	2	diamictitos lamíticos e arenosos, gradados e com dobras convolutas	fluxos de massa subaquosos
	1	siltitos e folhelhos escuros, estratificação plano-paralela, convoluta, com pseudo-nódulos	plataforma

FIGURA 36 Sequência Ideal de Facies para o Sistema de Leques Deltaicos (CABRAL Jr e MOTTA 1985)

Lito-logia Textura ASnFFMGC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL
	<p>3- Arenitos finos a médios: arenitos finos a médios de matriz lamítica, laminação plano-paralela e cruzada de porte pequeno e médio. Corpos tabulares com seções lenticulares.</p> <p>2- Lamitos com seixos: lamitos argilosos vermelhos maciços, grãos angulosos dispersos na matriz e seixos de rochas cristalinas e sedimentares, dispersos ou em concentrações com grandocrescência ascendente.</p> <p>1- Lamitos rítmicos: siltitos arenosos e siltitos argilosos intercamados milimetricamente, seixos e grânulos pingados. Lentes de areia com marcas de onda assimétrica. Cores vermelhas.</p>	<p>Canal - porção distal de leque aluvial</p> <p>Fluxo de lama - porção distal de leque aluvial</p> <p>Fluxos densos/decantação em corpo aquoso oxidante</p>

FIGURA 37 Sequência Ideal de Facies da Formação Aquidauana em Poços de Caldas

Lito-logia Textura ASnFFMGC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL
	<p>Lamito ligeiramente condriomérático, grânulos esparsos.</p> <p>Diamictito com matriz arenosa, maciço na base, laminado no topo. Base acanalada.</p> <p>Arenito médio, estratificação cruzada.</p> <p>Arenito médio, bem selecionado, seixos esparsos, corpos lenticulares intercamados.</p> <p>Lamito arenoso laminado, lentes decimétricas de arenito médio com marcas onduladas e "hummocky" e camadas métricas de arenito médio argiloso, maciço, com afinamento para o topo para siltito.</p> <p>Diamictito maciço, corpos decimétricos intercalados com conglomerado de matriz arenosa.</p>	<p>"Mud flow"</p> <p>Fluvial</p> <p>Prata</p> <p>Plataforma</p> <p>Tm basal + retrabalhamento da porção proximal de leques aluviais</p>

FIGURA 38 Sequência Ideal de Facies da Formação Aquidauana entre Mococa e Casa Branca.

tratificação cruzada sigmoidal que representam áreas sob influência de ondas e marés.

O corte atual da topografia recorta de maneira irregular esse sistema costeiro fazendo com que em alguns locais fique preservado parte do sistema deltaico, como em Tupi (figuras 40 e 42) e Limeira (figura 39), parte de um sistema de ilha barreira (figura 41) ou o prodelta/plataforma (figura 28). Na Rodovia do Açúcar (figuras 41 e 43) há uma provável coalizão entre parte de um lobo deltaico cortado por um sistema glacial ainda mal definido (figura 43) e o sistema costeiro aí representado por fácies de um sistema ilha barreira.

Situações semelhantes às descritas podem ser encontradas em Pitanga (fig. 44) onde as fácies de praias estão bem definidas; em Cerquilha (figura 45) e na Serra dos Pais (figura 46) onde dois sistemas deltaicos foram descritos por STEVAUX *et alii* (1985) e por CAETANO-CHANG e LANDIM (1983, 1984); em Mato Seco onde há um belo exemplo de sequência de ilha-barreira com depósitos carvoeiros (figura 47); e entre Piracicaba e Tietê onde fácies de frente deltaica e prodelta estão presentes (figura 48). Como já foi mencionado, a presença de fácies de sistemas glaciais é registrada também em Cerquilha (figura 17) e em Jumirim.

FIGURA 39 - Diagrama em Painel de Seções Colunares da Região de Limeira.

FIGURA 40 Diagrama em Painel de Seções Colunares da Região de Tupi

Litologia	Textura a 5m f.m.c.	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL (UNIDADE DEPOSICIONAL)
7		Arenito médio, com ciclos de afinamento de conglomerado a areia fina. Estratificação cruzada tabular (arenito conglomerático)	Canal
6		Arenito fino, estratificação cruzada de pequeno porte (arenitos finos, estratificação cruzada) inter-acamados com arenitos muito finos, limpos, marcas onduladas simétricas.	Planície + Canal de maré
5		Lamitos com grânulos dispersos na matriz, maciço (diamictito lamítico), com corpos acanalados, deformados de arenito médio com estratificação cruzada tabular de médio porte (arenito médio, estratificação cruzada).	Porção distal de leques aluviais (lavagem?) atingindo o prodelta
4		Arenito finos a muito finos, limpos, com marcas onduladas simétricas e seixos pingados (arenitos com marcas onduladas)	Planície de maré
3		Siltito carbonático, lenticular (calcários siltosos).	
2		Diamictito - matriz lamito arenosa, níveis de arenito muito fino (diamictito fluidizado).	
1		Siltitos inter-acamados com lamitos, com dobras convolutas (siltitos deformados)	Prodelta

FIGURA 42 Sequência Ideal de Facies da Ocorrência de Tupi

Litologia	Textura a 5m f.m.c.	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL (UNIDADE DEPOSICIONAL)
6		Lamito conglomerático maciço, base erosivo	Frete deltaico
5		Arenito conglomerático afinando o arenito fino estratificação cruzada	Canais de contato da gele
4		Conglomerado seixos decimétricos	Til de alojamento
3		Arenito muito fino, pp, mo, micro cruzado	Canal
2		Lamito conglomerático cinza maciço	Frete deltaico
1		Lamito cinza pp deformado seixos pingados	Prodelta frente deltaico
			Prodelta

FIGURA 43 Sequência Ideal de Facies da Ocorrência do km 131,7 da Rodovia do Açúcar

Litologia	Textura	FACIES	DESCRIÇÃO FACIOLOGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL (UNIDADE DEPOSICIONAL)
	Asm. FINE	5	Ciclos de diamictito com matriz arenosa, conglomerado, arenito médio a grosso, com afinamento para o topo, lamito com grânulos dispersos.	Porção proximal de leques aluviais ou de lavagem
	Asm. MED	4	Arenito grosseiro a conglomerático, estratificação cruzada acanalada.	Canal (planície deltaica)
	Asm. MED	3	Arenito médio, bem selecionado, laminação paralela	Praia
	Asm. MED	2	Arenito argiloso, seixos esparsos (diamictito arenoso)	Frete deltaica
	Asm. FINE	1	Siltito laminado, maciço e ritmito siltito-argilito	Prodelta

