UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

A COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA NO
PARANÁ E PONTAL DO PARANAPANEMA (SP):
OS GRUPOS BAURU E CAIUÁ

Luiz Alberto Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Armando Márcio Coimbra

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

SÃO PAULO
1992

...Guajajaras Tamoios Tapuias
Tupinambás Aimorés
Todos no chão
A cidade plantou no coração
Tantos nomes de quem morreu
Horizonte perdido no meio da selva
Cresceu o arraial

(Lô Borges/Márcio Borges)

*Aos Kaiowá
aos índios do planeta
às culturas que a "civilização"
tem legado o suicídio
como futuro*

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**A COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA NO PARANÁ
E PONTAL DO PARANAPANEMA (SP):
OS GRUPOS BAURU E CAIUÁ**

Luiz Alberto Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Armando Márcio Coimbra

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Comissão Julgadora

	nome
Presidente:	<u>Dr. A.M.Coimbra</u>
Examinadores:	<u>Dr^a M.R.Caetano-Chang</u>
	<u>Dr. P.R.dos Santos</u>

assinatura
<u> </u>
<u> </u>
<u> </u>

**SÃO PAULO
1992**

Agradecimentos

Este trabalho não teria alcançado os mesmos resultados sem a mais-que-orientação do professor e amigo Armando Márcio Coimbra. Os primeiros e definitivos contatos com as unidades cretáceas da área, que mais tarde viria retomar como tema de dissertação de mestrado, devo a Marcos Alves de Almeida. O modo apaixonado na convivência de ambos com a geologia foi constante referencial. Agradeço a fundamental colaboração da colega Ana Maria Góes nas etapas finais de análises, tratamento de dados e discussão de métodos. A Adriana Alves Loche devo, por fim, o auxílio *interessado* durante o artesanal trabalho de finalização desta dissertação.

Não teria alcançado os mesmos resultados sem a colaboração de vários colegas, nas diversas etapas da pesquisa. Sou muito grato a:

Max Brandt Neto, Sérgio Luís Fabris de Matos, Maria Cristina de Moraes, Jairo de Sant'Anna Taddeo, Elaine Aparecida Sinfrônio, Jorge Kazuo Yamamoto, e aos então alunos-estagiários Ana Lucia Desenzi Gesicki, Cátia Cristina Nakandakare, Sandra Maria Gabas, Maria Lucia Maenaka, Celso Aluísio Graminha, Edson Pissato, Alexandre D. Miller e demais colaboradores envolvidos indiretamente em fases do trabalho;

Mário Sérgio de Melo, Maria Cristina de Moraes e Cláudio Riccomini, pela cuidadosa leitura do texto preliminar, assim como a Jorge Hachiro e Marsis Cabral Jr. por oportunas discussões;

Sílvia Quintanilha Macedo pela atenciosa revisão do texto, Maristela Prestes Severino pela normalização das referências bibliográficas, Thomas Rich Fairchild e Maria Cristina Spósito pelo auxílio em traduções e na elaboração do *abstract*;

Tupy Gomes Correa, Rita Parisi Conde e Luís Celso Coutinho da Silva, pelo apoio no tratamento estatístico e apresentação gráfica digital de parte dos resultados;

Valter Ponte, pela editoração do texto;

Carlos Alberto de Oliveira, José Donizeti Marques, Jesus Sebastião Araújo, Maria Heloisa B. de Oliveira Frascá, Dirceu Pagoto Stein, Adalberto Aurélio Azevedo, Lucia Dozzi, José Francisco Marciano Motta, Nilson de Paula, Elaine Vieira dos Santos, Maria Celes Moura, Marlene Santana, Júlio Sinkus, Sandra Regina de Medeiros, Mirna Mangini Ferracini, Damaris Rodrigues Marins, Neide Alcântara Sena Silva, Bernardete Pastore e Maurício Trindade-colegas do IPT, pela pronta colaboração em diversas etapas do trabalho;

José Cândido Stevaux e Edvard Elias de Sousa Filho, da Universidade Estadual de Maringá, pelo apoio logístico em trabalhos de campo ao longo do rio Paraná, assim como ao técnico Emílio Yabuuti (CESP), pelo acompanhamento em visitas ao Canal de Pereira Barreto;

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP/Projeto Geologia 87/2722-7) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro aos estudos;

Companhia Energética de São Paulo S/A (CESP) pelo apoio logístico a trabalhos de campo e informações técnicas sobre a região das usinas hidrelétricas de Porto Primavera e Rosana;

Superintendência dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SUREHMA), Superintendência de Saneamento Rural e Hidrogeologia da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), Centrais Elétricas do Sul do Brasil S/A (ELETROSUL) e Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS), pelo fornecimento de informações técnicas solicitadas;

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A (IPT) pela autorização e apoio ao desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

O estudo apresenta a reconstituição paleogeográfica e evolução geológica da cobertura sedimentar cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP), alcançadas mediante aplicação de conceitos de fácies e de sistemas deposicionais. A cobertura é constituída por rochas sedimentares de origem continental (e ígneas associadas) acumuladas sobre a porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná.

Com base em características litológicas, relações estratigráficas e distribuição geográfica das associações faciológicas identificadas, a Formação Caiuá foi dividida nas unidades Goio Erê e Rio Paraná. Neste estudo lhes é proposto *status* de **formação**, com conseqüente elevação da unidade Caiuá à categoria de **grupo**. Ao mesmo tempo, apresenta-se revisão estratigráfica da cobertura cretácea suprabasáltica, que passa a ser composta pelos grupos, cronocorrelatos: Caiuá (formações Goio Erê e Rio Paraná) e Bauru (formações Santo Anastácio, Adamantina, aflorantes na área; formações Uberaba, Marília, e os Analcimitos Taiúva). Constituem uma seqüência única acumulada na **Bacia Bauru**, entidade tectônica evoluída no Cretáceo Superior (Turoniano-Maastrichtiano), na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana.

Na área estudada, a Formação Rio Paraná é constituída por quartzo-arenitos finos a médios, de cor marrom-avermelhado a arroxeadado, com estratificação cruzada tabular de média a grande porte, tangencial na base, dispostos em corpos de geometria cuneiforme (algumas vezes seccionadas por superfícies de truncamento de baixa inclinação). Caracterizam-se por boa seleção, grãos arredondados, de textura superficial fosca. Na sua porção basal, logo acima do contato com basaltos ocorre uma brecha sustentada por matriz areno-argilosa, com fragmentos de basalto centimétricos e/ou nódulos de carbonato e esmectita, com espessura de 0,25 a 1,3m, acima da qual ocorre, com freqüência, arenito silto-argiloso, maciço, mal selecionado, quase sempre cimentado por carbonato de cálcio. Localmente observam-se dobras convolutas de dimensões métricas, entre porções não perturbadas da rocha atribuídas a instabilizações de origem tectônica (sismitos), ocorridas durante a sedimentação. A Formação Goio Erê é composta por quartzo-arenitos finos a médios, de cor marrom-arroxeadado a avermelhado, com estratificação cruzada acanalada (padrão "festionado") ou tabular tangencial na base, de médio a pequeno porte, com mergulhos predominantemente médios a baixos. Caracterizam-se por seleção boa a moderada, grãos arredondados, foscos. Apresenta freqüente cimentação carbonática, localmente associada a concreções com diâmetro centimétrico e crostas duras (calcretes), tanto acompanhando a estratificação cruzada, como em posição subhorizontal, paralela aos diastemas que separam os bancos. A Formação Santo Anastácio é constituída, de forma monótona, por quartzo-arenitos muito finos a finos, de cor marrom-arroxeadado a claro, com fração síltica subordinada, em bancos tabulares maciços de espessura métrica, às vezes com estratificação mal definida (plano-paralela ou cruzada) de baixo ângulo de mergulho. É comum a presença de cimentação carbonática, e orifícios irregulares de forma tubular, com diâmetro milimétrico e comprimento centimétrico (prováveis risolitos). Localmente apresentam arenitos conglomeráticos imaturos, com intercalações lenticulares de arenitos com estratificação cruzada e bancos de conglomerados de espessura decimétrica, com ventifactos (Litofácies Mairá). A Formação Adamantina é constituída por estratos tabulares de quartzo-arenitos finos a muito finos, subordinadamente médios, de cor marrom-claro, bege a rosado, de espessuras decimétricas (até 1 m), com intercalações de corpos lenticulares de lamitos (siltitos areno-argilosos) marrom-escuros a rosados, de espessura média em torno de 20 a 30cm.

De modo geral, as transformações diagenéticas a que se submeteram as rochas de todas as unidades estudadas foram pouco intensas, tendo-se atingido estágios iniciais da mesodiagêne-

se. A silicificação teve caráter pontual, afetando indiscriminadamente as unidades Rio Paraná, Goio Erê, Santo Anastácio e Adamantina. Sua maior intensidade, responsável pela sustentação de elevações com até 200m acima do nível regional (morros dos Três Irmãos e do Diabo), registra-se segundo faixa de direção nordeste, no cruzamento com estruturas noroeste (associadas ao Arco de Ponta Grossa).

A Bacia Bauru comportou-se como unidade tectônica distinta da Bacia do Paraná, instalada sobre sua porção setentrional, a partir do Turoniano (Ks). Pode ser classificada como do tipo cratônico continental interior, de subsidência simples, com reativação de estruturas marginais (acompanhadas de magmatismo alcalino), por reflexos da Orogenia Andina, que teriam promovido modificações de caráter predominantemente direcional (Neocretáceo-Paleoceno).

A sedimentação na Bacia Bauru desenvolveu-se em ambiente desértico, sob clima com características de semi-árido a árido. Atualmente encontram-se preservados depósitos de:

- sistema de leques aluviais marginais**, nas porções leste e norte da bacia (bordas), representados pela Formação Marília (os membros Serra da Galga, Echaporã, e Ponte Alta constituem fácies de leques proximais, leques distais e lagos salinos, respectivamente);

- sistema fluvial entrelaçado** (*braided*) representado pela Formação Adamantina (centro/nordeste da bacia) e pela Formação Uberaba (no extremo nordeste, com contribuição de material vulcânico);

- sistema eólico central** (centro/sudoeste da bacia), representado pela Formação Santo Anastácio (depósitos de lençóis de areia e extradunas) e Grupo Caiuá (depósitos de campo de dunas: Formação Rio Paraná, área central; Formação Goio Erê, periferia).

Os tipos de fósseis conhecidos, bem como sua distribuição, atestam o clima vigente, inóspito na porção central da bacia (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio), mais propício à vida, em faixa semicircular aproximadamente coincidente com a área de exposição da Formação Adamantina (principalmente), Marília e Uberaba.

ABSTRACT:

Analysis of facies and depositional systems of supra-basaltic continental sedimentary rock units in the State of Paraná and Pontal do Paranapanema region (State of São Paulo) in southern Brazil has provided the basis for reconstructing the paleogeography and geological evolution of the Late Cretaceous in this area.

Lithological characteristics, stratigraphic relations and geographic distribution of faciological associations permit the subdivision of the Caiuá Formation into two new lithostratigraphic units, the Goio Erê and Rio Paraná **formations**. The Caiuá Formation is thus promoted to **group** status making it necessary to also revise the stratigraphy of the Bauru Group (Santo Anastácio and Adamantina formations, exposed in the studied area; Uberaba, Marília formations and Taiúva Analcimites, exposed elsewhere) which is here considered to be chrono-correlative with the Caiuá Group. These groups comprise a sequence that accumulated in the **Bauru Basin**, a tectonic depression that developed during the Late Cretaceous (Turonian-Maastrichtian) in the south-central portion of the South American Platform.

The Rio Paraná Formation is made up of fine to medium quartz sandstones with medium- to large-scale tabular cross-bedding (tangential foresets), in wedge-shaped cosets occasionally bounded by third order surfaces of low inclination. At the base of this formation, directly upon basalts, there is a breccia, 0.25 to 1.3m thick, supported by a sandy-argillaceous matrix, with centimetric basaltic fragments and carbonate and smectite nodules. Frequently overlying this

breccia, is massive, poorly sorted, almost always calcite-cemented silty-argillaceous sandstone. Convolute folds (seismites) of metrical dimensions can be observed locally between undisturbed portions of the cross-bedded sediments. These features are interpreted as induced by earthquakes occurred during the sedimentation.

The Goio Erê Formation is composed of fine to medium quartz sandstones, with medium- to small-scale trough cross-bedding (festooned pattern), with prevailing medium to low dips. It frequently exhibits calcite cement and occasionally associated calcitic concretions of centimetric diameter. Calcitic duricrusts (calcrets) may be parallel cross-strata or cut them subhorizontally.

The Santo Anastácio Formation is formed by fine to very fine quartz sandstones, with subordinate silt. That occur in tabular beds of metric thickness, occasionally with poorly defined stratification (plane-parallel or cross-bedded) with low dips. Carbonate as cement and possibly cylindrical rhizoliths of millimetric diameter and centimetric length is common. Locally, the formation also exhibits immature conglomeratic sandstones of decimetric thickness, as lenticular intercalations of cross-bedded sandstones and conglomeratic beds of decimetric thickness with ventifacts (Mairá Litofacies).

The Adamantina Formation consists of tabular, decimetric (up to 1m thick) beds of fine to very fine and subordinately medium quartz sandstones with intercalations of lenticular mudstones (sandy-argillaceous siltstones), 20-30cm thick.

Diagenesis was not generally very intense and reached only the initial stages of mesodiagenesis. Silicification affected the Rio Paraná, Goio Erê, Santo Anastácio and Adamantina formations and is locally most important at the intersection of regional NE-SW lineaments with the NW-SE Ponta Grossa Arch structural trend. Here, some prominent hills of silicified sediments rise 200m above the regional topographic level (Três Irmãos and Diabo hills).

The Bauru Basin is a tectonic depression that developed upon the northern portion of the Paleozoic-Mesozoic Paraná Basin. It can be classified as an interior cratonic continental-type basin with simple subsidence and reactivation of marginal structures (followed by alkaline magmatism). Some of the reactivations events (mainly Late Cretaceous-Paleocene strike-slip movements) probably reflect events of the Andean Orogeny.

The environment of the Bauru Basin was desertic with semi-arid to arid characteristics, as evidenced by preserved deposits of:

- **marginal alluvial fan system**, in the northern and eastern portion of the basin (borders), represented by the three members of the Marília Formation (Serra da Galga, Echaporã and Ponte Alta members), which correspond to proximal fans, distal fans and saline lake facies, respectively;

- **braided fluvial system** represented by the Adamantina Formation (in the central and northeastern parts of the basin) and by the Uberaba Formation (sediments with a volcanic contribution in the far northeastern part); and

- **central aeolian system** (central and southeastern parts of the basin) represented by sand sheets and extradune deposits of the Santo Anastácio Formation and by dune field deposits of the Caiuá Group (Rio Paraná Formation, in the central area and Goio Erê Formation, to the southeast).