FIGURA 44 Sequência Ideal de Facies na Área de Pitanga

LITOLOGIA	TEXTURA	FACIES	DESCRIÇÃO FACIOLOGICA	INTERPRETAÇÃO FACIOLOGICA UNIDADE DEPOSICIONAL	POSICÃO
	Asm. FINE	F9	Lamito verde/avermelhado, maciço, localmente arenoso, carbonático	"OFF SHORE"	FORMAÇÃO TATUI
	Asm. MED	F8	Arenito fino bem selecionado, límpido, friável, branco localmente esverdeado, maciço(?)	PRAIAS TRANSGRESSIVAS (ILHAS BARREIRAS)	
	Asm. MED	F7	Lamito cinza avermelhado/esverdeado com laminação plano-paralela incinente, lentes arenosas, centimétricas, canais arenosos com "shale clasts", "fining upward" e estratificação micro cruzada. Lentes de calcário imbuído com "birdseeds". Localmente concentrações de material carbonoso.	PLANÍCIE DE VARE.	
	Asm. FINE	F6	Lamito arenoso, cinza avermelhado, intercalado com arenito semelhante à F5. Maciço ou com laminação perturbada por ação de organismo.	PLANÍCIE ALUVIAL (PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO)	FORMAÇÃO RIO BRUNO
	Asm. MED	F5	Arenitos médios variando de conglomerados a silte, feldspáticos com fragmentos de siltito na base dos canais. Base do ciclo sempre erosiva, gradativo para o topo, estratificação cruzada de médio porte(?).	PLANÍCIE ALUVIAL (CANALIS FLUVIAIS/ DISTRIBUTÁRIOS)	
	Asm. FINE	F4a	Arenito lamítico, ligeiramente conglomerático, preto a cinza escuro com fragmento de carvão e matéria orgânica, maciço e ligeiramente lenticular, com "fining upward"	PLANÍCIE DELTAICA (PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO)	
	Asm. FINE	F4b	Siltito cinza, estratificação plano-paralela, marcas onduladas, tubos de vermes, argilito preto em druse.	BAIXA INTERDISTRIBUTÁRIA	
	Asm. FINE	F3	Siltito argiloso, arenoso colorações escuras ricas em matéria orgânica e restos de vegetais (fragmentos grandes) carbonizados. Camadas de carvão puro ou intercalado com o siltito, piritoso.	PLANÍCIE DELTAICA	
	Asm. FINE	F2	Arenito fino a silte argiloso com fragmentos de matéria orgânica dispersos. Aspecto geral maciço, com marcas de ondas e micro cruzadas; provavelmente fluidizado em parte.	FRONTE DELTAICA	FORMAÇÃO RIO BRUNO
	Asm. FINE	F1a	Lamito argiloso localmente arenoso ligeiramente conglomerático, com intercalações lenticulares de areia muito fina, carbonato, piritoso raramente fragmento matéria orgânica dispersos. Geralmente maciço por fluidização, estruturas de escorreamento, microfalhas.	PRODELTA	
	Asm. FINE	F1b	Ritmito de siltito cinza, argilito preto, com lentes decimétricas de arenito fino e lentes centimétricas de seixos de lamito. Seixos arredondados, crestas de contração	PRODELTA	

FIGURA 45 Sequencia Ideal de Facies do Sistema Deltaico de Bairro Aliança (segundo PERINOTTO et al, 1985)

Litologia Textura ASMEFMAC	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL UNIDADE DEPOSICIONAL
<p>8 Calcários e siltitos margosos.</p> <p>7 Diamictito matriz siltito lamítico.</p> <p>6 Lunitos e siltitos rítmicos com micro cruzadas.</p> <p>5 Arenitos desde grossos a médios, estratificação cruzada, ciclos de afinamento.</p> <p>4 Lamito com grânulos e areias esparsas</p> <p>3 Arenito fino a muito fino, cruzadas de pequeno porte</p> <p>2 Arenito muito fino, micro estratificação cruzada.</p> <p>1 palmeiras e lunitos cinza claro, camadas contorcidas</p>	<p>Canal fluvial</p> <p>Bato interdistributário</p> <p>Canal fluvial</p> <p>Bato interdistributário</p> <p>Canal fluvial</p> <p>Barro de desembocadura</p> <p>Bato interdistributário</p> <p>Canal fluvial</p> <p>Bato interdistributário</p> <p>Barro de desembocadura</p> <p>Barro distal/prodelta</p> <p>Prodelta</p>

FIGURA 46 - Sequência Ideal de Facies do Sistema Deltáico
Serra dos Pais

Litologia Textura a s m f m d c		DESCRIÇÃO FACIOLOGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL (UNIDADE DEPOSICIONAL)
8	Siltito cinza maciço e calcários siltosos	Plataforma
7	Arenito médio com afinamento para fino, estratificação cruzada	Canal
6	Arenito fino, limpo, estratificação plano-paralela e ondulada com afinamento para arenito muito fino, lamítico e siltito maciço.	Planície de Maré
5	Arenito limpo, granulação bimodal fina a muito fina, estratificação cruzada tabular e porte médio.	Duna
4	Siltito maciço, com restos vegetais e carvão, piritoso para o topo, intercalado com arenito muito fino bem estratificado (plano-paralela e ondulada).	Laguna
3	Arenito fino, estratificação plano-paralela, marca ondulada, cruzada de pequeno porte, "flaser", alternado com corpos maciços.	Planície de Maré Praia
2	Arenito fino, limpo, com ciclos de afinamento de arenito médio com grânulos de siltito a arenito muito fino. Estratificação cruzada sigmoidal.	Planície de Maré
1	Arenito conglomerático, matriz lamítica, seixos dispersos ou em lentes, maciço, laminação plano-paralela, ondulada, fluidizada	Prodelta - Frente deltática

FIGURA 47 Sequência Ideal de Facies do Sistema Ilha-barreira de Mato Seco

Litologia Textura a s m f m d c		DESCRIÇÃO FACIOLOGICA	INTERPRETAÇÃO DEPOSICIONAL (UNIDADE DEPOSICIONAL)
6	Arenito muito fino a siltico, intercalado com lamito arenoso, seixos esparsos.	Frente deltaica distal
5	Calcário induro com "birds eyes".
4	Ritmito (siltito-argilito).	Prodelta
3	Arenito em corpos métricos, com granulação que varia de grossa na base a muito fina no topo, marcas assimétricas e miqrantes.	Frente deltaica proximal
2	Diamictito - matriz siltica e arenosa, cinza, maciço, corpos acanalados de arenito médio a fino, deformados.	Prodelta
1	Arenitos muito finos a finos, amarelos ou cinza claros, seixos esparsos, marcas onduladas.	Frente deltaica distal

FIGURA 48 Sequência Ideal de Facies na Seção Tietê-Piracicaba

CAPÍTULO 8

EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA

O trabalho de SAAD (1977) apresenta uma divisão paleonológica do Subgrupo Itararé em três intervalos. Apesar de generalizada, ela permite uma boa inferência temporal dentro da unidade, e será utilizada para a definição dos diferentes estágios evolutivos da unidade.

O terço inferior do Subgrupo Itararé corresponde ao intervalo Microflora I de SAAD (1977). O conjunto litológico nele compreendido é o resultado da evolução do Sistema Subglacial -proglacial de Campinas, do Sistema de Leques Subaquosos da Rodovia dos Bandeirantes e do Sistema de Plataforma de Hortolândia.

A instalação da bacia na região se deu sobre um relevo acidentado, com altos e baixos com grande declividade. Essas formas podem ser o resultado de ação tectônica ou glacial, provavelmente de ambos os fatores. É possível que houvessem vales glaciais em diversas altitudes e de diferentes amplitudes onde o gelo deixou tills de alojamento que foram parcialmente retrabalhados e recobertos por sedimentos fluviais de lavagem ou lacustrinos nos vales mais altos e por sedimentos finos nos vales mais baixos inundados pelo mar.

O recuo do gelo propiciou uma transgressão que em primeiro estágio afogou os vales, deixando terras altas emersas, de onde provieram as fontes alimentadoras dos leques subaquosos que se desenvolveram nas bordas com alto declive desses vales. Os leques apresentam portanto distribuição irregular, tamanhos diferentes, padrão de paleocorrente variável, associação íntima com deltas de alta carga e cursos fluviais, formando corpos arenosos irregulares e erráticos.

A efetivação do evento transgressivo cobriu os altos do embasamento e fez cessar o desenvolvimento dos leques subaquosos na área. A essa época o gelo deve ter se retirado por completo, não deixando registro na plataforma formada. Nesta fase as condições marinhas fizeram "on lap" sobre o embasamento, como pode ser observado no trevo para Holambra, na Rodovia Campinas Mogi-Gua

çu e em Salto, sobre o granito que ocorre na Rodovia do Açúcar. No final do intervalo a ação glacial voltou a influenciar a sedimentação antecedendo-se aos avanços que originaram os deltas da parte média do Subgrupo Itararé.

O terço médio do Subgrupo Itararé corresponde às rochas depositadas durante o intervalo Microflora II de SAAD (1977). O conjunto litológico originou-se devido ao desenvolvimento do Sistema Deltaivo da Rodovia do Açúcar, Sistema de Leques Aluviais de Casa Branca com íntima associação com sistemas glaciais, entre os quais o Sistema Supraglacial de Base Úmida de Monte Mor.

A partir da instalação definitiva da "Plataforma Horizontalândia", a atuação marginal dos glaciares permitiu a progradação da linha de costa por meio de lobos deltaicos alimentados por água de gelo. Tais corpos deltaicos apresentaram diferentes feições conforme sua situação geográfica; a sul da área constituíam-se deltas de alta carga e a norte sua carga era tal que eram leques costeiros. Nesses lobos deltaicos que provavelmente precediam o avanço de corpos de gelo houve condições para desenvolvimento de carvão, como em Monte Mor.

Durante todo o intervalo Microflora II de SAAD (1977) os lobos se desenvolveram em sucessivas progradações e abandonos, com frequência cada vez maior conforme o passar do tempo. Os elementos paleogeográficos disponíveis para este sistema são as direções do fluxo de água e do gelo e as direções de linha de costa; em Monte Mor o fluxo de água se deve a SW e NW, o fluxo de gelo a NW e a paleo linha de costa situava-se a NNW, os demais lobos identificados situam-se já no intervalo Microflora III de SAAD (1977) e mostram nos corpos inferiores, direções de fluxo de água para W em Limeira e SW em Capivari, com linha de costa NNW e NW, respectivamente.

O terço superior da unidade corresponde as rochas sedimentares durante o intervalo Microflora III de SAAD (1977). Sua parte inferior e média é resultado da sedimentação promovida pelo Sistema Deltaico da Rodovia do Açúcar na parte centro sul e pelo Sistema de Leques Aluviais de Casa Branca na parte norte, ambos em transição para o Sistema Costeiro de Tupi, responsável pela posição final do Subgrupo Itararé.

Neste intervalo de tempo os lobos deltaicos passaram

a apresentar fluxo para W e WNW com linha de costa a N, na região de Santa Bárbara, tendo sido substituídos por um amplo sistema costeiro, com pequenos lobos deltaicos, mineralizados com carvão. Na área de trabalho a paleo- linha de costa apresentava-se com direção N em Limeira, Santa Bárbara do Oeste e Caiubi: infletindo para NE em Capivari chegando a ENE em Cerquilha e EW em Mato Seco; os corpos deltaicos dispunham-se a WNW em Limeira, NNW entre Santa Bárbara e Iracemápolis, WSW entre Tupi e Caiubi e a W em Capivari.

Durante toda a evolução do Subgrupo Itararé a sedimentação na porção norte e nordeste da área apresentou-se mais energética. Nessa região é provável que a sedimentação tenha se iniciado com a instalação dos leques aluviais no intervalo Microflora II, e mesmo no final da sedimentação, quando o complexo costeiro já havia se instalado, os corpos deltaicos dessa região ainda correspondiam a leques costeiros.

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES

Em termos metodológicos verificou-se que o mapeamento geológico pode ser realizado de tal forma que ao seu término o geólogo tenha obtido informações suficientes para realizar uma análise faciológica eficiente e um levantamento estrutural seguro.

O mapeamento geológico do Subgrupo Itararé deve ser realizado sobre uma fotointerpretação detalhada, em que os limites fotolitológicos estejam bem determinados e correlacionados. A sistemática adotada para esse trabalho, com mapeamento litoestratigráfico seguido de análise faciológica demonstrou que:

- os resultados obtidos não permitem a distinção de unidades estratigráficas formais por enquanto na área, a não ser talvez, na parte superior da do Subgrupo, onde ocorre a Unidade IV (Arenitos com marcas onduladas), e na parte nordeste onde ocorre a Unidades VII (Diamictitos Vermelhos).