The fossils are practically unknown in the central portion of the basin (Rio Paraná, Goio Erê and Santo Anastácio formations), which is coherent with the paleoclimatic and faiological interpretations presented here. The semicircular area coincident with the outcrops of the Adamantina (mainly), Marília and Uberaba formations was much more hospitable to life, as shown by the types and distribution of fossil records.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

1.INTRODUÇÃO	1
1.1.Objetivo	1
1.2.Área de estudos	1
1.3.Unidades geológicas e áreas de ocorrência	1
1.3.1.Depósitos quaternários	3
1.4.Aspectos geomorfológicos	3
2.MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1.Bibliografia básica	5
2.2.Levantamentos de campo	6
2.3.Análises em laboratório	6
2.3.1.Análise granulométrica e parâmetros estatísticos	8
2.3.2.Minerais leves e pesados	9
2.3.3.Argilominerais	11
2.3.4.Análises petrográficas	12
2.4.Classificação de estratificações cruzadas	12
2.5.Análise de paleocorrentes	12
2.5.1.Definição da escala de apresentação em mapa	12
2.5.2.Tratamento estatístico	13
2.5.2.1.Quantidade de medidas	13
2.5.2.2.Dimensões das estruturas sedimentares	14
2.5.3.Cálculo de rumos médios de paleocorrentes	15
2.5.4.Identificação de tipo de duna	15
2.6.Lineamentos	16
2.7.Análise faciológica e sistemas deposicionais	17
3.EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA	20
3.1.Considerações iniciais	20
3.2.Litoestratigrafia	20
3.3.Síntese do conhecimento litoestratigráfico	25
3.3.1.Formação Caiuá	25
3.3.2.Formação Santo Anastácio	28
3.3.3.Formação Adamantina	28
3.3.4.Formação Iporá	29

3.3.5.Formação Uberaba	29
3.3.6.Formação Marília	30
3.3.7.Formação Itaqueri	31
3.4.Bioestratigrafia	31
3.4.1.Conteúdo fossilífero	31
3.4.2.Distribuição bioestratigráfica	32
3.5.Cronoestratigrafia	32
3.6.Idades	32
4.CONSIDERAÇÕES SOBRE O AMBIENTE DESÉRTICO	35
4.1.Reconhecimento de depósitos de desertos antigos.	35
4.2.Sistema eólico	36
4.2.1.Campo de dunas	39
4.2.1.1.Depósitos de dunas	39
4.2.1.2.Depósitos de interdunas	41
4.2.2.Lençóis de areia	41
4.2.3.Extradunas	41
4.2.3.1.Depósitos de lagos de deserto e <i>sabkhas</i> interiores	43
4.2.3.2.Depósitos de deflação	43
4.2.3.3.Depósitos de <i>wadis</i>	44
4.2.3.4.Depósitos de <i>hamada</i>	44
4.2.3.5.Depósitos de <i>loess</i>	44
4.2.4.Superfícies de truncamento	45
5.ASSOCIAÇÕES FACIOLÓGICAS E UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	47
5.1.Arenitos Caiuá	48
5.1.1.Unidade Rio Paraná	48
5.1.2.Unidade Goio Erê	52
5.1.3.Relações estratigráficas	55
5.1.4.Ambiente deposicional	55
5.1.5.Considerações sobre os tipos de dunas	58
5.2.Formação Santo Anastácio	61
5.2.1.Litofácies Mairá	63
5.2.2.Espessuras	63
5.2.3.Ambiente deposicional	63
5.3.Formação Adamantina	64

5.3.1.Espessuras	65
5.3.2.Ambiente deposicional	66
6.CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E MINERALÓGICA DAS UNIDADES	69
6.1.Análise petrográfica de seções delgadas	69
6.1.1.Considerações gerais	69
6.1.2.Arenitos Caiuá	70
6.1.3.Formação Santo Anastácio	71
6.1.4.Formação Adamantina	73
6.1.5.Evolução diagenética	74
6.1.5.1.Processos relacionados ao estágio de eodiagênese	74
6.1.5.2.Processos relacionados à mesodiagênese	76
6.1.5.3.Processos relacionados ao intemperismo superficial	76
6.2.Granulometria dos sedimentos	76
6.2.1.Características gerais	77
6.2.2.Maturidade textural	77
6.2.3.Unidade Rio Paraná (litofácies Df e Di)	77
6.2.4.Unidade Goio Erê (litofácies df e di)	79
6.2.5.Formação Santo Anastácio (litofácies Ia)	79
6.2.6.Formação Adamantina (associação fe)	79
6.3.Minerais leves e pesados	79
6.3.1.Minerais leves	79
6.3.2.Minerais pesados	81
6.3.2.1.Minerais pesados opacos, translúcidos "esbranquiçados" e "avermelhados"	81
6.3.2.2.Minerais pesados transparentes	81
6.3.2.3.Maturidade	82
6.3.2.4.Áreas-fonte dos sedimentos	82
6.4.Argilominerais	83
7.ESTRUTURAS TECTÔNICAS E HIDROTERMALISMO	87
7.1.Contexto tectônico	87
7.2.Lineamentos e evolução tectônica	89
7.3.Silicificação	94
8.REVISÃO ESTRATIGRÁFICA DA COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA	96
8.1.Associações faciológicas e estratigrafia dos arenitos Caiuá	96
8.2.Caracterização e individualização do Grupo Caiuá	96

8.3.Relações estratigráficas entre os grupos Caiuá e Bauru	98
8.3.1.Considerações gerais	98
8.3.2.Revisão estratigráfica	103
9.EVOLUÇÃO TECTÔNICA E PALEOGEOGRAFIA DA BACIA BAURU	107
9.1.Definição da Bacia Bauru	107
9.2.Reconstituição paleogeográfica da Bacia Bauru	109
9.2.1.Paleocorrentes deposicionais	109
9.2.2.Distribuição das unidades litoestratigráficas e paleogeografia	111
9.2.3.Indicadores paleoambientais	112
9.3.Reconstituição paleoambiental e condições de vida	113
10.CONSIDERAÇÕES SOBRE ASPECTOS GEOTÉCNICOS E HIDROGEOLÓGICOS	116
10.1.Aspectos geotécnicos	116
10.1.1.Susceptibilidade à erosão dos arenitos Caiuá	116
10.1.2.Desagregabilidade e características litológicas	116
10.2.Aspectos hidrogeológicos	119
11.DE VOLTA AO PASSADO	120
12.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

1. Mapa de ocorrência da cobertura cretácea suprabasáltica, com delimitação da área do presente estudo	2
2. Perfil de relevo da região de Umuarama, com superfícies regionais de aplainamento	4
3. Relevos típicos sustentados pelas diferentes unidades	5
4. Diagrama esquemático de análises de laboratório	7
5. Roteiro de descrição de minerais leves e pesados	10
6. Critério de escolha de escala de mapa de paleocorrentes	14
7. Critérios de confiabilidade e apresentação de resultados de análises de paleocorrentes, em mapa	16
8. Etapas de uma análise faciológica	18
9. Ambiente desértico e depósitos associados	37
10. Perfil de uma duna com denominações e principais processos sedimentares	40
11. Principais processos e feições de depósitos de dunas eólicas	40
12. Processos e feições sedimentares de depósitos de interdunas eólicas	42
13. Superfícies de truncamento e contexto genético	46
14. Seções-tipo das formações Goio Erê e Rio Paraná; seções com sismitos	51
15. Mapa de espessuras mínimas de arenitos	53
16. Mapas de cotas de topo da Formação Serra Geral	54
17. Distribuição de associações faciológicas do campo de dunas, na área de estudo	57
18. Perfis de sondagens das U.H. de Porto Primavera e Rosana (Pontal do Paranapanema, SP)	59
19. Dois tipos de dunas eólicas (<i>barcana</i> e <i>seif</i>), com estruturas internas	62
20. Principais fases e processos diagenéticos identificados	74
21. Modificações diagenéticas observadas com microscópio	75
22. Resultados de análises granulométricas	78
23. Frequência de classes texturais da fração areia	80
24. Feição de deposição de argila autigênica nos poros intergranulares (<i>cara-de-macaco</i>)	83
25. Resultados de análises de argilominerais (tipos)	84
26. Resultados de análises de argilominerais (origem)	86
27. Estruturas tectônicas regionais e distribuição das rochas alcalinas mesozóicas	88
28. A Antéclice de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas	89
29. Reflexos de atividades do Cinturão Andino, no interior da Plataforma Sul-Americana	90
30. Mapa de lineamentos em imagens de radar	92

31.Mapa de lineamentos em imagens de satélite	93
32.Diagrama de direções de fraturas	94
33.Modelo de evolução estrutural regional (Amaral & Crósta 1983)	94
34.Desenho esquemático comportamento das unidades, na área do Pontal do Paranapanema, SP (Mezzalana & Arruda 1965)	99
35.Seção estratigráfica com as unidades Caiuá e Bauru (Landim & Soares 1976)	100
36.Perfis esquemáticos da "Formação Bauru", de Coimbra (1976) e Brandt Neto (1977)	101
37.Seções esquemáticas da cobertura cretácea suprabasáltica (SP), de Almeida <i>et al.</i> (1980)	102
38.Colunas estratigráficas da Bacia do Paraná (Petri & Fúlfaro 1983)	103
39.Relações estratigráficas entre as unidades, para a área do estudo	104
40.Principais referências para determinação do intervalo de sedimentação na Bacia Bauru	105
41.Relações estratigráficas entre as unidades da cobertura cretácea suprabasáltica	106
42.Evolução da Bacia Bauru, comparada com a Bacia de Santos	108
43.Comportamento dos mergulhos de estratificações cruzadas, por unidade litoestratigráfica	109
44.Mapa de resultados de análises de paleocorrentes da área	110
45.Distribuição de sistemas deposicionais e depósitos associados, na Bacia Bauru	112
46.Reconstituição paleogeográfica da Bacia Bauru (Ks)	114
47.Características granulométricas de arenitos Caiuá do Pontal do Paranapanema, e relação com desagregabilidade	118

QUADROS

1.Critérios utilizados na fotointerpretação	8
2.Critérios de hierarquização de modas granulométricas	9
3.Classificação utilizada para estratificações cruzadas	12
4.Evolução do conhecimento da cobertura cretácea suprabasáltica	21
5.Principais propostas de subdivisão do Grupo Bauru em São Paulo (Almeida & Melo 1981)	24
6.Evolução do conhecimento da Formação Caiuá	27
7.Principais referências a idades do Grupo Bauru	34
8.Associações faciológicas em ambiente desértico	38
9.Principais características das litofácies individualizadas na área de estudos	47
10.Associações faciológicas identificadas e unidades litoestratigráficas correspondentes	48
11.Feições e características eólicas das unidades Rio Paraná e Goio Erê	55/56
12.Resultados quanto ao tipo de dunas eólicas	60

13.Principais características da Formação Santo Anastácio	61
14.Associação faciológica correspondente à Formação Santo Anastácio	63
15.Principais características das litofácies da Formação Adamantina	65
16.Estruturas e ambientes sedimentares dos principais estudos regionais da Formação Adamantina.	67
17.Litofácies correspondentes à Formação Adamantina (na área de estudo)	66
18.Seções delgadas de arenitos Caiuá	70
19.Seções delgadas da Formação Santo Anastácio	72
20.Seções delgadas da Formação Adamantina	73
21.Características das unidades Rio Paraná e Goio Erê	97
22.Características de arenitos Caiuá (Formação Rio Paraná) e comportamento após exposição	118
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA (9 pranchas)	130

ANEXOS

- 1.Mapa de pontos de afloramentos e sondagens descritos, com indicação das análises de laboratório (encarte).
- 2.Mapa geológico da cobertura cretácea suprabasáltica no noroeste do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)(encarte).
- 3.Quadro com dados de afloramentos e principais resultados de análises.
- 4.Quadro com dados de sondagens e principais resultados de análises.
- 5.Resultados de análises granulométricas.
- 6.Resultados de análises de minerais pesados.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

O estudo teve como objetivo reconstituir o contexto paleogeográfico e a evolução geológica da cobertura sedimentar cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP), por exame de sua constituição e organização faciológica. Para tanto, valeu-se de revisão do conhecimento anterior, observações de campo e análises de laboratório, segundo conceitos de fácies e de sistemas deposicionais.

1.2. Área de estudos

A área é delimitada por um polígono que abrange o noroeste do Estado do Paraná e a região denominada Pontal do Paranapanema (SP), situado entre os paralelos 22° 00' e 24° 30' Sul e meridianos 51° 00' e 54° 30' Oeste (Figura 1).

As principais cidades paranaenses compreendidas são Maringá, Paranavaí, Loanda, Umuarama, Cianorte, Campo Mourão e Guaíra. No Pontal do Paranapanema destacam-se Teodoro Sampaio e Primavera.

O noroeste do Paraná é recortado por inúmeras rodovias em boas condições de tráfego. De Maringá pode-se cruzar a área em diversas direções através das rodovias: BR 376 (até o extremo noroeste), PR 323 (em direção a Guaíra, extremo sudoeste), PR 317/BR 369 (até o extremo sudeste), PR 463/464 (para norte) e PR 317/458/340/450 (até o extremo nordeste). O acesso ao Pontal do Paranapanema é feito a partir das rodovias SP 280 (Castelo Branco) e SP 270 (Raposo Tavares).

1.3. Unidades geológicas¹ e áreas de ocorrência

A cobertura sedimentar cretácea suprabasáltica ocorre sobre a porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, em área que compreende a maior parte do Planalto Ocidental em São Paulo, no noroeste do Paraná, na parte oriental do Mato Grosso do Sul, na região do Triângulo Mineiro (MG), e no sul de Goiás (Figura 1).

Os estudos foram concentrados na parte noroeste do Paraná, em área de aproximadamente 22.000 km², entre os rios Paraná (limite oeste), Paranapanema (norte) e Piquiri (sul). As observações estenderam-se ao Pontal do Paranapanema (SP) e imediações da cidade de Pereira Barreto (noroeste de São Paulo), devido à disponibilidade de grandes cortes em rocha e de sondagens executadas para obras de construção das usinas hidrelétricas de Porto Primavera e Rosana e do canal de Pereira Barreto. No Paraná a cobertura cretácea suprabasáltica tem o limite oriental em forma denteada, como duas grandes cunhas que avançam para leste pelos divisores de águas Piquiri/Ivaí (até a poucos quilômetros a oeste de Campo Mourão) e Ivaí/Paranapanema (até imediações de Maringá). É representada pelas formações: Caiuá (cerca de 90% da área), Santo Anastácio e Adamantina. As duas últimas afloram na porção separada da área principal de ocorrência, situada no divisor Ivaí/Paranapanema, a norte/nordeste de Maringá. Em São Paulo, a unidade Caiuá aflora em quase todo o Pontal do Paranapanema, passando para as formações Santo Anastácio e Adamantina, nas direções norte e leste. A Formação Serra Geral constitui o substrato regional.

1 As unidades estratigráficas em estudo serão referidas nas categorias originalmente utilizadas pelos autores, até o capítulo 8, quando será apresentada proposta de revisão da estratigrafia da cobertura cretácea suprabasáltica.

Figura 1: Mapa de ocorrência da cobertura cretácea suprabasáltica, com delimitação da área do presente estudo (Compilado de Schobenhuis *et al.* 1981, Bistrichi *et al.* 1981, Sousa Jr. 1984, e Biondi *et al.* 1989).

1.3.1. Depósitos quaternários

Popp & Bigarella (1975) definiram como Formação Paranaíba, depósitos de areias finas inconsolidadas, em áreas de ocorrência dos arenitos Caiuá no noroeste do Paraná, oeste de São Paulo e sudoeste do Mato Grosso do Sul. Identificaram quatro unidades em exposições no interior de voçorocas em Paranaíba (PR), separadas por discordâncias erosivas, depositadas durante o Quaternário. Bigarella & Mazuchowski (1985) incluíram depósitos coluviais sem estratificação nítida, depósitos aluviais fluviais e rudáceos na Formação Paranaíba.

Em estudos no noroeste do Paraná, na região de Paranaíba, Dehira *et al.* (1983) separaram os depósitos quaternários em: cascalheiras fluviais subatuais, aluviões subatuais entalhados, complexos colúvio-aluvionares subatuais restritos, coluviões arenosos a areno-argilosos, aluviões em terraços e aluviões atuais.

Por não constituírem objeto de análise do presente estudo, os depósitos quaternários não receberam maior atenção. Foram reconhecidos:

a) aluviões atuais e antigos, formados por sedimentos inconsolidados areno-argilosos com intercalações de estratos arenosos (predominantes) e argilosos, dispostos em planícies aluviais relacionadas com o leito ativo e terraços fluviais antigos (elevados, em relação ao leito atual de drenagem). Inclui cascalheiras fluviais associadas aos grandes rios, constituídas por bancos conglomeráticos com arcabouço formado por clastos de arenito silicificado, sílex (ágatas - predominantes - coquinas, calcários oolíticos e/ou estromatolíticos silicificados, siltitos silicificados) e basaltos; em matriz areno-argilosa. Os depósitos mais expressivos foram representados no mapa geológico sob a designação de $Q_{a,t}$;

b) cobertura eluvio-coluvial arenosa maciça, em geral com espessura da ordem de uma dezena de metros (até 20m), encontrada em áreas de ocorrência das unidades Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, ou em "manchas" sobre a Formação Serra Geral (próximo do contato com as unidades cretáceas, originadas da alteração de arenitos);

c) depósitos coluviais com fragmentos de arenito com cimentação limonítica, encontrados na região de Umuarama (PR), provavelmente associados com superfícies regionais de aplainamento (vide item 1.4).

1.4. Aspectos geomorfológicos

A área de estudos pertence ao 3º Planalto Paranaense, definido por Maack (1947) e ao correspondente Planalto Ocidental (Almeida 1964a) em São Paulo, compartimento que se estende das cuestas basálticas até às margens do Rio Paraná.