- a análise faciológica, já testada em áreas vizinhas (Região do Baixo Capivari e Cerquilha) demonstra um bom grau de eficiência quanto à elaboração de modelos deposicionais.

- a atual resolução da análise faciológica quando associada à "estratigrafia litológica" informal pode levar ao abandono de novas tentativas de subdivisão litoestratigráfica do Subgrupo Itararé uma vez que em muitas áreas já se atingiu um estágio de conhecimento muito mais avançado do que aquele necessário para a subdivisão formal.

- o enquadramento dos corpos mais possantes de arenito dentro de uma única denominação (Arenitos) foi a única maneira possível de se tratar desses corpos, uma vez que ainda não é possível se estabelecer as relações entre eles, e a sua real posição estratigráfica. Embora esses corpos ocupem posições estratigráficas diferentes preferimos não nomeá-los individualmente de modo que não houvesse proliferação demasiada de nomes.

O estudo estrutural realizado corresponde a um estágio inicial de um levantamento detalhado, e para ter maior eficiência deveria ser complementado com trabalhos adicionais de campo.

As diversas técnicas utilizadas mostraram diferentes graus de eficiência:

- a análise das lineações de drenagem pode ser bastante aperfeiçoada, caso seja tratada por métodos estatísticos, entretanto mesmo assim apresentou boa resolução para a determinação de estruturas lineares.

- a análise das formas anelares de drenagem não demonstrou alto grau de eficiência em virtude das diferenças de aplainamento demonstrado pelo relevo.

- a análise da assimetria de drenagem apresenta eficiência razoável em áreas cobertas, mas é grandemente deficiente em áreas de afloramento do Subgrupo.

- a análise do relevo é muito eficiente em áreas dissecadas pela drenagem, mas poderia ser muito mais utilizada caso as leituras dos pontos fossem tratados em computador.

Em termos geológicos as conclusões obtidas a respeito do Subgrupo Itararé permitem o estabelecimento de hipóteses de trabalho para pesquisas posteriores no campo de água subterrânea e carvão.

O Subgrupo Itararé na região de trabalho pode ser subdividido em diversas unidades litoestratigráficas informais, com expressão localizada. Tais unidades foram denominadas por Arenitos em granodecrescência ascendente (Unidade I), Lamitos (Unidade II), Lamitos e Diamictitos (Unidade III), Arenitos (Unidade IV), Arenitos e Diamictitos (Unidade V), Arenitos com Marcas Onduladas (Unidade VI) e Diamictitos Vermelhos (Unidade VII). Essas unidades guardam as seguintes relações:

- Arenitos em granodecrescência ascendente: assentados sobre o embasamento e interdigitados aos Lamitos.

- Lamitos: interdigitado e sobreposto aos arenitos em granodecrescência ascendente.

- Lamitos e Diamictitos: contato inferior desconhecido, contato superior brusco e parcialmente erosivo com os Arenitos com Marcas Onduladas, passagem lateral desconhecida para os Diamictitos Vermelhos.

- Arenitos contato basal brusco ou erosivo e superior brusco ou gradativo com os Lamitos e Diamictitos e os Diamictitos Vermelhos, com os quais está interdigitado.

- Arenitos e diamictitos: contato inferior erosivo com Arenitos.

- Arenitos com Marcas Onduladas: contato inferior brusco e localmente erosivo com Lamitos e Diamictitos, com Arenitos e com Diamictitos Vermelhos; contato superior brusco a Formação Tatui; passagem lateral desconhecida para os Diamictitos Vermelhos.

As unidades mencionadas são resultantes da implantação de diversos sistemas deposicionais que se sucederam no decorrer do tempo. Se adotarmos a proposta de SAAD para a subdivisão do Subgrupo em intervalos palinológicos teremos a seguinte situação:

- intervalo Microflora I: instalação e desenvolvimento do Sistema de Leques subaquosos da Rodovia dos Bandeirantes e afogamento de seus leques pela implantação do evento transgressivo que originou o Sistema de Plataforma de Hortolândia.

- intervalo Microflora II: instalação e desenvolvimento do Sistema Deltaico de Monte Mor, Santa Bárbara e Capivari na região centro e sudoeste e do Sistema de Leques Aluviais de Cosmópolis na região nordeste da área. Os lobos deltaicos desenvolveram-se nos rumos NW, W e SW.

- intervalo Microflora III: transição dos sistemas anteriores para o Sistema Costeiro Mombuca - Tupi - Limeira, com linha de costa a norte e nordeste, com pequenos lobos deltaicos com desenvolvimento para o rumo W e NW.

As atividades glaciares impressionaram de diversas formas o registro sedimentar do Subgrupo Itararé. Inicialmente propiciaram o relevo acidentado necessário para a instalação dos leques subaquosos na base da unidade. A água de gelo supriu a carga e a descarga necessárias para o desenvolvimento dos referidos corpos, vindo ainda a permitir o desenvolvimento dos corpos deltaicos, todos notadamente com características de alta carga. As geleiras interferiram diretamente de duas formas.

- por meio de largamento de partículas ("dropping") quando sob forma de gelo flutuante.

- por meio da instalação do Sistema subglacial - proglacial de Campinas, com fluxo de gelo controlado pelo substrato; e do Sistema supraglacial de Base Úmida de Monte Mor, com fluxo

para NW.

Os ciclos de repetição de litologias, descritos des de os trabalhos pioneiros sobre o Subgrupo Itararé correspondem a repetição de ciclos de instalação e desaparecimento de lobos del taicos, condicionados pela aproximação e recuo de geleiras prove nientes de fora da bacia.

Com relação aos recursos econômicos do Subgrupo Ita raré, notadamente água subterrânea e carvão, podem ser prospecta dos com os seguintes guias paleogeográficos.

- Sistema de Leques Subaquosos da Rodovia dos Bandei rantes: potencialidade e prospectividade média a baixa para água subterrânea. Corpos lenticulares, erráticos com vazão de 1 a 5 m³ /hora.

- Sistema deltaico de Monte Mor, de Santa Bárbara e de Capivari: potencialidade média a alta para água, média para carvão, prospectividade média para água e carvão. Corpos lenticula res com forte controle paleogeográfico produção de até 35 m³/hora e ocorrência de carvão em Monte Mor.

- Sistema de Leques aluviais de Cosmópolis: potencia lidade alta, prospectividade média para água subterrânea. Corpos lenticulares, forte controle paleogeográfico, produção de até 50 m³/hora.