De modo geral, na extensa área de exposição dos arenitos Caiuá o relevo é formado por colinas amplas (área maior que 4km², Ponçano *et al.* 1981), de topos extensos e arredondados, com encostas de baixa declividade e perfil convexo. Em alguns locais, como nas imediações de Loanda e Terra Rica (PR), ou no Pontal do Parapanema, ocorrem cabeceiras de drenagem, caracterizadas por encostas mais inclinadas (declividade média a alta), que formam anfiteatros de aspecto anômalo. Em fotos aéreas e imagens obtidas por satélite e radar, tais feições assemelham-se a grandes voçorocas hoje estabilizadas (fotos 1 e 2), sugerindo, segundo Ponçano *et al.* (1981), processos de evolução rápida.

Morros sustentados por arenitos silicificados (Foto 7), como os dos Três Irmãos (PR, 639m) e do Diabo (SP, 603m) destacam-se na topografia regional (fotos 3, 4 e 5), assim como outras elevações de menor expressão: o morro da Fazenda Santa Ida (SP, 455m) e os morrotes (320m) situados à margem esquerda do Rio Paraná, próximo de Porto Rico (PR), Foto 6.

Na região de Umuarama verifica-se interessante mudança no comportamento da rede de drenagem, relacionada com resquícios de antiga superfície de aplainamento. Ali os principais cursos d'água dispõem-se segundo padrão radial centrífugo, divergentes a partir de área plana elevada, que forma um platô entre as cotas 450 e 460m, onde se situa a cidade de Umuarama (Figura 2). Nessa região, como na serra dos Dourados, são encontrados níveis de crostas de arenito limonitizado de poucos centímetros de espessura e extensão lateral até decimétrica (pontos UM 35, 36, ver mapa de pontos, Anexo 1), no topo de morrotes (Foto 9). Verificam-se ainda clastos centimétricos angulosos, imersos na cobertura coluvional (UM 63), às vezes formando depósitos conglomeráticos com fragmentos de até 50cm de diâmetro, em situação de meia-encosta, na base do colúvio (Foto 10, ponto UM 64). Próximo a Colorado, onde se observa relevo relativamente mais vigoroso, foram encontrados delgados níveis de arenito limonitizado na cobertura coluvial (ponto CL 124), na cota 462m.

Figura 2: Perfil de direção aproximada NW, pouco a norte de Umuarama, com superfícies de aplainamento (Modif. de THEMAG 1982c).

Na região de Umuarama parece ocorrer uma segunda superfície de nivelamento de topos, mais jovem que a anterior, em torno das cotas 330 e 360m, à qual se associam coberturas coluviais com fragmentos limoníticos (pontos LO 81, 82, SJ 49).

De modo tentativo, atribui-se aqui o platô de Umuarama (440 a 478m) à superfície de aplainamento pós-cretácea, com formação de encouraçamento ferruginoso, desenvolvida possivelmente no Paleoceno (Superfície Sul-Americana, de King 1956; ou do Japi, de Almeida 1964). Nela estaria embutida a outra superfície, de provável idade neogênica.

Os topos dos morros do Diabo e dos Três Irmãos foram considerados restos da Superfície de Aplainamento Sul-Americana por Soares & Landim (1976a). Entretanto, em nenhum destes pontos foram encontradas crostas limoníticas, e tampouco estes definem superfícies planas. Eventualmente podem ser restos de superfícies preservados devido à silicificação, sem manter, todavia, sua configuração original (morros testemunhos). Por este motivo, seus topos não foram aqui considerados como restos de antigas superfícies de aplainamento.

As formações Santo Anastácio e Adamantina sustentam relevos de colinas médias (área de 1 a 4 km²) a amplas. A constituição litológica da Formação Adamantina (bancos de arenitos, siltitos argilosos, eventualmente cimentados por carbonato de cálcio) propicia a criação de relevo de colinas de topo tabular, com encostas mais inclinadas com cornijas (Foto 8), características desta unidade (Figura 3).

Figura 3: Relevos típicos sustentados pelas diferentes unidades litoestratigráficas no noroeste do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP).

Coberturas colúviais, às vezes com mais de uma dezena de metros de espessura, ocorrem em toda a área, formando depósitos maciços, constituídos por areia fina a média, de cor marrom-avermelhado. Próximo ao contato com o substrato basáltico tornam-se mais argilosas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento dos estudos constou basicamente de:

- a) análise da documentação existente;
- b) trabalhos de campo para caracterização, documentação fotográfica e amostragem das unidades;
- c) análises laboratoriais;
- d) tratamentos dos dados;
- e) elaboração de modelos deposicionais e paleogeográficos;
- f) confecção de mapas, perfis e redação de texto final.

2.1. Bibliografia básica

A bibliografia básica envolveu textos relativos a depósitos sedimentares cretáceos supra-basálticos, em especial aqueles referentes ao território paranaense e adjacências. Incluiu também textos sobre processos, estruturas sedimentares e sistemas deposicionais de interesse: eólico, fluvial e leques aluviais. Como mapa geológico básico foi utilizada montagem de mapas em escala 1:500.000, do Paraná (Biondi *et al.* 1983) e de São Paulo (Bistrichi *et al.* 1981) que constituem compilações regionais mais recentes, em escala adequada aos propósitos do trabalho.

Na análise de feições de relevo, orientação em trabalhos de campo e na fotointerpretação geológica, foram utilizadas fotos aéreas USAF (1965, 1967, 1968), de escala 1:60.000 e ITC/PR (1980), de escala 1:25.000. Na análise de estruturas regionais utilizaram-se imagens de satélite LANDSAT/MSS (1977) e mosaicos semicontrolados de radar de visada lateral do Projeto RADAMBRASIL (1976), ambos de escala 1:250.000. Para localização dos dados de campo, empregaram-se ainda folhas topográficas em escala 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000, editadas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Serviço Geográfico do Exército (SGE).

2.2. Levantamentos de campo

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos através das rodovias principais que cruzam a área. A quantidade de pontos de observação, bem como sua distribuição, foram determinadas:

- a) pela escala do trabalho (1:250 000, preliminar);
- b) pela disponibilidade de bons afloramentos; e
- c) pelas características geológicas das unidades.

Nas obras da usina hidrelétrica de Porto Primavera (SP/MS) e do Canal de Pereira Barreto (SP), foi possível a obtenção de dados de subsuperfície e observação de grandes cortes em rocha.

Entre as observações de campo, procurou-se incluir os afloramentos importantes, mencionados em trabalhos e relatórios de mapeamentos geológicos anteriores, em escala 1:100.000 (IPT 1981a,b,c; THEMAG 1982a,b,c).

Quando necessário, os trabalhos de campo recorreram ao apoio de fotointerpretação em escala 1:60.000, como no caso da área situada à nordeste de Maringá, onde ocorrem três unidades cretáceas (vide critérios no Quadro 1, pag. 8).

Os dados obtidos no campo e os principais resultados de análises de laboratório encontram-se resumidos nos anexos 3 e 4. O mapa de pontos (Anexo 1) apresenta os locais de observações e de sondagens utilizadas, com indicação das análises efetuadas e outras informações dignas de destaque. No mapa geológico (Anexo 2) apresentam-se a distribuição e as relações entre as unidades na área de estudo.

As observações de afloramentos de rocha e testemunhos de sondagens visaram a caracterizar litofácies para identificação dos sistemas deposicionais. Os trabalhos de campo incluíram os seguintes procedimentos: descrições litológicas, de texturas e estruturas, com elaboração de esquemas (anotados em fichas); documentação fotográfica; amostragem e medida de atitudes de estruturas sedimentares (estratificações, contatos, etc.) e tectônicas (fraturas, falhas, estrias, etc.).

2.3. Análises em laboratório

As amostras coletadas serviram para fins diversos: determinação de parâmetros granulométricos; identificação e gênese de argilominerais; caracterização textural e mineralógica de rochas (em seções delgadas), e de minerais leves e pesados (em montagens lâminas com grãos). A Figura 4 resume os procedimentos adotados.

Com a integração das observações de campo e resultados obtidos nas análises de laboratório, procurou-se caracterizar as unidades estratigráficas e verificar as interpretações e modelos geológicos idealizados.

Figura 4: Diagrama esquemático de análises de laboratório efetuadas.

Unidade	Textura na foto	Feições de relevo	Padrão geral de drenagem
Serra Geral (basaltos)	"aveludada", levemente mais escura que as demais	colinas médias a amplas, de topos planos, encostas convexas, eventualmente com rupturas de declive entre derrames ou em intertraps)	retangular, geométrica
Caiuá	"de açúcar", (esbranquiçada)	relevo suave, colinas amplas, topo plano, encostas de perfil convexo, pouco inclinadas	baixa densidade, dendrítica a paralela
Santo Anastácio	"de açúcar", mais grosseira que da Caiuá (esbranquiçada)	relevo suave, colinas médias a pequenas, topos convexos, encostas de perfil convexo com discretas rupturas de declive (cornijas) e algumas cristas locais	baixa densidade, dendrítica a paralela
Adamantina	"de açúcar" (esbranquiçada)	relativ. mais acidentado, colinas pequenas de topo plano e encostas com cornijas (mesetas); freq. cristas nos (nos espigões) e cornijas (nas cabeceiras)	maior densidade relativa, dendrítica

Quadro 1: Critérios básicos utilizados na distinção das unidades na fotointerpretação.

As medidas de atitudes de estratificações cruzadas, fraturas e falhas foram tratadas por métodos estatísticos e seus resultados, assinalados em mapa, subsidiaram a análise paleogeográfica e do contexto tectônico regional.

As estratificações cruzadas dos arenitos Caiuá forneceram direções do vento (e eventualmente o tipo de duna) durante a deposição. Para tanto mostraram-se úteis os diagramas de "rosácea de rumos" e classificação de dunas de Glennie (1970) modificada por Bossi *et al.* (1977).

Às medidas de juntas e falhas, associou-se o estudo de feições retilíneas regionais (reconhecíveis em imagens de satélite e radar), para análise do comportamento tectônico do substrato, durante e após a sedimentação.

2.3.1. Análise granulométrica e parâmetros estatísticos

Para as análises granulométricas adotou-se os procedimentos usuais, descritos a seguir:

- quarteação e desagregação de 50 a 100 gramas de material;
- homogeneização em um litro de água destilada, com auxílio de agitador rotativo;
- pipetagem para frações 0,062 a 0,004 mm de diâmetro; e
- peneiramento para frações entre 4,00 e 0,062mm de diâmetro.

Foram utilizadas peneiras com aberturas de: 4,000; 2,830; 2,000; 1,410; 1,000; 0,707; 0,500; 0,354; 0,250; 0,177; 0,125; 0,088 e 0,062mm. A escala granulométrica adotada foi a de Wentworth (1922). No cálculo dos parâmetros estatísticos para distribuições total e areia foram utilizadas fórmulas de Folk & Ward (1957), com auxílio de microcomputador (programa LABSE2).

As análises granulométricas forneceram a distribuição em classes texturais e parâmetros estatísticos com o fim de caracterizar as unidades litoestratigráficas e suas variações regionais.

Na definição das classes texturais adotou-se como limite de intervalo o valor de 5% ao invés do usual 1%, por coerência com a precisão dos métodos de análise granulométrica e cálculos gráficos utilizados (Folk & Ward 1957). O valor 1% além de arbitrário, cria intervalos de frequência muito baixos nos extremos das curvas granulométricas, causando diminuição da frequência média e aumento do desvio padrão, em prejuízo da discriminação de modas.

Na discussão dos resultados foram estabelecidos dois critérios objetivos para definição e hierarquização de modas (Quadro 2).

Tipo	Aplicação	Categoria da moda		
		1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem
relativo	1 amostra (distribuição individual)	$\bar{x} + 3\sigma$	$\bar{x} + 2\sigma$	$\bar{x} + \sigma$
absoluto	várias (amostras, comparativa)	75% 68%	75-50% 68-50%	50-25% 50-32%

Quadro 2: Critérios de hierarquização de modas.

Critério 1 (relativo): definido para cada amostra, com base na relação entre frequência média ($\bar{x}$) e seu desvio padrão (σ). As modas são classificadas como de 1ª ordem quando alcançam valor de $\bar{x} + 3\sigma$, de 2ª ordem para $\bar{x} + 2\sigma$ e 3ª ordem para $\bar{x} + \sigma$. Este critério, embora estatisticamente fundamentado, não tem aplicação na análise comparativa entre amostras de uma única população ou de várias.

Critério 2 (absoluto): aplicável para várias amostras (da mesma ou de diferentes populações), a partir do estabelecimento de intervalos fixos de frequência, com base em histogramas de distribuição.

2.3.2. Minerais leves e pesados

Considerando-se que os minerais pesados concentram-se nas frações de menor diâmetro que a fração modal, por possuírem maior equivalente hidráulico, decidiu-se adotar procedimentos um pouco distintos dos usuais para análise de assembléias. Foram analisadas as frações das classes granulométricas, de diâmetro em ϕ imediatamente menor que o da moda (a mais grossa para casos de distribuição polimodal). Os procedimentos para análise dos minerais em grãos, leves e pesados, encontram-se sintetizados na Figura 5.

Das frações selecionadas foram separados os minerais leves dos pesados, com uso de bromofórmio ($D = 2,89$). Na separação dos minerais magnéticos utilizou-se ímã manual, para aumentar a concentração relativa dos transparentes. Com o material separado montaram-se

FIGURA 5 - Roteiro para descrição de minerais em grãos, leves e pesados

lâminas, para observação com microscópio. Foi necessária lavagem do material com ácido oxálico (diluído a 10%), a quente, em presença de alumínio metálico, eliminando-se assim película de óxido de ferro que freqüentemente encobre os grãos.

A maturidade mineralógica de arenitos foi estabelecida por dois critérios:

1) pela porcentagem de resistatos (quartzo + quartzito + sílex):

supermaturo: acima de 95%

maturo: entre 90 e 95%

imaturo: entre 75 e 89%

superimaturo: menor que 75%

2) pelo índice ZTR (turmalina + zircão + rutilo):

supermaturo: acima de 90%

maturo: entre 68 e 90%

imaturo: entre 34 e 67%

superimaturo: menor que 33%

A análise das composições mineralógica e textural (arredondamento e esfericidade) dos minerais leves (com lupa) e pesados (com microscópio ótico), forneceu dados para discussão sobre áreas-fonte, clima e natureza do transporte dos sedimentos.

A observação de minerais leves com microscópio indicou que a quantificação da porcentagem de feldspatos deve ser feita por meio de seções delgadas, pois nelas foram observados vários estágios de alteração destes minerais, cuja freqüência seria subestimada, caso fosse feita contagem de grãos em material separado da análise granulométrica.

Os grãos de quartzo foram classificados em contagens de 100 grãos, quanto à constituição (simples ou policristalinos), tipo de extinção, arredondamento, esfericidade e textura superficial.

2.3.3. Argilominerais

Os argilominerais foram analisados por difração de raios X e com microscópio eletrônico de varredura.

Para difração de raios X confeccionaram-se lâminas com superfície coberta por material decantado de suspensão (partículas menores que 0,004 mm) obtida por sifonamento após pipetagem das frações entre 0,062 e 0,004 mm. Eventualmente utilizou-se aquecimento a 400°C por duas horas e tratamento com etileno-glicol, como teste suplementar na identificação dos minerais. Na preparação das amostras não foram empregadas substâncias defloculantes, de modo a evitar interferências nos resultados. Os difratogramas permitiram ainda análise semiquantitativa dos argilominerais presentes.

A identificação dos argilominerais por suas formas características, e a verificação de origem (detrítica ou autigênica), contaram com microscópio eletrônico de varredura, com capacidade de aumento até 10.000 vezes. Para esta análise foram preparados, em suporte apropriado, corpos de prova de alguns milímetros, encobertos com películas de carbono e ouro (por vaporização de eletrodos, em alto vácuo). A superfície deste corpo foi observada mediante sistema com câmera de TV e fotografada.

2.3.4. Análises petrográficas

Após descrição macroscópica, foram selecionadas amostras para análise de seções delgadas, com microscópio ótico. As análises permitiram caracterizar a composição mineralógica do arcabouço, matriz e cimento, bem como determinar suas relações (estruturas e texturas). Por apresentarem normalmente pequena coesão, a maioria das amostras foi impregnada com resina (Araldite) antes da confecção das seções delgadas. Adicionou-se corante azul de oracet, para auxiliar a caracterização de porosidade, presença de matriz e/ou cimento e feições texturais do arcabouço.

2.4. Classificação de estratificações cruzadas

Nas descrições de estratificações cruzadas foram utilizados os seguintes critérios:

a) Parâmetros mensuráveis		
Espessura	Espessura de <i>sets</i>	Ângulo de mergulho
lâmina: até 1cm estrato > 1 cm	pequeno porte: <0,3 m médio porte: 0,3 - 3m grande porte: > 3m	subhorizontal < 5° baixo: 5°-15° médio: 16°-25° alto: > 25°

b) Parâmetros descritivos:			
Forma dos estratos cruzados	Padrão dos <i>sets</i> (3ª ordem, visão bidimensional)	Tipo de superfície de truncamento	Hierarquia de superfícies de truncamento
tabular (superfícies plano-paralelas)	tabular: separados por superfícies planas	não erosivo: estratificação cruzada simples	1ª ordem: superfícies regionais, às vezes separando <i>draas</i>
tabular tangencial na base	cuneiforme: separado por superfícies convergentes (planas ou curvas)	erosivo plano: contato inferior plano (tabulares)	2ª ordem: entre conjuntos de <i>sets</i>
acanalado (festonado): superfícies curvas	lenticular: adelgaçamento lateral	erosivo curvo: contato inferior curvo (acanaladas)	3ª ordem: entre <i>sets</i>

Quadro 3: Classificação utilizada nas descrições de estratificações cruzadas (modificado de McKee & Weir 1963),

2.5. Análise de paleocorrentes

As atitudes de estratificações cruzadas e superfícies de truncamento foram medidas sistematicamente para análises de paleocorrentes deposicionais. Quando possível, procurou-se separá-las por *sets* ou níveis topográficos (como nos cortes da eclusa de Porto Primavera).

2.5.1. Definição da escala de apresentação em mapa

A escala de apresentação em mapa, dos resultados relativos a paleocorrentes, levou em

conta a distribuição dos pontos (estações) de medidas de estratificações cruzadas, então agrupados em células unitárias de influência, em malha quadrada. Considerando-se uma informação por cm^2 (usual em apresentação de resultados em mapa) como adequada, determinou-se em mapa o comprimento mínimo l (lado da célula unitária, em centímetros), de forma que fosse garantida a frequência mínima de 50%, ou seja, atendendo-se à relação $i > 0,5$ onde:

$$i = \frac{\sqrt{n^{\circ} \text{ de células cheias (com informação)}}}{n^{\circ} \text{ total de células}}$$

A escala adequada foi aquela em que $0,5 < i < 0,7$ dada por:

$$e = \frac{1}{d \cdot l}$$

onde d = denominador da escala do mapa de pontos inicial, e l = lado da célula unitária em centímetros, para $i > 0,5$ (Figura 6).

Para $i > 0,7$ o valor de l pode ser diminuído, pois a distribuição de pontos permite apresentação de mapas em escala maior, isto é, com mais detalhe.

Pela mesma razão, devido à maior densidade de informações, alguns setores do mapa podem ser eventualmente apresentados em escala de maior detalhe.

Estabelecida a célula unitária, os pontos abrangidos passaram a constituir única população de dados para efeito de tratamento estatístico. Em eventual apresentação de parte do mapa com maior detalhe, os dados envolvidos seriam reagrupados em novas células, definindo novas populações.

2.5.2. Tratamento estatístico

As populações de dados definidas por células unitárias revelaram, via de regra, quantidades heterogêneas de indivíduos, fato que implicou a necessidade de tratamento estatístico diferenciado. Considerou-se também o significado geológico (representatividade) de cada medida, pois admitiu-se que grandes estruturas refletem processos sedimentares mais vigorosos e/ou duradouros, cuja importância deve ser ponderada.

Assim, a confiabilidade de cada resultado levou em conta dois fatores: quantidade de medidas e dimensões das estruturas sedimentares.

2.5.2.1. Quantidade de medidas

A Estatística Clássica divide populações amostrais em duas classes:

- com mais de 30 indivíduos (denominada de "grandes amostras"). Neste caso, as distribuições amostrais tornam-se aproximadamente normais com o incremento de dados a partir daquele número;

- com até 30 indivíduos (chamadas "pequenas amostras"). Apresentam aproximação com a distribuição normal tanto menor, quanto menor for o número de dados.

Em termos práticos, o valor médio obtido para populações com mais de 30 medidas é estatisticamente representativo (Spiegel 1972). A segunda classe pode ser considerada, desde que tratada com cuidados convenientes.

Pontos de mudanças significativas do desvio, em relação a valores médios, são verificados na distribuição t de Student (com grau de liberdade $N-1$) para a distribuição normal (Spiegel

Figura 6: Critério de escolha de escala de mapa de paleocorrentes.

1972). Com base nisto, foram estabelecidas quatro classes de freqüência de medidas:

>30: permite tratamento estatístico clássico (grandes amostras);

30-7: permite tratamento estatístico clássico, com cuidados (pequenas amostras);

6-3: não permite tratamento estatístico clássico;

<3: não permite tratamento estatístico clássico.

2.5.2.2. Dimensões das estruturas sedimentares

A ponderação pelo significado geológico das medidas (função da magnitude das construções sedimentares), apoiou-se na classificação de estratificações cruzadas, modificada de McKee (1963). Como resultado, estabeleceram-se as classes:

1ª ordem: estruturas de grande porte (sets com mais de 3m de altura);

2ª ordem: estruturas de médio porte (sets com 0,3 a 3m de altura); e

3ª ordem: estruturas de pequeno porte (sets com menos de 0,3m de altura).

As estruturas de 1ª ordem, visto que representam grandes construções, conferem maior confiabilidade aos vetores resultantes, independente da quantidade de medidas. Para as de 2ª ordem estabeleceu-se como necessária, quantia entre 7 e 30 medidas (classe de "pequenas amostras"). Para as estruturas de 3ª ordem, foram considerados confiáveis os resultados de tratamento estatístico de populações com mais de 30 medidas ("grandes amostras").

Evidentemente, as medidas de estratificações em grandes construções sedimentares são as mais confiáveis para o estabelecimento do padrão médio de paleocorrentes, devido a sua importância geológica. Entretanto, estruturas de menor porte são as mais comuns em exposições naturais. Resultantes do tratamento de medidas, quando em número adequado, adquirem o mesmo grau de confiabilidade, na reconstituição paleogeográfica baseada em paleocorrentes deposicionais. A Figura 7 resume os critérios empregados no tratamento e apresentação gráfica dos resultados, relativos a estratificações cruzadas.

2.5.3.Cálculo de rumos médios de paleocorrentes

Para análise de rumos, foram elaborados histogramas circulares (rosáceas), calculados vetores médios e suas consistências segundo método de Pincus (1956). Também diagramas de rumo *versus* mergulho e de frequência de classes de mergulho prestaram-se à análise de comportamento por associações faciológicas.

2.5.4.Identificação de tipo de duna

A análise do tipo de dunas foi feita com diagramas de Glennie (1970, conforme modificação de Bossi *et al.* (1977). Este método permite a discriminação dos tipos, com base na posição e formas de concentração dos pólos de planos de estratificação.

Os diagramas discriminatórios representam, na verdade, modelos simplificados de casos extremos. A rigor, só seriam aplicáveis a dados provenientes de uma única duna, construída sob um padrão de ventos com direção predominante pouco variável. As dispersões verificadas na prática podem ser creditadas a:

- a) critérios variados de coleta de dados;
- b) possível preservação parcial dos depósitos (registro incompleto da construção sedimentar);
- c) posição inadequada do corte analisado com relação à construção;
- d) o fato de que estratos de pequena inclinação possuem menor significado na análise de rumos de paleocorrentes (Glennie 1970), uma vez que correspondem a depósitos de interdunas ou de porções basais de dunas, menos organizados; e
- e) ao fato de que populações correspondentes a condições distintas de deposição possam estar intercaladas. Bossi *et al.* (1977) referiram-se à eliminação de até 30% de dados anômalos (correspondentes à população D, nos diagramas), quando não afetaram substancialmente a média. As atitudes medidas podem referir-se a períodos distintos da sedimentação, talvez separados por intervalos de tempo suficientes para modificações ambientais consideráveis. Mudanças da direção do vento ou alterações climáticas mais significativas, por exemplo, levariam à superimposição de construções eólicas distintas (quanto ao tipo, porte ou distribuição faciológica).

FATOR GEOLÓGICO		CLASSE DE ESTRUTURAS			REPRESENTAÇÃO GRÁFICA		
FATOR ESTATÍSTICO		1a. ORDEM	2a. ORDEM	3a. ORDEM	CLASSE DE ESTRUTURAS		
Nº DE MEDIDAS	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	CONFIABILIDADE			1a. ORDEM	2a. ORDEM	3a. ORDEM
1 a 3	NÃO	NÃO CONFIÁVEL					
4 a 6							
7 a 30	SIM	CONFIÁVEL					
PEQUENAS AMOSTRAS							
> 30	SIM	CONFIÁVEL					
GRANDES AMOSTRAS							

CONVENÇÕES

N - número de medidas
 ✓ - vetor resultante
 I - inclinação média

Quadro de confiabilidade e representação gráfica dos resultados, em função da quantidade e significado geológico de medidas de estratificações cruzadas.

Situação hipotética, reunindo as tres classes de estruturas utilizadas na ponderação do significado geológico das medidas.

(Fernandes 1992)

Figura 7: Critérios de confiabilidade e apresentação de resultados de análises de paleocorrentes, em mapa.

2.6. Lineamentos

Foram considerados como lineamentos: feições lineares da superfície terrestre, geomórficas (criadas pelo relevo) ou tonais (contrastes de tons) observadas no terreno, imagens ou mapas, que podem representar uma zona de fraqueza estrutural (Sabins Jr. 1978, *apud* Liu 1987).

Extraídos manualmente de imagens de satélite LANDSAT e mosaicos de radar, com auxílio de luminária com lupa, os lineamentos foram digitalizados e processados com programas do Agrupamento de Geomatemática da DGRM/IPT. Obtiveram-se assim, mapas e diagramas circulares de direções (rosáceas de 180°).

2.7. Análise faciológica e sistemas deposicionais

A reconstituição da paleogeografia apoiou-se em análise de fácies e de sistemas deposicionais. O método utilizado encontra-se resumido na Figura 8. Em termos gerais, procedeu-se à individualização de unidades litológicas (litofácies) e à descrição de suas texturas e estruturas. Tais procedimentos levaram à identificação de processos sedimentares, indicativos de ambientes deposicionais. A partir do arranjo geométrico, bem como da relação entre as litofácies reconhecidas, e cotejo entre descrições de diversos locais, foi concebido um modelo deposicional para cada associação faciológica. Seu inter-relacionamento levou, por fim, à configuração da paleogeografia que integrou os diversos sistemas deposicionais, atuantes no preenchimento da bacia.

O uso do termo fácies surgiu da necessidade de correlação e previsão do comportamento de unidades litológicas, devido a interesses científicos e econômicos. Na medida em que designa particularidades físicas (mais tarde associadas a processos genéticos e por conseguinte, a ambientes deposicionais), seu uso tornou-se fundamental para os estudos modernos de Sedimentologia e Estratigrafia, bem como de evolução de bacias sedimentares.

A palavra fácies, de origem latina, significa face, aspecto, aparência, forma, característica ou condição. Em Estratigrafia e Sedimentologia pode ser utilizada como conjunto de atributos de uma rocha ou unidade sedimentar, que reflete suas condições de origem e a distingue de outras unidades associadas ou adjacentes (Bates & Jackson 1980).

Fácies, de acordo com Gressly (1938, *apud* Walker 1979), representa o conjunto de características petrológicas de determinado intervalo, comum a uma formação rochosa em que seu ambiente de origem pode ser identificado.

Após o uso inicial da expressão - calcado em características litológicas - várias outras surgiram, de acordo com as propriedades discriminantes (biofácies, hidrofácies, etc.). O avanço dos métodos geofísicos, permitiu o rastreamento de características físicas das rochas em subsuperfície, criando novos usos para o conceito de fácies (fácies sísmicas, eletrofácies, logfácies, etc.).

Os conceitos atuais de interpretação de paleoambientes surgiram com a vinculação de fácies a processos genéticos e com a retomada da Lei de Fácies de Walther ("*Em uma associação de fácies, sem lacuna de tempo, a superposição vertical de fácies reflete a distribuição lateral de ambientes adjacentes*"; Walther 1894, *apud* Reading 1986). Contribuíram decisivamente os estudos de ambientes atuais de sedimentação e de experimentos em laboratórios, além do avanço de estudos regionais apoiados pela sísmica de reflexão (sismoestratigrafia), promovidos principalmente pela prospecção petrolífera.

Com relação a este estudo, adotaram-se as seguintes conotações para os termos:

fácies: corpo de rocha individualizável pelo conjunto de atributos físicos definidos pela geometria dos litossomas, estruturas sedimentares, texturas, composição mineralógica, conteúdo fossilífero e rumos de paleocorrentes (equivale ao conceito usual de litofácies);

associação de fácies: agrupamento de fácies contemporâneas e cogenéticas associadas, acumuladas sob determinadas condições ambientais;

ambiente deposicional: espaço físico particularizado, onde atuaram processos atribuídos a condições deposicionais peculiares. Resultam da conjugação de topografia, clima, disponibilidade de material, paleocorrentes e evolução tectônica da bacia sedimentar. Estes fatores, bem como sua evolução, controlam a acumulação e preservação dos depósitos sedimentares;

Figura 8: Etapas de uma análise faciológica (Modif. Walker 1984 e Anderton 1985).

sistema deposicional: conjunto de associações faciológicas inter-relacionadas no tempo e no espaço;

Segundo Galloway (1979), sistema deposicional é uma unidade estratigráfica física tridimensional definida, que constitui um conjunto contíguo de fácies sedimentares relacionadas por processos.

Este sistema pode ser expresso por um modelo deposicional, concepção idealizada do arranjo espacial de fácies (por sua associação);

seqüência: "pacote" de rochas limitadas por discordâncias regionais, e constituídas por uma ou mais unidades litoestratigráficas formais. Segundo a definição original de Sloss (1963) as seqüências devem ter caráter inter-regional, ou seja, serem reconhecíveis em diferentes bacias da plataforma. Ainda segundo tal conceito, correspondem a subsidência e soerguimento associados à evolução cíclica do cráton (equivale aproximadamente ao conceito de trato de seqüências, utilizado para bacias oceânicas).

As curvas de variação relativa do nível do mar, no tempo geológico (Vail *et al.* 1977, Haq *et al.* 1987), têm sido aplicadas como importante instrumento na compreensão da evolução de bacias litorâneas ou sob influência marinha. Tais curvas têm, entretanto, aplicação discutível na sedimentação bacias continentais interiores, como a tratada neste estudo, pela pequena influência direta que podem exercer as oscilações do nível do mar. O conceito de seqüências de Sloss (1963) revelou-se mais adequado neste caso.

Della Fávera (*s.d.*) discutiu uma nova concepção para a acumulação e preservação de sedimentos, atribuídas principalmente a eventos de curta duração, espaçados no tempo geológico, produtos de dissipação momentânea de grandes quantidades de energia, com remobilização e deposição rápidas de enormes volumes de material (sedimentação episódica: inunditos, tempestitos, sismitos, turbiditos).

Estratigrafia de seqüências é o estudo das relações de rochas sedimentares geneticamente associadas, num arcabouço cronoestratigráfico limitado por superfícies de erosão ou não-deposição, ou por suas concordâncias relativas. Seqüência é a unidade fundamental, delimitada por discordâncias ou concordâncias relativas. Pode ser, por sua vez, subdividida em tratos de sistema (definidos por suas posições dentro da seqüência), em parasseqüências (unidades de menor ordem limitadas por superfícies de inundação marinha) e conjuntos de parasseqüências. Os limites da seqüência, da parasseqüência e do conjunto de parasseqüências permitem definir um arcabouço cronoestratigráfico, tendo como finalidade a correlação e mapeamento de rochas sedimentares (Della Fávera 1991).

Os conceitos de estratigrafia de seqüências apoiam-se na interação de quatro fatores de controle: subsidência, suprimento de sedimentos, clima e variação do nível do mar (eustasia).