- Sistema Costeiro de Mombuca - Tupi - Limeira: poten cialidade e prospectividade alta para carvão e água. Corpos tabu lares, forte controle paleogeográfico, produção de até 100 m³/h e ocorrência de carvão em Capivari.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1948 - A Roche Moutonnée de Salto, Estado de São Paulo. Geol. Metal., Bol. nº 5, p. 112-118, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de, e BARBOSA, O. - 1953 - Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, DNPM, Div. Geol. Min., Bol. 143.
- AMARAL, S.E. do - 1965 - Nova ocorrência de rocha moutonée em Salto, SP. Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 14, nº 1-2, p. 71-82.
- ANDRADE, S.M. e SOARES, P.C. - 1970 - Geologia de semidetalhe do centro-leste do Paraná. PETROBRÁS (DESUL), Rel. 400 (inédito).
- ANDRADE, S.M. e SOARES, P.C. - 1971 - Geologia do centro-leste do Estado de São Paulo. PETROBRÁS (DESUL), Rel. 407 (inédito).
- BARBOSA, O. e ALMEIDA, F.F.M. de - 1949 - A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. DNPM, Div. Geol. Min., Notas Prel. Est. nº 48.
- BARBOSA, O. e GOMES, F.A. - 1958 - Pesquisa de petróleo na Bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo. DNPM, Div. Geol. Miner., Bol. 171.
- BJORNBERG, A.J.S. e LANDIM, P.M.B. - 1966 - Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro: Neoceno-zóico. Bol. Soc. Bras. Geol. São Paulo, v. 15, nº 4, p. 43-67.
- BJORNBERG, A.J.S.; MACIEL, A.C. e GANDOLFI, N. - 1967 - Nota sobre os depósitos Modernos na região de Rio Claro, São Paulo. Bol. Esc. Eng. São Carlos (106) Geologia (11), p. 21-36.
- BOULTON, G.S. e DEYNOUX, M. - 1981 - Sedimentation in glacial environments and the identification of tills and tillites in ancient sedimentary sequences. Precambrian Research, v. 15, p. 397-422.
- BRITO, I.M. e BERTINI, J.R. - 1982 - Estratigrafia da Bacia do Paraná - II. O Grupo Tubarão. An. Acad. bras. Ciênc., v. 54, nº 2, p. 399-412.
- CABRAL Jr., M. e MOTTA, J.F.M. - 1985 - Geologia da Formação Ita

raré e sua potencialidade para carvão na região de Buri - Itapeva - SP. SBG/SP, Atas 5ª Simp. Reg. Geol., São Paulo, (no prelo).

CABRAL Jr., M.; CIANTELLI Jr., C.A.; NAKANO, S. - 1983 - Prospecção Regional de Carvão Mineral na Região de Taquarituba - Itaporanga SP. SBG/SP, Atas 4ª Simp. Reg. de Geol., São Paulo, p. 341-352.

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

CAETANO-CHANG, M.R. e LANDIM, P.M.B. - 1983 - Interpretação Ambiental da Secção Itaporanga-Taquarituba, SW do Estado de São Paulo (Subgrupo Itararé). SBG/SP, 4ª Simp. Reg. Geol., São Paulo, Bol. Res., pp 16.

CAETANO-CHANG, M.R. e LANDIM, P.M.B. - 1984 - Interpretação Ambiental da Secção Itaporanga-Taquarituba, SW do Estado de São Paulo (Subgrupo Itararé). Geociências, UNESP, São Paulo, v. 2, p. 97-116.

CANUTO, J.R. - 1985 - Origem dos diamictitos e de rochas associadas do Subgrupo Itararé no sul do Paraná. Instituto de Geociências USP (Dissertação de Mestrado) inédita.

CASTRO, P.R.M. - 1978 - Aspectos geotectônicos da estrutura de Pau D'Alho, Piracicaba, São Paulo. An.Acad.bras.Cienc. v.50, p. 503-526.

CASTRO, J.C. e MEDEIROS, R.A. - 1980 - Fácies e modelos de sedimentação das Formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina. Fácies e evolução sedimentar do Grupo Passa Dois na BR.470 - Santa Catarina. SBG. An XXXI Congr.Bras.Geol. Roteiro de excursão nº 9.

CIANTELLI Jr., C.A.; CABRAL Jr., M.; NAKANO, S. - 1983 - Mapa faciológico da Serra dos Pais, norte de Barão de Antonina - topo da Formação Itararé - base da Formação Tatui - SP. SBG/SP, Atas 4ª Simp. Reg. Geol., São Paulo, p. 185-190.

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

1:100.000.

- COTTAS, L.R.; FIORI, A.P.; LANDIM, P.M.B. - 1981 - Divisão Faciológica do Subgrupo Itararé e da Formação Aquidauana no Nordeste do Estado de São Paulo. SBG/SP, Atas 39 Simp. Reg. de Geol., Curitiba, v. 2, pp 103-115.
- CPRM - 1979 - Carta Geológica do Projeto Sapucaí Folha Campinas. Mapa geológico na escala 1:250.000.
- DAEE-UNESP - 1979 - Mapeamento faciológico do Supergrupo Tubarão Convênio DAEE-UNESP mapas geológicos na escala 1:50.000 (inédito).
- DAEE-UNESP - 1981 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo Folha Campinas, Convênio DAEE-UNESP, mapas geológicos na escala 1:250.000.
- DAEE-UNESP - 1982 - Mapa Geológico da Região Administrativa 6 in Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 6 - Campinas. S.O.M.A. DAEE.
- DAEMON, R.F. e QUADROS, L.P. - 1970 - Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. SBG, An XXIV Congr. Bras. Geol., Brasília, p. 359-412.
- DELLA FAVERA, J.C. - 1984 - Eventos de sedimentação episódica nas bacias brasileiras - uma contribuição para atestar o caráter pontuado do registro sedimentar. SBG An. XXXIII Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro, v.1, p. 489-501.
- DOLIANITI, E. e MILLAN, J.H. - 1972 - Novo afloramento de vegetais gondwânicos no Estado de São Paulo. An. Acad. bras. Cienc. v. 45, p. 653-654.
- EDWARDS, M.B.; 1978 - Sedimentary Environments and Facies. Edit. Reading H.G. BLACWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS.
- EYLES, C.H. e EYLES, N.- 1981 - Sedimentation in a large lake: a reinterpretation of the date Pleistocene Stratigraphy at Scarborough Bluffs, Ontário, Canadá. Geology, v.11, nº 3, pp. 146-152.
- EYLES, C.H. e EYLES, N. - 1983 - Glaciomarine model for upper Precambrian diamictites of the Post Askaig Formation, Scotland.