Para bacias interiores, delimitadas por altos do embasamento, como a aqui estudada, a eustasia exerce pouco controle, eventualmente na forma de variações climáticas e do nível de base regional.

Com esta "redução", o conceito de seqüências torna-se semelhante ao proposto por Sloss (1963), motivo pelo qual considerou-se adequado aos propósitos deste estudo.

3. EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A COBERTURA CRETÁCEA SUPRABÁSÁLTICA

3.1. Considerações iniciais

A partir do final do Cretáceo Inferior, após o término das atividades relacionadas com o vulcanismo Serra Geral, a Plataforma Sul-Americana passou a ter um caráter ascensional generalizado. Entretanto, na Bacia do Paraná algumas áreas apresentaram comportamento diferenciado, negativo em relação ao todo. Em sua porção setentrional, acumularam-se sedimentos de origem continental e rochas ígneas associadas do Grupo Bauru.

O Grupo Bauru assenta-se sobre o Grupo São Bento, do qual é separado por contatos de natureza discordante, geralmente com rochas basálticas da Formação Serra Geral e, em alguns casos, com arenitos das formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia. A espessura máxima do Grupo Bauru é estimada por Mezzalana *et al.* (1981) em cerca de 320m.

O conhecimento sobre a cobertura cretácea suprabasáltica pode ser dividido em quatro fases: pioneira (1905 até início dos anos 40); de caracterização (anos 50 e 60); de mapeamentos litoestratigráficos (anos 70 - princípio dos anos 80); e atual (meados dos anos 80 até hoje). Constituem intervalos definidos de modo aproximado, que reúnem estudos de caráter semelhante (Vide Quadro 4).

A fase pioneira caracteriza-se por notícias da descrição de nova unidade suprabasáltica, pelas primeiras descobertas paleontológicas e pelas primeiras representações das unidades Bauru e Caiuá em mapa. São referências ligadas principalmente a observações geológicas em relatos de incursões de reconhecimento do Oeste paulista e paranaense, pelo Rio Paraná e seus principais afluentes da margem esquerda. Inclui também estudos desenvolvidos no Triângulo Mineiro (MG).

Na fase de caracterização, destacam-se estudos litológicos e sedimentológicos de caráter regional, bem como os primeiros ensaios de subdivisão estratigráfica da unidade Bauru. O Arenito Caiuá teve, nesta fase, melhor definição de sua área de ocorrência, além de intensa discussão sobre sua relação estratigráfica com a unidade Bauru (tido ora como sotoposto, ora sobreposto ou como sua porção basal).

A fase seguinte inclui os mapeamentos litoestratigráficos regionais em São Paulo e áreas fronteiriças, assim como no noroeste do Paraná, além de teses e estudos ligados à universidades. Neste período foram definidas as bases da atual subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru.

Na fase denominada de atual, surgiram estudos de aplicação e revisão das propostas da fase anterior, com a subdivisão de algumas unidades. Nela verificam-se também ensaios de reconstituições paleogeográfica e paleoclimática.

Até sua configuração estratigráfica atual, a unidade originalmente referida como um "grez" encontrado nas imediações de Bauru, foi mencionada de diversas formas: arenito, formação, série e grupo. Foi subdividida em membros, fácies e litofácies. Referida por várias designações informais: inferior, médio, superior, A, B, C, ou B1, B2, B3. Além da discussão sobre a organização interna da unidade Bauru, desenvolveu-se vigorosa polêmica em torno da posição estratigráfica dos arenitos Caiuá, hoje integrados ao grupo na concepção da maioria dos estudiosos.

3.2. Litoestratigrafia

Gonzaga de Campos (1905) e Florence (1907) apresentaram descrições de arenitos mais

CARÁTER FASE	LITOESTRATIGRÁFICO	BIOESTRATIGRÁFICO	CRONOESTRATIGRÁFICO	
			Relativo	Absoluto (geocronometria)
1905 P I O N E I R A	Gonzaga de Campos (1905), Florence (1905): primeiras referências (SP) Pacheco (1913): introdução da denominação "formação de Bauru" (SP) Backer (1923): mencionou "areias e conglomerados" supra-basálticos em vasta área do sudeste do Brasil Florence & Pacheco (1929): primeira cartografia das unidades Caiuá e Bauru (SP) Washburne (1930): primeira descrição dos arenitos Caiuá (SP) Barbosa (1934): considerou conglomerados do Triângulo Mineiro semelhantes ao Bauru Milward (1935): Formação Bauru em MG, "MT", GO	Inhering ("1900): primeiras notícias (em jornais) de fósseis (SP) Inhering (1911): primeiro estudo de coleção de fósseis bioestratigráficos Huene (1939, apud Mezzalana & Arid 1980): correlação de restos de Titanosaurídeos com outros da Patagônia		
(1940) C A R A C T E R I Z A C A O	Maack (1941): primeira cartografia do Caiuá ("ou São Bento Superior") no Paraná Setzer (1943): estudo de solos, divisão do Bauru em duas unidades (SP) Almeida & Barbosa (1953): aceitaram divisão, propuseram formações Itaquari e Marília (SP) Freitas (1955): estudo regional pioneiro, novas técnicas de sedimentologia, formações Itaquari e Bauru (SP) Vários autores: intensa discussão sobre origem e posição estratigráfica dos arenitos Caiuá (SP e PR); vide quadro 6. Mezzalana & Arruda (1965): possibilidade do Caiuá como fácies do Bauru, Grupo Bauru no Paraná (SP e PR)	Price (1950): revisão sobre crocodilídeos da Formação Bauru		indiretas: Hasui et al. 1968: datações K/Ar em alcalinas do Triângulo Mineiro (MG) Barbosa et al. 1970: dataram diques em arenitos hoje considerados pertencentes à Bacia Sanfranciscana Gomes & Valarelli, 1970: dataram diques de tinguaito
(1970) L M I A T P O E E A S M T H R N A T T O I S G R A F	Hasui (1967, 1968, 1969): estudou a Formação Uberaba (MG) Barbosa et al. (1970): reconheceram três fácies para a Fm. Bauru (MG) Grossi Sad et al. (1971): reconheceram três fácies para a Fm. Bauru (MG) Freitas (1973): estudo sedimentológico da Formação Caiuá (SP) Sugio (1973): separou Fm. Uberaba da Fm. Bauru (três fácies) (SP, MG, GO, MT) DAEE (1976): promoveu mapeamentos, Formação Bauru (três fácies) (SP) Landim & Soares (1976): definiram fácies São Anastácio na base da Formação Bauru (dividiram em dois membros) (SP) Coimbra (1976): estudo de áreas-fonte; Formação Bauru em três fácies (SP, MG) Sugio et al. (1977): Formação Bauru em três litofácies (SP) Brandt Neto et al. (1978): Formação Bauru em três membros (SP) Soares et al. (1979a): bases da divisão litostratigráfica atual (SP)	Mezzalana (1974): revisão detalhada do conteúdo fóssilífero da Formação Bauru	Soares & Landim (1976b): correlação com Bacia de Santos	
(1980) A T U A L	Soares et al. (1980): propuseram Grupo Bauru (quatro formações) (SP) Almeida et al. (1980): Grupo Bauru (quatro formações: Formação Adamantina com cinco unidades de mapeamento) (SP, MS, PR) Sugio (1981): Grupo Bauru (seis formações) (SP, PR, MG) SBG/SP (1981)/vários autores: Mesa redonda: "A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes" Almeida et al. (1981): caracterização e ambientes do Grupo Bauru (SP, PR, MS) Riccomini et al. (1981): caracterização e ambientes da Fm. Caiuá (PR) Sobrinho Neto et al. (1981): caracterização e ambientes da Formação Caiuá (PR) Barcelos et al. (1981): dividiram a Formação Marília em fácies Ponte Alta e Serra da Galga (MG) Coimbra et al. (1981): descreveram rochas alcalinas intercaladas no Grupo Bauru (SP) Sousa Jr. (1984): aplicou divisão do Grupo Bauru de Soares et al. (1980) em SP, MG, GO, MS, MT Barcelos (1984): apresentou a Formação Marília com três fácies: Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã (SP, MG) Brandt Neto (1984): revisão estratigráfica, inclusão da Formação Iporã no Grupo Bauru Bigarella & Mazuchowski (1985): revisão da Formação Caiuá (PR) Jabur & Santos (1984): Fm. Caiuá: fácies Hamborê e Porto Rico (PR)	Mezzalana & Arid (1981): correlação de biozonas com litostratigrafia Lima et al. (1986): microflora da Formação Marília (?) Fittipaldi et al. (1989): primeiros fósseis da Formação Santo Anastácio (SP)		diretas: Coutinho et al. (1982): datações K/Ar em rochas alcalinas no Grupo Bauru

Quadro 4: Evolução do conhecimento das coberturas cretáceas suprabasálticas (principais contribuições)

novos que as rochas eruptivas, documentando o início dos estudos da unidade hoje denominada Grupo Bauru.

Baker (1923) reconheceu sedimentos suprabasálticos em vasta superfície no sudeste do país. Fez ainda breve referência a arenitos com forte inclinação de estratos nas margens do Rio Paraná, cartografados como "Cayua" em São Paulo por Florence & Pacheco (1929), mais tarde descritos formalmente por Washburne (1930).

Na Carta Geológica do Estado de São Paulo (Florence & Pacheco 1929) verifica-se a primeira apresentação, em mapa, das unidades Bauru (sobrepota) e Caiuá. A área de exposição dos arenitos Caiuá, extremamente exagerada pelo que hoje se conhece, foi praticamente reproduzida na segunda Carta Geológica do Estado (IGG 1947). Segundo Scorza (1952), tal exagero se deve ao fato de que *"na grande maioria das áreas mapeadas como Caiuá, a identificação foi feita pelo solo ou areias resultantes da decomposição da rocha"*. Não encontrando o Arenito Caiuá, conforme fora descrito originalmente, alguns autores chegaram a pôr em dúvida sua existência (Moraes Rego 1933 e Barbosa 1938, *apud* Almeida & Melo 1981). Por outro lado, Maack (1941), em incursões realizadas nos divisores de águas entre os rios Paranapanema/Ivaí e Ivaí/Piquiri, reconheceu o Arenito Caiuá de Washburne (1930) sobreposto aos basaltos e o mapeou em grande área do noroeste do Paraná, sob a designação de "Arenito de São Bento Superior".

A ocorrência da unidade Bauru no Triângulo Mineiro (MG) foi citada por Barbosa (1934) e Milward (1935). Este último sugeriu ainda sua presença nos estados de Goiás e Mato Grosso.

A partir de estudos de solos do noroeste paulista, Setzer (1943, *apud* Almeida & Barbosa 1953) propôs a primeira divisão da unidade Bauru em duas partes, com base na cimentação carbonática (ausente na inferior e abundante na superior). Almeida & Barbosa (1953), em estudos nos planaltos de Marília, Garça e na regiões de Novo Horizonte, Taquaritinga e Araçatuba, também admitiram para esta área a possibilidade de divisão do Bauru em duas partes. Propuseram as denominações de Formação Itaqueri à inferior, e Marília à superior. Além do cimento carbonático, esta última foi caracterizada pela presença de *"ossos de dinossáurios e ... outros fósseis"* (Almeida & Barbosa 1953). Pelas áreas citadas depreende-se que, para estes autores, a Formação Marília englobava partes da atual Formação Adamantina, nos espigões principais. Embora fossem divisões duplas, nas áreas estudadas pelos autores supracitados, afloram unidades distintas do Grupo Bauru.

Freitas (1955) em estudo pioneiro, pelo caráter regional e pela utilização de métodos então modernos de sedimentologia, propôs a divisão da "Série Bauru", no Estado de São Paulo, em dois membros: Bauru (litofácies arenítica, superior) e Itaqueri (litofácies conglomerática, inferior).

Hasui (1968, 1969), Barbosa *et al.* (1970) e Sad *et al.* (1971) estudaram as rochas cretáceas do Triângulo Mineiro e propuseram diferentes subdivisões e hierarquizações para as unidades.

Mezzalira & Arruda (1965) sugeriram que os arenitos Caiuá pudessem se tratar de uma fácies do Grupo Bauru, unidade que reconheceram pela primeira vez no Paraná, no topo do Morro dos Três Irmãos.

Com base em estudo desenvolvido em São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, Suguio (1973) propôs a separação da Formação Uberaba da unidade Bauru, e a subdivisão desta última em três fácies: Bauru, Ponte Alta (em Minas Gerais) e Itaqueri (em São Paulo).

Landim & Soares (1976) propuseram a divisão da Formação Bauru nos membros Superior

e Inferior, incluindo neste último a Fácies Santo Anastácio, definida naquela oportunidade (sobreposta à "Formação Caiuá").

Coimbra (1976) estudou áreas-fonte da Formação Bauru e propôs sua subdivisão em três fácies, incluindo na intermediária os sedimentos tufáceos da Formação Uberaba. Tal concepção esboça as subdivisões ternárias posteriores da unidade.

Suguio *et al.* (1977) propuseram a divisão da Formação Bauru, em São Paulo, nas litofácies: Araçatuba, São José do Rio Preto e Marília, baseada em mapeamento geológico das regiões administrativas de Bauru, Araçatuba, e São José do Rio Preto.

Brandt Neto *et al.* (1978) subdividiram a Formação Bauru em três membros: Inferior, Médio e Superior.

Stein *et al.* (1979) elevaram a "fácies Santo Anastácio" à categoria de formação, situando-a estratigraficamente (como a Formação Caiuá, sotoposta) entre os grupos Bauru e São Bento. Neste estudo, o Grupo Bauru foi dividido em duas partes: inferior (fácies B1 e B2) e superior (fácies B3).

Soares *et al.* (1979a) esboçaram uma proposta para as unidades do Cretáceo no Estado de São Paulo, onde apresentaram a unidade Bauru com *status* de grupo, composta por quatro formações "correspondentes às unidades": a) Formação Caiuá; b) fácies Santo Anastácio; c) o conjunto Litofácies Araçatuba/Fácies Taciba/Fácies Ubirajara; d) Litofácies ou Formação Marília. Em Soares *et al.* (1980) a unidade Bauru, foi apresentada como grupo, composto pelas formações: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

A partir do mapeamento geológico do oeste paulista e áreas de fronteira nos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Almeida *et al.* (1980) adotaram a proposição de Soares *et al.* (1979a), e subdividiram a Formação Adamantina em cinco subunidades informais de mapeamento.

Suguio (1981) abordou aspectos paleoambientais e paleogeográficos do Grupo Bauru, subdividindo-o em seis formações (da base para o topo): Caiuá, Santo Anastácio, Araçatuba, São José do Rio Preto, Uberaba e Marília.

A mesa redonda A Formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes (SBG/SP 1981) registrou o momento de síntese de propostas, firmando-se como ponto alto das discussões ocorridas na fase dos mapeamentos litoestratigráficos. No Quadro 5 estão as principais propostas de subdivisão do Grupo Bauru surgidas neste período.

A fase atual corresponde ao intervalo compreendido entre o início dos anos 80 e os dias de hoje. Nela surgiram trabalhos de aplicação das propostas de Soares *et al.* (1980) e Almeida *et al.* (1980), em revisões (Barcelos *et al.* 1981, Barcelos 1984) e em mapeamentos geológicos de maior detalhe que os existentes, na região do Pontal do Paranapanema e noroeste do Paraná (Almeida *et al.* 1981; Riccomini *et al.* 1981; Sobreiro Neto *et al.* 1981a,b), assim como na parte setentrional da Bacia do Paraná (Sousa Jr. 1984).

Freitas (1982) propôs a utilização de sedimentogramas (método que utiliza análise estatística de dados granulométricos) na definição da estratigrafia do Grupo Bauru.

Ainda nesta fase, Coimbra *et al.* (1981b) e Coutinho *et al.* (1982) notificaram a presença de rochas de filiação alcalina, sincrônicas à deposição do Grupo Bauru. São rochas encontradas na porção norte do Estado de São Paulo, posteriormente incorporadas neste grupo por Brandt Neto (1984). Para Manzini (1990) tais rochas são intrusivas, posteriores portanto à sedimentação Bauru.

Desenho: Mirna M. Ferracini

SUDOESTE DO PLANALTO OCIDENTAL					
LANDIM & SOARES (1976)		SOARES ET AL. (1979)		STEIN ET AL. (1979)	
Pontal do Paranapanema		Marília e Presidente Prudente		Sudoeste do Planalto Ocidental	
FORMAÇÃO BAURU	Membro Superior	não ocorre	Fácies Marília	Fácies B3	
		Fácies Siltito-Arenosa	Fácies Taciba	Fácies B2	
	Membro Inferior	Fácies Areno-Argilosa	Fácies Ubirajara	Fácies B1	
		Fácies Santo Anastácio	Fácies Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio	
Formação Caiuá		Formação Caiuá		Formação Caiuá	

REGIONAL							
SOARES & LANDIM (1976)		SOARES ET AL. (1980)		ALMEIDA ET AL. (1980)		SUGUIO (1980)	
Regional		Regional		Oeste do Planalto Ocidental		Regional	
FORMAÇÃO BAURU	Fácies calco- conglomerática	Formação Marília		Formação Marília		Formação Marília	
	Fácies Arenitos Siltosos	GRUPO BAURU Formação Adamantina Litofácies Taciba ou São José do Rio Preto e Litofácies Ubirajara ou Araçatuba	Ka IV e Ka V Ka III Ka I e Ka II		Formação São José do Rio Preto		
	Fácies Arenitos Argilosos		Formação Araçatuba				
	Fácies Arenitos Fines	Formação Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio				
Formação Caiuá		Formação Caiuá		Formação Caiuá		Formação Caiuá	

NOROESTE DO PLANALTO OCIDENTAL					
DAEE (1975)			SUGUIO ET AL. (1977)		
Baurú, São José do Rio Preto e Araçatuba			Baurú, São José do Rio Preto e Araçatuba		
FORMAÇÃO BAURU	Litofácies B3	Litofácies Marília			
	Litofácies B2	Litofácies São José do Rio Preto			
	Litofácies B1	Litofácies Araçatuba			
não ocorre			não ocorre		

Quadro 5: Principais propostas de subdivisão do Grupo Bauru, em São Paulo (Almeida & Melo 1981).

3.3. Síntese do conhecimento litoestratigráfico

Na concepção atualmente mais aceita, o Grupo Bauru é composto, da base para o topo, pelas formações: Caiuá (arenitos finos a médios com estratificações cruzadas); Santo Anastácio (arenitos finos a médios predominantemente maciços); Adamantina (arenitos finos, siltitos e argilitos, em bancos maciços ou com estratificações plano-paralelas e cruzadas, marcas onduladas, microlaminação cruzada, brechas intraformacionais com clastos de argila e estruturas de corte-e-preenchimento); Marília (bancos de arenitos imaturos finos a grossos e conglomerados, com cimentação carbonática e calcretes frequentes). O grupo Bauru inclui ainda arenitos tufáceos da Formação Uberaba e lavas de filiação alcalina da Formação Iporá, contemporâneas à porção superior da Formação Adamantina. Os contatos entre as unidades sedimentares são transicionais, com interdigitações frequentes.

A Formação Serra Geral, substrato regional, é constituída por basaltos toleíticos afaníticos, maciços a vesículo-amigdaloidais, de cor cinza a preto, dispostos em corpos tabulares, com intercalações descontínuas (até 10m de espessura) de siltitos, arenitos e brechas intertrapeanas (em geral silicificados). Podem conter diques clásticos subverticais de arenitos e siltitos, com espessura até decimétrica, além de diques e soleiras de diabásio.

A existência de hiato erosivo entre a Formação Caiuá (considerada basal) e os últimos derrames basálticos é admitida em vários estudos regionais (Almeida *et al.* 1981, Riccomini *et al.* 1981, Sobreiro Neto *et al.* 1981a, Sousa Jr. 1984 e Biondi *et al.* 1989) é contestada por Bigarella & Mazuchowski (1985), que consideraram que a sedimentação da Formação Caiuá teve início antes do término do vulcanismo Serra Geral. Além da similaridade daqueles arenitos com os do Grupo São Bento, Bigarella & Mazuchowski afirmaram que a existência de corpos arenosos intercalados na porção superior dos derrames basálticos (perfis de poços em Indianópolis e Inajá, PR), corroboram idéia de único ciclo deposicional, em ambiente desértico iniciado com a Formação Botucatu e concluído com a Formação Caiuá.

Apresenta-se, a seguir, síntese das características litológicas, estratigráficas e de ambientes deposicionais das unidades do Grupo Bauru, encontradas na bibliografia.

3.3.1. Formação Caiuá

No Brasil, ocorre nos estados do Paraná (principal área de exposição), São Paulo (no Pontal do Paranapanema) e Mato Grosso do Sul.

A Formação Caiuá foi descrita por Washburne (1930) após observações feitas ao longo do Rio Paraná, entre Jupia (próximo à Andradina, SP) e Sete Quedas (Guaíra, PR).

A designação Caiuá origina-se do nome Kaiowá, nação indígena Tupi-Guarani, habitante do Mato Grosso do Sul, hoje remanescente na reserva de Dourados (MS). Na região de Presidente Venceslau (SP), existe uma cidade com mesmo nome, localizada em domínios da Formação Adamantina, próxima do contato com a Formação Santo Anastácio (Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Bistrichi *et al.* 1981). Nas cartas geológicas de 1929 (Florence & Pacheco 1929) e 1947 (IGG 1947) aquela cidade situa-se em área mapeada como Arenito Caiuá. Talvez por esta razão, os autores do Léxico Estratigráfico do Brasil (Baptista *et al.* 1984) tenham se enganado ao situar a localidade-tipo da Formação Caiuá na "estação da Estrada de Ferro Sorocabana, próximo a Presidente Venceslau", em área de ocorrência da Formação Adamantina. Mezzalana *et al.* (1981) adotaram as "barrancas da margem esquerda do rio Paraná na região do porto de Presidente Epitácio, SP", como localidade-tipo da Formação Caiuá. Barcelos (1984), por outro lado, propôs sua seção-tipo na rodovia BR 272, próximo a Goio Erê (PR).

A Formação Caiuá é composta por arenitos finos a médios, com frações muito fina e grossa subordinadas, bem selecionados por lâminas, com pouca matriz argilosa, de cor marrom-arroxado a avermelhado. Constituem-se essencialmente de quartzo, e quantidades subordinadas de feldspatos, calcedônia e opacos. Ocasionalmente podem ser subarcoseanos. Os grãos mostram-se, em geral, subarredondados a arredondados, foscos, encobertos por película de óxido de ferro. Caracteriza-se pela presença marcante de estratificações cruzadas com *sets* de altura métrica (as vezes até cerca de 10m), tabulares (em geral tangenciais na base) e acanalados, com laminação bem desenvolvida. Riccomini *et al.* (1981) descreveram estratificações cruzadas em bancos de altura métrica, bancos maciços ou com incipiente estratificação subhorizontal e níveis de brecha basal com espessuras inferiores a um metro (arcabouço formado por fragmentos de basalto), em exposições na borda sudeste de sua área de ocorrência, no Paraná. Sobreiro Neto *et al.* (1981a) observaram mais a sul, ainda em situação de borda, estratificações plano paralelas sub-horizontais, marcas onduladas, "dobras" convolutas, deformações de carga e estruturas de corte-e-preenchimento. Fácies fanglomeráticas (*sic*) basais foram descritas no vale do Rio Paranapanema (Sobreiro Neto *et al.* 1981b).

Na primeira referência aos arenitos Caiuá, Baker (1923) os considerou similares a depósitos cenozóicos deltaicos do Texas e Novo México. Entretanto, ao defini-los formalmente, Washburne (1930) apresentou diversas características conclusivas de ambiente eólico. Esta hipótese foi adotada em estudos posteriores (Maack 1941, 1947; Gordon Jr. 1947; Bigarella 1949; Scorza 1952, 1956; Oliveira 1956 e Soares *et al.* 1980). Freitas (1955) retomou as idéias de Baker (1923), iniciando uma fase ("fluvial-deltaica") na qual os autores advogaram a origem em ambiente total ou predominantemente aquoso para os arenitos Caiuá (Bósio & Landim 1969, 1971; Landim & Fúlfaro 1971; Freitas 1973; Landim & Soares 1976; Suguio 1981; Salamuni *et al.* 1981; Barcelos 1984, 1990).

A hipótese de origem fluvial ou fluvio-deltaica para os arenitos Caiuá revela-se pouco provável, quando se considera:

a) a ausência de depósitos característicos de prodelta e planície deltaica (admitindo-se arenitos com estratificação cruzada como de frente deltaica);

b) ausência de depósitos associados a grandes corpos d'água, canais fluviais principais e distributários; e

c) ausência de acumulações significativas de argila, que seriam geradas pela alteração dos basaltos adjacentes (Bigarella & Mazuchowski 1985).

A partir de estudos de Mezzalira (1964) e Mezzalira & Arruda (1965), verifica-se tendência para admissão de origem mista, com dominância eólica, para deposição dos arenitos (Suárez 1976, Soares & Landim 1976b, Almeida *et al.* 1980), atribuída a variações faciológicas ou climáticas (Popp & Bigarella 1975, Riccomini *et al.* 1981, Sobreiro Neto *et al.* 1981a, Jabur & Santos 1984, Bigarella & Mazuchowski 1985). Vide Quadro 6.

A Formação Caiuá tem as maiores espessuras conhecidas na região noroeste do Paraná e Pontal do Paranapanema, com valores máximos entre 250 e 270m no Paraná (Maack 1941 e Freitas 1955), 150 e 200m em São Paulo (Mezzalira *et al.* 1981, Landim & Soares 1976 e Almeida *et al.* 1981) e 150m no Mato Grosso do Sul (Sousa Jr. 1984). Assenta-se discordantemente sobre as unidades do Grupo São Bento e apresenta contato transicional com a Formação Santo Anastácio.

Autor	Local de Estudo	Ambiente Depositional	Principais Argumentos	Posição Estratigráfica	Idade
Backer (1923)	Alto Rio Paraná (SP, PR)	deltaico	- constância de mergulhos para SW (sentido do Rio Paraná); - semelhança com depósitos deltaicos	Pós-basáltica	Cenozóico (Terciário)
Washburne (1930)	Rio Paraná (SP, PR)	eólico	- ausência de seixos e camadas de argila; - uniformidade granulométrica; - estratificação cruzada peculiar, com alto ângulo de mergulho; - ausência de típicos "top-sets".	Pré-Fm. Bauru	Jurássico?
Maack (1941, 1947)	PR	eólico (desértico)	- presença de estruturas que atribui a dunas eólicas (estratificação cruzada)	Topo da Série São Bento, sob Fm. Bauru	Jurássico
Bigarella (1949)	Rio Paraná e divisor Ivaí / Paranapanema, PR	eólico (desértico)	- presença de estratificação cruzada em "grandes cunhas"; - composição granulométrica, boa seleção	Não discute, considera topo do Série São Bento,	Não discute
Scorza (1952, 1956)	SP, PR	eólico (desértico, clima árido)	- presença de estratificação cruzada, que considera tipicamente eólica	Topo da Série São Bento	Jurássico
Freitas (1955)	SP	fluvial-deltaico, clima úmido	- granulometria; - nº de classes texturais; - composição mineralógica	Sobre Fm. Bauru	Terciário
Mezzalana (1964); Mezzalana & Arruda (1965)	SP, PR	fluvial ou eólico; Possivelmente mista	- presença de mica: fluvial - bom arredondamento e seleção: eólico	Pré Gr. Bauru; 1965: possível fácies do Gr. Bauru	Cretáceo
Bósio & Landim (1971); Landim & Fúlfaro (1971)	SP, PR, MS	fluvial-deltaico	- área de ocorrência (represamento tectônico na região de Guaíra PR)	Sobre Fm. Bauru	Cenozóico
Freitas (1973)	SP, PR, MS	fluvial-deltaico; lacustre-deltaico	- parâmetros granulométricos; - bimodalidade	Pré Gr. Bauru	Cretáceo "Médio"
Popp & Bigarella (1975)	PR, MS	eólico com porções aquosas (lagos efêmeros), clima árido a semi-árido	- estratificação cruzada de grande porte; - estratificações sub-horizontais; - composição granulométrica	Pós Fm. Serra Geral	Cretáceo
Landim & Soares (1976); Soares & Landim (1976 b)	SP (PR, MG)	fluvial (?), eólico (?); clima árido	- diagrama de Sahu (1964) indicou ambiente deltaico (marinho raso)	Pré Fm. Bauru	Cretáceo Inferior
Almeida et al. (1980)	SP, PR, MS	eólico (?), fluvial-deltaico (?); fluvial na base	- na base: bancos maciços com estratificação plano-paralela	Base do Gr. Bauru	Cretáceo Superior
Soares et al. (1980)	SP	eólico (desértico)	- homogeneidade textural; - estratificação cruzada de grande porte; - ausência de outras fácies; - bimodalidade; - boa seleção; - ausência de conglomerado	Base do Gr. Bauru	Cretáceo Inferior
Suguio (1981)	SP	fluvial-deltaico, clima seco e quente	- constância e direção de paleocorrentes; - deposição em paleolago	Base do Gr. Bauru	Cretáceo Inferior
Riccomini et al. (1981)	PR	eólico, fluvial na base; clima úmido passando a árido no tempo	- presença de: - diastemas; - bancos maciços na base; - estruturas de corte-c-preenchimento; brechas b asais; estratificação sub-horizonta	Base do Gr. Bauru	Cretáceo Superior
Sobreiro Neto et al. (1981)	PR	fluvial-deltaico; possivelmente eólico em outras áreas	- presença de: - estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte; - bancos com estratificação de baixo ângulo a sub-horizonta; - estruturas de sobrecarga; - estruturas de corte-c-preenchimento	Base do Gr. Bauru	Cretáceo (?)
Jabur & Santos (1984)	PR	eólico (desértico)	- presença de estratificação cruzada; - boa seleção; - ausência de lamitos	Topo do Gr. São Bento	Cretáceo Inferior (Aptiano ?)
Bigarella & Mazuchowski (1985)	PR	eólico com fácies subaquosas associadas, clima árido a semi-árido	- presença de grandes estratificações cruzadas; - ausência de sedimentos finos e outras fácies de ambiente deltaico	Topo do Gr. São Bento	Cretáceo Inferior

Quadro 6: Principais estudos sobre os arenitos Caiuá, ambientes deposicionais e posição estratigráfica.

3.3.2. Formação Santo Anastácio

Ocorre principalmente nos estados de São Paulo (nas calhas dos afluentes do Rio Paraná) e Mato Grosso do Sul. De forma restrita, aflora nos estados do Paraná e Minas Gerais.

Soares *et al.* (1980) alegaram ser impossível definir seção-tipo para a formação devido à inexistência de exposições contínuas e raridade de afloramentos. Afirmaram entretanto, que suas melhores exposições (área-tipo) estão no vale do rio homônimo. Suguio & Barcelos (1983a) propuseram-lhe uma seção-tipo na rodovia SP 158, entre Presidente Venceslau e Marabá Paulista, em São Paulo.

A Formação Santo Anastácio é constituída por arenitos finos a médios, de seleção moderada. Os grãos maiores são arredondados, foscos e encobertos por película de óxido de ferro. Os arenitos têm caráter subarcoseano e cor marrom-arroxeadado-avermelhado (mais pálida que dos arenitos Caiuá). Apresenta, com frequência, cimentação carbonática e níveis de calcretes (em menor proporção), assim como raras intercalações de bancos argilosos. Situa-se estratigraficamente entre as unidades Caiuá e Adamantina, representando uma litofácies transicional, de caráter misto, que assemelha-se a cada uma delas, nas proximidades dos contatos.

A sul do Rio Tietê, os arenitos são predominantemente de granulação média a fina, pobres em matriz argilosa e localmente carbonáticos. A norte, onde a unidade se sobrepõe aos basaltos, prevalecem arenitos finos a muito finos, com maior quantidade de matriz argilosa, e maior frequência de cimentação e nódulos carbonáticos (Almeida *et al.* 1980).

Apresenta estrutura maciça ou discreta estratificação de baixa inclinação. Localmente são encontradas estratificações cruzadas em bancos de arenitos de espessura métrica.

O ambiente deposicional da Formação Santo Anastácio é considerado fluvial (Suguio 1981), meandrante a anastomosado psamítico (Soares *et al.* 1980) e predominantemente anastomosado (Almeida & Melo 1981, Suguio & Barcelos 1983a).

As espessuras máximas da unidade observadas em São Paulo (vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha) e Mato Grosso do Sul oscilam entre 80 e 100m.