- Geology. v.11, p.692-696.
- EYLES, C.H. e EYLES, N. - 1984 - Glaciomarine sediments of the Isle of Man as a key to late Pleistocene stratigraphic investigations in the Irish Sea Basin. *Geology*, v.12, p.359-364.
- EYLES, N.; EYLES, C.H.; MIALL, A.D. - 1983 - Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamictites and diamictite sequences. *Sedimentology*, v.30, nº 3, p.393-410.
- FAVERO, V. e PASSEGA, R. - 1980 - Quaternary turbidites in a neritic environments: well CNR VE 1. Venice, Italy *Jour. Petro. Geol.* v.3, nº 2, p.153-174.
- FIORI, A.P. e COTTAS, L.R. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no nordeste do Estado de São Paulo. *SBG, An. XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriu, Bol. 2 (resumos)* p. 360.
- FIORI, A.P. e LANDIM, P.M.B. - 1980 - Estratigrafia da Formação Aquidauana (Grupo Tubarão) no Sudoeste do Estado de Minas Gerais, *An. Acad. bras. Cienc. vol. 52 nº 1* pp 109-124.
- FIORI, A.P. e SOARES, P.C. - 1974 - O traço de fratura e seu significado tectônico e hidrogeológico. Relatório de iniciação científica para a FAPESP (inédito).
- FISCHER, W.L. e Mc. GOWEN, J.H.; 1969 - Depositional systems in the Wilcox Group (Eocene) of Texas and their relation to occurrence of oil and gas. *American Association of Petroleum Geologist Bull.* v. 53, p.30-54.
- FRANÇA, A.B. e CALDAS, A.F.F.D. - 1983 - Diferenciação e evolução dos sistemas deltaicos na parte superior do Grupo Tubarão, Bacia do Paraná. *Rev.Bras.Geoc.*, v.13, nº1, p.56-68.
- FREITAS, R.O.; MEZZALIRA, S.; ODA, G.H.; VIEIRA, P.C.; TORRES, C. C.; HACHIRO, J.; TOMINAGA, L.K.; DEHIRA, L.K.; MASSOLI, M.; AZEVEDO; A.A.B.; PRESSINOTI, M.M.N. - 1979 - Projeto de levantamento geológico de formações superficiais. *SBG/SP Atas 2º Simp. Reg. Geol. Rio Claro*, v.2, p. 263-277.
- FULFARO, V.J.; SUGUIO, K.; LANDIM, P.M.B.; BÓRIO, N.J. - 1971 - Bacia do Paraná. Excursão nº 3. *SBG. An XXV Congr. Bras. Geol.*,

- Bol. Esp. nº 2, p.29-48.
- FULFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V. e VIANNA, R.B. - 1982 - Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geoc., v. 12, p. 590-610.
- FULFARO, V.J.; STEVAUX, J.C.; SOUZA FILHO, E.E.; BARCELLOS, J.H. - 1984 - A Formação Tatui (P) no Estado de São Paulo. SBG, An XXXII Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro, v.2 p. 711-724.
- GAMA Jr., E.G.; BANDEIRA Jr., A.N. e FRANÇA, A.B. - 1982 - Distribuição espacial e temporal das unidades lito-estratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geocienc., v.12, p.19-40.
- GAMA Jr., E.G.; CAETANO, M.R. e WEYLER, G. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no centro-leste do Estado de São Paulo. SBG. An XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriu, Bol. 2 (resumos) p. 365.
- GORDON Jr., M. - 1947 - Classification of the gondwanic rocks of Paraná. Santa Catarina, and Rio Grande do Sul. DNPM, Div. Geol. Miner. Notas Prel. Est. nº 38.
- GRAVENOR, C.P. e ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1983 - Patterns of late Paleozoic glacial sedimentation on the southeast side of the Paraná Basin, Brasil. Paleogeogr. Palaeoclimatol., Paleoecol., v. 43 p.1-39.
- IGG - 1947 - Carta Geológica do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1:1.000.000.
- IGG - 1963 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1:1.000.000.
- IGG - 1966 - Folha Geológica provisória de Campinas. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1:100.000.
- IGG - 1974 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, mapa geológico na escala 1:1.000.000.
- IPT - 1981a - Mapa Geológico do Estado de São Paulo. SICCT-PROMINÉRIO/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapa Geológico na escala 1:500.000.
- IPT - 1981b - Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. SICCT-

- PROMINÉRIO/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapa geomorfológico na escala 1:1.000.000.
- LANDIM, P.M.B. - 1973 - Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. Bol. Esc. Eng. São Carlos, USP, nº 175, Geologia 17, pp 1-98.
- LANDIM, P.M.B. e BARROS, M.B.R. - 1972 - Distinção de tilitos dentre os mistitos do Subgrupo Itararé. Rev. Bras. Geoc., v.2. p. 270-276.
- LANDIM, P.M.B. e CARMO, M. - 1972 - Litologia e forma de seixos glaciais do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. Ciência e Cultura, v.24, nº 10, p. 961-967.
- LANDIM, P.M.B. e SOARES, P.C. - 1979 - Mapeamento faciológico do Subgrupo Tubarão. Convênio DAEE-UNESP Rel. final (inédito).
- LANGE, F.W. - 1954 - Estratigrafia e idade geológica da Série Tubarão. Arquivo Museu Paranaense, N. Ser., Geol. 2.
- LOCZY, L. de - 1964 - Problemas estratigráficos e paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. D.G.M., Bol 214, Rio de Janeiro.
- MARTIN, H.; MAU, H.; BJORNBERG, A.J.S. - 1959 - Vale pré-glacial a nordeste de Jundiaí, SP. Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 8, nº 2, p. 35-40.
- MEDEIROS, R.A. - 1971 - Roteiro da excursão nº 2 - Bacia do Paraná Simpósio de Geologia de Petróleo no Brasil. SBG. An XXV Congr. Bras. Geol., São Paulo. Bol. Esp. nº 2 - Roteiro de Excursões, pp 15-25.
- MEDEIROS, R.A. e THOMAS Fº, A. - 1973 - Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. SBG, XXVII An. Congr. Bras. Geol., Aracaju, v.3, p.3-12.
- MELFI, A.J. e BITTENCOURT, I. - 1962 - Geologia e pedologia da bacia glacial no Distrito de SOUZAS, Campinas, SP. Bragantia, v. 21, p. 807-826.
- MENDES, J.C. - 1952 - Fáunula Permo-Carbonífera marinha de Capivari. Fac.Fil.Cienc.Let. USP, Bol. 134, Geol.nº 7, p.1-17.
- MEZZALIRA, S. - 1958 - Dados sobre água subterrânea nas Séries

- Passa Dois e Tubarão do Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., v.7, n.1, p. 49-73.
- MIALL, A.D. - 1977 - A review of the braided river depositional environment. Earth Science Review, v.13, p.1-62.
- MIALL, A.D. - 1978 - Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary. In: Fluvial Sedimentology (A.D. MIALL Editor). Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., v.5, p. 597-604.
- MIALL, A.D. - 1979 - Deltas. In: Facies Models. R.G. WALKER editor, Geoscience Canada, Reprint Series 1, p. 43-56.
- MILLAN, J.H. - 1972 - Micro-flórula carbonífera de Monte Mor Estado de São Paulo. Inst. Geoc. USP (Tese de Doutorado).
- MILLAN, J.H. - 1974 - Sobre as coniferopsida da flórula gondwânica de Monte Mor, Estado de São Paulo, Brasil. Ameghiniana v.11. nº 2, p.124-134.
- MILLAN, J.H. - 1975 - Taloflórula Monte Mor do Estado de São Paulo: seus elementos e seu significado na Gondwana inferior do Brasil. Rev.Bras.Geoc. v.5. p. 1-14.
- MIRANDA, F.P. - 1983 - Sensoriamento Remoto na Prospeção de Hidro-carbonetos na Bacia do Amazonas. PETROBRÁS. Bol. Tec. Petr. Rio de Janeiro, v.26, nº 4, p.257-342.
- MORAES REGO, L.F. de - 1936 - O Systema de Santa Catarina em São Paulo, An. Esc. Pol., São Paulo.
- MUTTI, E. e LUCCHI, F.R. - 1972 - Le torbiditi dell'Apennino settentrionale: introduzione all'analisi di fácies. Mem. Soc. Geol. It. nº 11, p.161-199.
- NAKANO, S.; CIANTELLI Jr., C.A.; CABRAL Jr., M. - 1982 - Projeto Carvão. Levantamento geológico preliminar da região de Taquaribuba-Itaporanga, no sudoeste de São Paulo. IPT. Relatório 17727. (inédito).
- NORMARK, W.R. - 1978 - Fan valleys, channels, and depositional lobes on modern submarine fans: character, for recognition of sandy turbidite environments. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull., v.62, p.912-931.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. e MULHMANN, H. - 1969 - Reavalia

ção dos dados geológicos da Bacia do Paraná Bol. Tecn. PETROBRÁS, v.12, p. 291-346.

NORTHFLEET, A.A.; BETTINI, C. e CHAVES, H.A.F. - 1971 - Aplicação da geomatemática à prospecção de petróleo. Análise de fraturas por polinômios ortogonais. SBG. An XXV Congr. Bras. Geol., v.3, nº 61-70.

OLIVEIRA, E.P. - 1916 - Geologia do Estado do Paraná. Min. Agr. Ind.Com. Brasil, Rio de Janeiro, Bol. 5, nº 1.

OLIVEIRA, E.P. - 1927 - Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Serv. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, monogr.6, 172p.

OLIVEIRA, E.P. - 1930 - Fósseis marinhos da Série Itararé no Estado de Santa Catarina. An. Acad. bras. Cienc., Rio de Janeiro, v.2, nº 1.

OLIVEIRA, F.P. - 1889 - Reconhecimento geológico do valle do Rio Paranapanema. Con.Geogr.Geol., Bol. nº 2 São Paulo.

PACHECO, J.C. - 1927 - Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre o meridiano 4^o, Rio Itararé e os paralelos 23^o24' e 24^o38'. Rel. Com. Geogr.Geol., p.9-12.

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

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

PONTE, F.C. - 1969 - Estudo morfo-estrutural da Bacia Alagoas Sergipe. PETROBRÁS. Bol. Tec. Petrobrás. Rio de Janeiro, v.12, nº 4, p. 439-474.

POPP, J.H. - 1983 - Fácies, ambientes e carvões na Formação Rio Bonito, no sul do Estado do Paraná: uma análise estratigráfica. Rev.Bras.Geoc. v.13, nº 1, p.27-36.

RAY, R.G. - 1963 - Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológico. Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, 2 volumes.

- RICCI-LUCCHI, F. - 1980 - Sedimentologia. Parte III Ambienti Sedimentari e fácies. Cooperativa Libreria Universitária Editrice Bologna.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1966 - Novas ocorrências de fósseis marinhos no Grupo Tubarão em São Paulo e Santa Catarina. Bol. Soc. Bras. Geol., v.15, nº 4, p.5-13.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1967 - The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: JJ Bigarella, R.D. Becker e I.D. Pinto (Eds), Problemas in Brazilian Gondwana Geology, p.27-109.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. e ROSLER, O. - 1978 - Late Paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. USP, Bol. I.G. São Paulo, v.9, p.1-16.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. e SUNDARAN, D. - 1981 - Geological and palynological observation on Late Paleozoic varvites from the Itararé Subgroup, Paraná Basin, Brazil. An. II Congr. Latino-Americano de Paleontologia, Porto Alegre, p.257-275.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; OLIVEIRA, M.E.C.B. de; SANTOS, P.R. e SAAD, A.R. - 1976 - Boulder pavements and the sense of movement of Late Paleozoic glaciers in central eastern São Paulo State, Paraná Basin, Brazil. Bol. IG. USP, v.8, p.55-66.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; SAAD, A.R.; SANTOS, P.R. e OLIVEIRA, M.E.C.B. de - 1977 - Algumas feições periglaciais do Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo. Bol. IG., USP, v.8, p.55-66.
- SAAD, A.R. - 1977 - Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, USP (Dissertação de Mestrado) inédita.
- SAAD, A.R.; SANTOS, P.R. e ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1979 - Evolução tecto-sedimentar do Grupo Tubarão na margem nordeste da Bacia do Paraná. An.Acad.bras.Cienc., v.51, nº 2, p.333-343.
- SANDFORD, M.R. e LANGE, F.W. - 1960 - Basin study approach oil evaluation of Paraná Miogeosyncline of south Brazil. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v.4, nº 8, p. 1316-1370.
- SANTOS, P.R. - 1979 - Distribuição estratigráfica, características, e fácies de diamictitos e rochas associadas do Subgrupo

Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, USP (Dissertação de Mestrado) inédita.