Em locais onde a Formação Santo Anastácio faz contato com basaltos da Formação Serra Geral são descritas delgadas brechas basais, semelhantes às do Caiuá. Sousa Jr. (1984) refere-se a situações de contato erosivo com a Formação Botucatu. A Formação Santo Anastácio tem contatos transicionais com as formações Caiuá e Adamantina (em geral interdigitados) e contatos bruscos locais.

3.3.3. Formação Adamantina

A Formação Adamantina cobre praticamente todo o Planalto Ocidental de São Paulo, e foi mapeada no Triângulo Mineiro (MG), sul de Goiás e leste do Mato Grosso do Sul. No Paraná tem ocorrência muito restrita. Abrange parte das unidades anteriormente denominadas de: "grez de Bauru" (Gonzaga de Campos 1905), Arenito Bauru (Pacheco 1913), Formação Bauru (Washburne 1930), Série Bauru (Almeida & Barbosa 1953) e Grupo Bauru (Freitas 1964). Na prática, a evolução de seu conhecimento confunde-se com a da unidade Bauru.

É constituída por arenitos finos a muito finos, com lentes de siltitos, de cor rósea a castanho, e argilitos de cor castanho-avermelhado. A presença de nódulos e cimentação carbonática (calcretes) é comum. Dispõe-se em bancos, com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares tangenciais na base, alternados com bancos maciços ou com acamamento plano-paralelo, freqüentemente com marcas onduladas e laminação cruzada. São comuns estruturas de corte-e-preenchimento, presença de pelotas de argila e brechas intraformacionais (com

fragmentos argilosos).

O contexto deposicional da Formação Adamantina é descrito como "*um extenso sistema fluvial meandrante predominantemente pelítico a sul, gradando para psamítico a leste e norte, e parcialmente nessas regiões com transição para anastomosado*" (Soares *et al.* 1980). Suguio (1981) considerou que a porção inferior da unidade corresponde ao preenchimento de lagos rasos formados nas irregularidades do embasamento basáltico. A parte superior, mais rica em estruturas hidrodinâmicas, teria se depositado em sistema de drenagem mais organizado, em canais fluviais meandantes e planícies de inundação.

As seções-tipo para a Formação Adamantina, definem-se como "*seções parciais, levantadas entre Adamantina e Valparaíso, na estrada que liga essas duas cidades, e ao sul de Adamantina, entre o Rio Peixe e Caiabu*" (Soares *et al.* 1980, p. 180). Barcelos (1984) estendeu a subdivisão estratigráfica discutida em São Paulo, para os estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná. O autor também subdividiu a Formação Adamantina nos seguintes membros, para os quais propôs seções-tipo: São José do Rio Preto (na rodovia SP 310, próximo à cidade homônima; e SP 294, próximo a Adamantina, SP) e Araçatuba (BR 153, próximo a Promissão, SP).

As maiores espessuras citadas para a Formação Adamantina referem-se ao Triângulo Mineiro, com valores que chegam a 230m (Sousa Jr. 1984). Em São Paulo, atinge 190m entre os rios Paranapanema e Santo Anastácio; 100 a 150m entre os rios do Peixe e Turvo; e 160m entre os rios do Peixe e São José dos Dourados, adelgaçando-se para leste e nordeste (Soares *et al.* 1980).

A Formação Adamantina relaciona-se com a Formação Santo Anastácio por contato transicional e interdigitado, localmente brusco. Estabelece ainda relação com as formações Serra Geral e Botucatu, com contato basal erosivo, às vezes associado a nível de brecha. No Triângulo Mineiro interdigita-se com a Formação Uberaba. Lavas de filiação alcalina (Taiúva, SP) intercalam-se na sua parte superior. O contato com a Formação Marília se faz por interdigitações freqüentes.

3.3.4. Formação Iporá

A Formação Iporá, constituída por rochas ígneas de filiação alcalina, é correlata à porção superior da Formação Adamantina e sotoposta à Formação Verدينho (por sua vez, correlata à Formação Uberaba). Relaciona-se, geneticamente, com as rochas ígneas extrusivas analcí-míticas encontradas em subsuperfície, a noroeste de Jaboticabal (SP).

A designação Iporá foi incorporada à literatura, na categoria de grupo, por Guimarães *et al.* (1968, *apud* Baptista *et al.* 1984), ao referirem-se ao conjunto pluto-vulcânico alcalino neocretáceo aflorante nas imediações de Iporá (GO). Brandt Neto (1984) propôs a reunião destas rochas às lavas de filiação alcalina, descritas por Coimbra *et al.* (1981b) e Coutinho *et al.* (1982), em única unidade nomeada Formação Iporá.

A referência encontrada à localidade-tipo é relativamente vaga: "*região de Iporá em uma faixa linear de direção N50°-70°W, estado de Goiás*" (Baptista *et al.* 1984).

3.3.5. Formação Uberaba

A Formação Uberaba ocorre em área restrita no Triângulo Mineiro (MG), na região da localidade homônima. Rimann (1917, *apud* Baptista *et al.* 1984) propôs a criação da Série Uberaba. Hasui (1968) classificando-a como formação, caracterizou e mapeou a unidade. Soares & Landim (1976b) e Coimbra (1976) sugeriram o seu sincronismo com parte da

sedimentação Bauru, tendo Suguio (1981) posteriormente incluído a Formação Uberaba no Grupo Bauru.

É composta basicamente por tufos e arenitos tufáceos, de cor esverdeada, com cimento calcífero e matriz argilosa. Secundariamente ocorrem siltitos, argilitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados arenosos, todos de origem vulcânica. A Formação Uberaba é contemporânea à porção superior da Formação Adamantina, bem como à parte da Formação Iporá (à qual se associa geneticamente). Apresenta estratificações cruzadas, plano-paralelas subhorizontais, pelotas de argila, marcas onduladas e concreções carbonáticas (calcretes).

O ambiente de sedimentação da Formação Uberaba é o mesmo admitido para a porção superior da Formação Adamantina, fluvial meandrante, com contribuição de tufos e material de origem vulcânica.

A área-tipo indicada em Baptista *et al.* (1984) é relativamente vaga: "*Cidade de Uberaba, estado de Minas Gerais*". Barcelos (1984) propôs o estabelecimento de seção-tipo em dois locais afastados de 500m, na rodovia BR 050, próximos à Uberaba.

Segundo Hasui (1968), a formação atinge espessura máxima de 85m, em Peirópolis (MG).

A Formação Uberaba repousa, discordantemente, sobre os basaltos da Formação Serra Geral e tem contato transicional com a Formação Marília. Nos arredores de Veríssimo (MG) observa-se, precariamente, sua interdigitação com a Formação Adamantina (Sousa Jr. 1984).

3.3.6. Formação Marília

Ocorre na parte leste do Planalto Ocidental em São Paulo, no alto de divisores de águas, sustentando planaltos recortados, nas regiões de Marília-Echaporã e Monte Alto; em Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Mato Grosso do Sul e Goiás.

A Formação Marília compreende depósitos arenosos imaturos, textural (teor variável de matriz, seleção pobre e grãos angulosos) e mineralogicamente (ricos em feldspatos e minerais pesados instáveis). Ocorrem em estratos de um a dois metros de espessura, maciços ou com acamamento subparalelo incipiente, ou raramente com estratificações cruzadas de médio porte. Apresenta ainda, níveis conglomeráticos, com freqüente cimentação e concreções carbonáticas (calcretes). Localmente, a Formação Marília apresenta camadas de calcário, como em Ponte Alta (MG). Soares *et al.* (1980) afirmaram como típico da unidade, o aumento da granulação em direção ao topo, com predomínio de conglomerados na porção superior.

Admite-se que a Formação Marília foi depositada em leques aluviais, com formação de pavimentos detríticos, em abaciamento restrito, sob regime de chuvas torrenciais. Soares *et al.* (1980) afirmaram que "*a granulometria crescente para cima indica que a sedimentação das litologias da Formação Marília foi realizada cada vez mais próxima das cabeceiras desses leques, sugerindo incremento na taxa de soerguimento dos arcos marginais*".

A Formação Marília esteve individualizada em diferentes propostas, como: " fácies calcoconglomerática" (Soares & Landim 1976b, Landim & Soares 1976); " fácies C" (Coimbra 1976); "litofácies Marília" (Suguio *et al.* 1977); "membro superior" (Brandt Neto 1977); " fácies Marília" (Soares *et al.* 1979b); "unidade superior" (Stein *et al.* 1979).

Soares *et al.* (1980) apresentaram uma seção-tipo para a unidade, na região de Marília e outra de referência, na região de Monte Alto, com localizações aproximadas.

Barcelos *et al.* (1981) propuseram a divisão da Formação Marília no Triângulo Mineiro, em

duas litofácies: Ponte Alta (calcários), no sentido de Barbosa *et al.* (1970), e Serra da Galga (arenitos imaturos e conglomerados sobrepostos). Barcelos (1984) e Barcelos & Suguio (1987) sugeriram nova subdivisão para a unidade, em membros:

- Ponte Alta (arenitos mal selecionados, localmente conglomeráticos, com intensa cimentação carbonática, níveis de calcretes e lentes de calcário impuros);
- Serra da Galga (arenitos finos texturalmente imaturos, conglomeráticos); e
- Echaporã (arenitos finos a grossos, conglomeráticos, com calcretes nodulares).

As espessuras máximas citadas para a Formação Marília são: 180m em São Paulo e 170m em Minas Gerais (Sousa Jr. 1984).

Os contatos com a Formação Adamantina em São Paulo dão-se ora de forma brusca, ora por interdigitação (Almeida *et al.* 1980) ou com leito de conglomerado basal (Soares *et al.* 1980). Em Minas, o contato com a Formação Uberaba é, em geral, concordante; e com a Formação Serra Geral é discordante (Sousa Jr. 1984). Algumas vezes ocorre diretamente sobre unidades pré-basálticas, com discordância angular, como observado na estrutura de Piratininga, próxima a Bauru (Couto *et al.* 1980, *apud* Almeida & Melo 1981).

3.3.7. Formação Itaqueri

A Formação Itaqueri (Almeida & Barbosa 1953) foi considerada uma litofácies da Formação Marília, por ocasião da sua redefinição por Soares *et al.* (1980). Atualmente verifica-se crescente tendência de sua exclusão do Grupo Bauru, por considerá-la de idade cenozóica (Mezzalira 1974, Almeida & Melo 1981, Cottas & Barcelos 1981, Ponçano *et al.* 1982, Brandt Neto 1984, entre outros). Os depósitos suprabasálticos da região de Franca e Pedregulho (SP), em parte considerados pertencentes ao Grupo Bauru, em parte cenozóicos e/ou como da Formação Itaqueri, tiveram sua origem e posição estratigráfica reinterpretadas por Cabral Jr. *et al.* (1992). Na concepção destes últimos autores, adotada no presente estudo, constituem acumulações de borda de bacia, intercaladas entre os derrames basálticos do Grupo São Bento.

3.4. Bioestratigrafia

3.4.1. Conteúdo fóssilífero

Os fósseis encontrados no Grupo Bauru provêm principalmente das formações Adamantina e Marília. Nestas unidades foram descritos répteis (crocodilianos, quelônios e dinossáurios), restos de peixes, moluscos (bivalves e gastrópodes), crustáceos (conchostráceos e ostracodes) e plantas (dicotiledôneas, coníferas e oogônios de algas carófitas), segundo Petri & Fúlfaro (1983).

O único fóssil encontrado na Formação Caiuá trata-se de um "*provável fragmento de pinça de crustáceo*", proveniente de Marabá Paulista, SP (Mezzalira *et al.* 1981). Leonardi (1977) descreveu pistas impressas em arenito, no noroeste do Paraná, que atribuiu preliminarmente, "*a um Theropoda de pequeno porte e, com ressalvas, a Therapsida ou mamíferos primitivos*", recentemente creditadas a Carnossauros e Coelurossauros (Leonardi 1989).

Para a Formação Santo Anastácio, existem duas referências de fósseis: a presença de Characeas (Mezzalira & Arid 1981) e de restos de provável tetrápode (Fittipaldi *et al.* 1989). Na opinião destes últimos autores, aquelas algas pertencem à Formação Adamantina.

O conteúdo fóssilífero da Formação Adamantina é muito rico, ao contrário das unidades anteriormente descritas. Compõe-se de algas, crustáceos, ostracódios, conchostráceos, moluscos (bivalves e gastrópodes), peixes e répteis (quelônios, crocodilianos e dinossáurios).

Na Formação Uberaba, tida como cronocorrelata à parte da Formação Adamantina, ocorrem poucos restos de fósseis (Hasui 1968).

Segundo Mezzalira *et al.* (1981), a associação faunística do início da sedimentação da Formação Marília (onde se incluem restos de titanossaurídeos), é semelhante à da Formação Adamantina.

3.4.2. Distribuição bioestratigráfica

A primeira coleção de fósseis da unidade Bauru foi estudada por Ilhering (1911, *apud* Brandt Neto 1984). Huene (1913, *apud* Mezzalira & Arid 1981) propôs a criação de duas zonas bioestratigráficas de idades distintas: uma do Neocenoniano e outra do Cretáceo Inferior (eventualmente até o Jurássico). Estas idades foram revistas em Huene (1939), quando atribuiu à "*formação Bauru*" idade senoniana (Cretáceo Superior).

Price (1950) considerou prematura a subdivisão daquela unidade com base em seu conteúdo fóssilífero, apontando como razões: a precariedade das coleções (pela inexistência de coletas sistemáticas), grande extensão territorial da unidade e a possibilidade da fauna ser indígena.

Mezzalira (1974) fez estudo paleontológico cuidadoso da "*Formação Bauru*", sem contudo apresentar proposta de distribuição bioestratigráfica. Mais tarde, Mezzalira & Arid (1981) organizaram os registros fóssilíferos em "biofácies" de caráter "mais geográfico que estratigráfico". No mesmo trabalho, estabeleceram correlação preliminar entre biozonas/biofácies, com litofácies propostas por Suguio *et al.* (1977) e Soares *et al.* (1979b). Além das ressalvas feitas por Price (1950), aqueles autores acrescentaram como dificuldades para o zoneamento bioestratigráfico, assim como para a correlação com a litoestratigrafia: o desconhecimento da taxonomia de grande parte dos fósseis; a existência de condições paleoecológicas distintas; e as variações litológicas laterais e verticais. Mezzalira (1982) apresentou revisão posterior deste estudo, adequando-o com a subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru proposta por Soares *et al.* (1980).

3.5. Cronoestratigrafia

Soares & Landim (1976b) apresentaram importante contribuição de caráter cronoestratigráfico ao correlacionarem unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná com unidades da fase *rift* da Bacia de Santos, aplicando os conceitos de Sloss (1963). Conforme aqueles autores, as formações Caiuá e Bauru da Bacia do Paraná correspondem, respectivamente, às unidades depositadas na Bacia de Santos nos intervalos clástico-evaporítico (Aptiano-Albiano) e clástico-carbonático (Cenomaniano-Eomastrichtiano). Em revisão mais recente da coluna estratigráfica da Bacia de Santos, Pereira *et al.* (1986) reconheceram pelo menos quatro discordâncias importantes (105, 90, 86 e 80 Ma), de caráter provavelmente global, após o primeiro intervalo (correspondente aos evaporitos da Formação São Vicente; Andar Alagoas, Aptiano).

3.6. Idades

Devido à precariedade do registro fóssilífero e ao desconhecimento de rochas ígneas intercaladas, as idades das unidades Caiuá e Santo Anastácio são em geral estimadas a partir de suas relações com as unidades de idade conhecida, adjacentes na coluna estratigráfica. Admite-se idade neoptiana-cenomaniana para o Caiuá; e final do Albiano, no máximo, início do Coniaciano, para a Formação Santo Anastácio (Brandt Neto 1984; Petri 1987).

Leonardi (1989) atribuiu idade cretácea superior a pistas de Carnossauros e Coelurossauros identificados na Formação Caiuá.

Acredita-se que a maioria dos fósseis presentes na unidade "Bauru" estudada por Huene (1927 *apud* Mezzalana 1974, Huene 1939) pertença à hoje denominada Formação Adamantina. Com base em correlações do conteúdo paleontológico, Huene (1939) admitiu naqueles estudos a idade senoniana (Cretáceo Superior) para a unidade. Na literatura mais recente são encontrados diferentes intervalos de tempo (parcialmente coincidentes) para deposição dos sedimentos Adamantina, todos do Cretáceo Superior: Cenomaniano-Santoniano (Soares & Landim 1976b), Neoturoniano-Campaniano (Brandt Neto 1984) e Neoturoniano-Eomastrichtiano (Petri 1987).