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

SELLEY, R.C. - 1982 - Ancient sedimentary environments. 2nd Edition Cornell University Press. Ithaca New York 287 pp.

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

SOARES, P.C. - 1974 - Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. SBG, An. XXVIII Congr. Bras. Geol., Porto Alegre, v.4, p. 107-122.

SOARES, P.C. e FIORI, A.P. - 1976 - Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. Not. Geomorfol., Campinas, v.16, nº 32, p.71-104.

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

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

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

SOARES, P.C.; BARCELOS, P.E.; CSORDAS, S.M.; MATTOS, J.T.; BALLIEIRO, M.G.; MENESES, P.R. - 1982 - Lineamentos em imagens de Landsat e Radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. An. 2º Simp. Bras. de Sens. Rem., Brasília p. 143-156.

SOARES, P.C.; BARRETO, M.L.K.; REDAELLI, R. - 1981a - Aplicação da Análise Morfo-estrutural em semi-detálhe com fotos aéreas

- na Bacia do Paraná. SBG/SP Atas 3ª Simp. Reg. Geol., Curitiba, v. 1, p.202-217.
- SOARES, P.C.; MATTOS, J.T.; BALIEIRO, M.G.; BARCELLOS, P.E.; MENEZES, P.R.; GUERRA, S.M.S.; CSORDAS, S.M. - 1981b - Análise morfo-estrutural regional com imagens de Radar e dandsat na Bacia do Paraná. SBG/SP Atas 3ª Simp. Reg. Geol. Curitiba, v.1, p. 86-201.
- SOUZA-FILHO, E.E. - 1983 - Tectonica da Região de Rio Claro e Piracicaba - Domo de Pitanga - SBG/SP Atas 4ª Simp. Reg. Geol., São Paulo, p. 191-196.
- SOUZA-FILHO, E.E. e STEVAUX, J.C. - 1984 - Estudo hidrogeológico do Grupo Tubarão na bacia hidrográfica do Rio Capivari. Geologia 2ª Reunião de Avaliação de Resultados do Programa para Água Subterrânea. FAPESP (relatório inédito).
- SOUZA-FILHO, E.E. e STEVAUX, J.C. - 1986 - Estudo hidrogeológico do Grupo Tubarão na bacia hidrográfica do Rio Capivari. Geologia e Estratigrafia. FAPESP (relatório complementar inédito).
- STEVAUX, J.C. - 1984 - Faciologia e ambientes de sedimentação da Formação Rio Bonito (região de Rio do Sul, SC). Instituto de Geociências, USP (tema de qualificação) inédito.
- STEVAUX, J.C.; SOUZA-FILHO, E.E. e LANDIM, P.M.B. - 1983 - Marcas de ondas simétricas do topo do Subgrupo Itararé e seu significado paleogeográfico. SBG/SP Atas 4ª Simp. Reg. Geol. São Paulo, p. 175-184.
- STEVAUX, J.C.; BATISTA, J.J.; LANDIM, P.M.B.; PERINOTTO, J.A.J.; SOUZA-FILHO, E.E. e WU, F.T. - 1984 - Descrição de testemunhos, análise paleogeográfica e cálculo de reserva da ocorrência de carvão de Bairro Aliança, Cerquilha (SP) Convênio CESP-UNESP. Projeto Carvão de Cerquilha (relatório inédito).
- STEVAUX, J.C.; SOUZA-FILHO, E.E.; PERINOTTO, J.A.J. e WU, F.T. - 1985 - Descrição de testemunhos e análise paleogeográfica da ocorrência de carvão de Bairro Aliança, Cerquilha (SP). SBG/SP Atas 5ª Simp. Reg. Geol. (no prelo).
- TOMMASI, E. - 1973 - Geologia do flanco sudeste da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná. SBG, An. XXVII

- Congr. Bras. Geol., Aracaju, v.3, p. 179-188.
- VIEIRA, A.J. - 1973 - Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. SBG. An. XXVII Congr. Bras. Geol. v. 3, p. 259-278.
- VISCHER, G.S. - 1965 - Use of vertical profile in environmental reconstruction. Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., v. 49, nº 1, p. 41-61.
- WALKER, R.G. - 1978 - Deep-water sandstone fácies and ancient sub marine fans: model for exploration for stratigraphic traps. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v. 62, p. 932-966.
- WALKER, R.G. - 1980 - Turbidites and associated coarse clastic de posits. In Fácies Models, RG. WALKER (Editor) Geosc. Canadá, Reprint Séries 1.
- WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum Geology of the State of São Paulo. Com. Geogr. Geol., São Paulo. Bol. nº 22, p. 272.
- WHITE, I.C. - 1908 - Relatório final da comissão de estudo das mi nas de carvão de pedra do Brasil. Rio de Janeiro.
- WRIGHT, R. e ANDERSON, J.B. - 1982 - The importance of sediment gravity flow to sediment transport and sorting in a glacial ma rine environment: Eastern Weddele Sea, Antartica, G.S.A. v. 93, nº 10, p. 951-63.
- WU, F.T.; SOARES, P.C.; MATTOS, J.T. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no sudeste do Estado de São Paulo. SBG, An. XXXI Congr. Bras. Geol. Camboriu, resumos, p. 364.

MAPA GEOLÓGICO (LITOESTRATIGRÁFICO) DA QUADRÍCULA DE CAMPINAS.

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
17030
U.S.P.

CONVENÇÕES

- Rodovias
- Ferrovias
- Hidrografia
- Cidades
- Contatos geológico
- Falhas

0 1 2 3 4 5 km

ESCALA 1:100.000

LEGENDA

- COBERTURAS INCONSOLIDADAS**
- Qcfv Cobertura de fundo de vale
 - TQcve Cobertura de vertente e espigão
- INTRUSIVAS BÁSICAS (J)**
- Sils e diques de diabásio
- GRUPO TUBARÃO**
- PI Formação Tatui (P)
 - Subgrupo Itararé
 - LDv Unidade VII (diamictitos vermelhos)
 - Am Unidade VI (arenitos com marcas onduladas)

- DA Unidade V (diamictitos e arenitos)
- Ar Unidade IV (arenitos)
- LD-DA Unidade III (lamitos e diamictitos)
- La Unidade II (lamitos)
- Aa Unidade I (arenitos em granodrecência ascendente)
- EMBASAMENTO (pC)
- ++ Rochas cristalinas