Da Formação Uberaba conhecem-se poucos restos fósseis, sem valor cronológico (Hasui 1968). Por situar-se estratigraficamente entre as formações Iporá e Marília, admite-se-lhe idade campaniana-eomastrichtiana (Brandt Neto 1984).

Os estudos mais recentes atribuem idades mastrichtiana (Petri 1987) e mastrichtiana-eo-paleocênica (Brandt Neto 1984) para deposição da Formação Marília.

O Quadro 7 apresenta os principais estudos relativos à idade do Grupo Bauru.

Até o momento, não se dispõem de idades absolutas de rochas sedimentares do Grupo Bauru. A maior parte das determinações geocronométricas disponíveis, refere-se a rochas de unidades de bacias vizinhas. Com base em valores obtidos por Amaral *et al.* (1967) e Cordani & Hasui (1968), para os distritos alcalinos de Serra Negra e São Gotardo (Triângulo Mineiro), Hasui (1968) atribuiu idade de 80 Ma para a Formação Uberaba (sotoposta à então denominada Formação Bauru), hoje correlata à porção superior da Formação Adamantina. Também a partir de estudos no Triângulo Mineiro, Barbosa *et al.* (1970) encontraram idade de 52 Ma para o basalto da Serra do Bueno (Campos Altos), que segundo os autores, "*corta as camadas basais da formação*" (Bauru). Os autores desconsideraram estes valores devido à presença dos fósseis de dinossauros, e adotaram idade de 70 a 80 Ma. Todas estas idades referem-se a estudos em áreas adjacentes, hoje consideradas pertencentes à Bacia Sanfranciscana, de sedimentação cronocorrelata à do Grupo Bauru.

Coutinho *et al.* (1982) efetuaram a primeira determinação direta, a partir de rocha alcalina intercalada em arenitos do Grupo Bauru, proveniente de Taiúva (SP). O valor encontrado para esta rocha (61 Ma), bem como para a de Jaboticabal (56 Ma; outra intrusiva geneticamente associada), são incompatíveis, segundo os autores, com dados paleontológicos conhecidos (fósseis de dinossauros em posição estratigráfica superior). As rochas datadas apresentam baixos teores de potássio, fato que admitiram comprometer a resolução do método utilizado (K/Ar). Por estas razões, preferiram considerá-las como idades mínimas.

Brandt Neto (1984) agregou as lavas analcímicas do centro-norte do Estado de São Paulo à Formação Iporá, que incluiu no Grupo Bauru como sincrônica com parte da Formação Adamantina. Adotou idade de 85±8 Ma, obtida por Hasui *et al.* (1971) para a Formação Iporá em Goiás, admitindo sua gênese no Coniaciano-Santoniano.

SISTEMA	SÉRIE	ESTÁGIO	IDADE (Ma)	GEOCRONOMETRIA				PALEONTOLOGIA	CORRELAÇÃO COM A BACIA DE SANTOS
				VALOR ECONT. (Ma)	AUTOR	PROVENIÊNCIA	OBSERVAÇÕES		
PALÉOGENO	PALÉOGENO	YPRESIANO	50						
			52		BARBOSA <i>et al.</i> , 1970	DIQUES EM "CAMADAS BASAIS FM BAURU"	DESCONSIDERAM O VALOR; ADMITEM P/BAURU 70-80 M.a; SITUA-SE NA BACIA SAN FRANCISCANA		
		THANETIANO/SELANDIANO	54		GOMES & RELLI, 1970	Fm JABOTICABAL SERRA GERAL (SP)	DIQUES DE TINGUAÍTO		
		DANZANO	56		COUTINHO <i>et al.</i> , 1982	JABOTICABAL (SP)	DETERM. INDIRETA; CONSIDERAM IDADE MÍNIMA.		
CRETÁCEO	SUPERIOR	MAASTR.	60	61	COUTINHO <i>et al.</i> , 1982	TAIÚVA (SP)	DETERM. DIRETA; CONSIDERAM IDADE MÍNIMA.		
		CAMPANIANO	70						
			80		AMARAL <i>et al.</i> , 1967				
					HASUI <i>et al.</i> , 1968	ALCALINAS 3. MINEIRO	DETERM. INDIRETAS; SITUADAS NA BACIA SAN FRANCISCANA		
		SANTON.	85±8		HASUI <i>et al.</i> , 1971	Fm UBERABA MG	NÃO FORNECEM MAIS INFORMAÇÕES.		
		CONIA.							
		TUROR.	90						
		CENOMAN.							
		ALBIANO	100						
		APTIANO	110						
	INFERIOR	BAR.							
		HAUTER.							
		VAL.	120		AMARAL <i>et al.</i> , 1966	Fm. SERRA GERAL	IDADE DOS ÚLTIMOS DERRAMES BASÁLTICOS		

Fernandes (1992)

Quadro 7: Principais referências à idade de unidades do Grupo Bauru, encontradas na literatura.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O AMBIENTE DESÉRTICO

Os desertos estão entre os casos pioneiros de aplicação do conhecimento de ambientes sedimentares modernos, na compreensão de antigos.

As considerações seguintes baseiam-se em textos mais recentes de síntese sobre ambiente desértico, dentre os quais se destacam: Glennie (1970), Reineck & Singh (1980), Ahlbrandt & Fryberger (1982), Brookfield (1984), Collinson (1986), Collinson & Thompson (1989).

Desertos são áreas tão secas e/ou tão frias que poucas formas de vida sobrevivem. Nestas regiões áridas a semi-áridas, onde predomina o intemperismo físico, a evaporação é maior que a precipitação pluviométrica efetiva. Ali ocorrem chuvas esporádicas, geralmente causadas por distúrbios meteorológicos iniciados fora do deserto. Podem ocorrer com frequência de várias por ano até uma a cada 10 ou 15 anos. (Glennie 1970).

As regiões áridas e semi-áridas ocupam hoje cerca de um terço da superfície do planeta. Atualmente, os desertos quentes cobrem vastas áreas continentais e apresentam elevadas variações de temperatura entre o dia e a noite. Desertos frios estão associados a grandes altitudes e/ou latitudes.

Entre os principais fatores climáticos que controlam a distribuição dos desertos encontram-se: padrão de circulação atmosférica, distância de oceanos e escassez de chuvas (devido ao barramento da umidade por cadeias de montanhas). Por outro lado, a evolução tectônica da bacia, além de determinar a criação de espaço para acumulação e preservação dos sedimentos, também influi na distribuição de fácies. O relevo, a disponibilidade de material e o padrão dos fluxos de água e vento também são fatores importantes na evolução da bacia.

Nos desertos, o vento é o principal agente sedimentar. Os processos de transporte eólico assemelham-se aos do aquoso: rolamento, saltação e suspensão. Entretanto, a capacidade de seleção de partículas pelo vento mostra-se muito mais efetiva. Sob sua ação, o material removido da área-fonte pode ser diferenciado em três tipos de depósitos:

- poeira (silte + argila): transportada em suspensão por longas distâncias e depositada, em geral, em áreas externas aos desertos (depósitos de *loess*);
- areias: em geral bem selecionadas, transportadas por rolamento e saltação, acumuladas em dunas, interdunas e lençóis de areia (*sand seas*¹);
- cascalhos (depósitos de deflação): concentrados principalmente em áreas de bordas do deserto, pela remoção das frações areia, silte e argila.

4.1. Reconhecimento de depósitos de desertos antigos.

O reconhecimento de depósitos associados a antigos desertos arenosos baseia-se em determinadas características, tais como a presença de:

- estratificação cruzada, em unidades (*sets*) de altura métrica, com inclinação de estratos em geral de 25 a 34°, freqüentemente assintóticos na base;
- laminação por migração de ondulações (subcrítica);
- ondulações de alto índice (comprimento de onda/amplitude > 15);

1 O termo *erg*, freqüentemente encontrado como sinônimo de *sand sea*, foi evitado por ter significado original mais restrito, ou seja: "aplicado a dunas lineares ou faixa de dunas" (Holm 1960, *apud* Glennie 1970).

- granulação entre silte e areia grossa, com predominância de arenitos médios a finos, bem selecionados;

- grãos maiores (0,5 a 1mm) com alto grau de esfericidade e arredondamento (boa maturidade textural), com superfície fosca;

- laminações por queda de grãos e estruturas de fluxo de areia (às vezes com gradação inversa);

- ondulações de adesão;

- estruturas de deformação e colapso (intra-estratos);

- associações com depósitos evaporíticos e *calcretes*¹;

- cascalhos de deflação com ventifactos.

- associações com depósitos de correntes fluviais efêmeras e leques aluviais.

Individualmente, tais características não definem depósitos de ambiente desértico. Somente a presença de várias assegura o reconhecimento.

Os sedimentos eólicos são em geral unimodais, embora ocorram, com certa frequência, casos de bimodalidade. Folk (1968, *apud* Turner 1980) propôs um mecanismo de remoção seletiva de partículas a partir de sedimentos originalmente mal selecionados. As partículas de areia fina a média seriam acumuladas nas dunas (transportadas por saltação), enquanto que as frações grossas (por incapacidade do transporte por este processo) e as muito finas (devido à coesão entre partículas) não seriam removidas, originando um depósito bimodal. Warren (1970) propôs outro mecanismo, denominado de protecionismo, pelo qual os grãos menores seriam retidos nos vãos dos maiores durante o transporte por saltação, ficando assim protegidos da ação eólica nas planícies e dunas baixas. Os dois mecanismos sugerem a tendência de maior desenvolvimento de bimodalidade em áreas baixas, como as de interdunas ou depósitos periféricos.

Nas faces frontais de dunas, encontra-se laminação criada por queda e fluxos de grãos. As de queda de grãos apresentam alternância de estratos com material bem selecionado (de granulação distinta). Trata-se, portanto, de bimodalidade entre lâminas ou estratos, e não em um único estrato ou lâmina, como reportado anteriormente.

Peculiar a depósitos de climas áridos e semi-áridos (conhecidos por *red beds*), a cor avermelhada, outrora tida como singenética, tem atualmente sua origem discutida, considerada em vários casos como diagenética, portanto posterior à sua deposição. A hematita, encontrada em rochas avermelhadas, constitui a forma final de óxidos de ferro remobilizados por processos diversos.

4.2.Sistema eólico

O ambiente desértico é formado pelo conjunto de três grandes sistemas sedimentares: eólico, fluvial entrelaçado e leques aluviais (Figura 9 e Quadro 8).

Associam-se ao sistema eólico tanto os sedimentos acumulados exclusivamente pelo vento (campos de dunas, lençóis de areia), como os periféricos àqueles anteriormente citados

1 Goudie (1973) recomenda o uso de *calcrete* para crostas de CaCO_3 e o abandono do termo *caliche*, uma vez que este último também foi usado para depósitos de nitratos e sulfatos.

AMBIENTE DESÉRTICO

Figura 9: Ambiente desértico e depósitos associados.

AMBIENTE DESÉRTICO

SISTEMA	ASSOCIAÇÕES FACIOLÓGICAS	FÁCIES OU DEPÓSITOS DE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS SEDIMENTOS
EÓLICO	Campo de dunas	<ul style="list-style-type: none"> Dunas Interdunas <ul style="list-style-type: none"> secas úmidas/aquosas evaporíticas 	<ul style="list-style-type: none"> Arenitos com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Arenitos pobremente selecionados, com laminação subhorizontal descontínua. Arenitos pobremente selecionados, com intercalações de silte e argila. Gretas, cimentação carbonática, <i>curled mud flakes</i>, bioturbação. Areia, silte, argila e sais evaporíticos intercalados. Marcas de cristais, fragmentos de argila, bioturbação. Arenitos maciços ou com estratificação de baixo ângulo; calcretes, bioturbação.
	Lençóis de areia		
(associado a)	Extradunas	<ul style="list-style-type: none"> Lagos de deserto e <i>sabkhas</i> interiores Cascalhos de deflação <i>Wadis</i>² Hamada <i>Loess</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Estratos delgados de arenitos com graduação normal, terminados por pelitos. Feições de ressecção, ondulações de adesão, crostas salinas, marcas de cristais, bioturbação, marcas onduladas. Cimentação carbonática e calcretes. Sedimentos pobre a moderadamente selecionados, arenosos, intercalados com conglomerados, em estratos subhorizontais. Frequentes ventifactos. Arenitos com graduação normal grosseira, terminada por lama, gretas, intercaladas com depósitos eólicos. Detritos angulosos, às vezes intercalados com sedimentos eólicos. Ocorrem ventifactos. Siltitos quartzosos, às vezes carbonáticos, em bancos com laminação incipiente.
FLUVIAL ENTRELAÇADO (<i>braided</i>)	Canais de fluxo principal	Barras longitudinais e transversais.	Arenitos com estratificações cruzadas acanaladas de médio a pequeno porte, com fragmentos de lama. Dunas e ondulações subaquosas.
	Planícies de transbordamento	Extravasamento (fluxo em lençol)	Arenitos siltosos, siltitos, lama em estratos subhorizontais pouco espessos, intercalados. Laminação subhorizontal, mal definida.
LEQUES ALUVIAIS	Porção proximal	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo de detritos Canal (barras longitudinais e fundo) e peneira (<i>sieve</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Cascalhos sustentados por matriz argilosa, maciços. Cascalho grosso com estratificação horizontal e imbricamento frequente.
	Porção distal	<ul style="list-style-type: none"> Barras linguóides e transversais Em lençol 	<ul style="list-style-type: none"> Areias (com ou sem cascalhos) com estratificação cruzada tabular, cascalhos finos e com matriz arenosa. Areias e lamitos com estratificação subhorizontal.

Fernandes (1992)

1 - A FORMA PLURAL CORRETA DE *sabkha* É *sibakh*. EMBORA INCORRETA, NA LITERATURA CONSAGROU-SE A FORMA *sabkhas*.
 2 - A FORMA PLURAL CORRETA DE *wadi* É *wydian*. EMBORA INCORRETA, NA LITERATURA CONSAGROU-SE A FORMA *wadis*.

Quadro 8: Ambientes sedimentares e depósitos associados, de interesse ao presente estudo.

(extradunas), contemporâneos, que podem comportar-se como áreas-fonte potenciais dos depósitos eólicos.

4.2.1. Campos de dunas

Constituem extensas áreas de acumulação de areias transportadas pelo vento, que ocupam cerca de 20% dos desertos modernos. Nelas encontramos dois tipos de depósitos associados: de dunas e de interdunas.

4.2.1.1. Depósitos de dunas

São formados por construções eólicas, caracterizadas por estruturação interna em bancos sobrepostos, acunhados (cuneiformes) ou tabulares, com estratos cruzados, limitados por superfícies de truncamento (diastemas).

As dunas possuem uma ou mais faces frontais de maior inclinação (faces de avalanche) e outras de declive mais suave. A migração destas acumulações de areia gera estratificação cruzada, tabular assintótica ou não na base, por superposição de estratos na sua porção frontal (*foreset*). O mergulho da estratificação pode chegar até 34° (ângulo máximo de repouso para estratos de areia seca).

Wilson (1972) classificou as construções eólicas, de acordo com suas dimensões, em três tipos: *draas* (ou megadunas), dunas e ondulações eólicas. As *draas* têm extensão da ordem de quilômetros e alturas de dezenas de metros. As dunas, construções eólicas mais notáveis, são formas que apresentam comprimentos da ordem de dezenas a centenas de metros, e alturas em metros. As ondulações são construções de dimensões centimétricas e podem ocorrer sobre as *draas*, dunas e mesmo nos depósitos entre as dunas. Kocurek (1981) generalizou a aplicação do termo *draa* para conjuntos de dunas coalescidas, compostos (mesmo tipo de dunas) e/ou complexos (tipos diferentes).

Direções e intensidades do vento, disponibilidade e características do material da área-fonte, entre outros fatores, determinam a formação de diversos tipos de dunas: 1. transversais à direção principal do vento (barcanas, barcanóides e parabólicas); 2. paralelas àquela direção (longitudinais ou *seif*). Formas mais complexas podem ser encontradas, como as dômicas e as estelares (*star shaped*). As dunas barcanas e as longitudinais são as mais comuns.

A saltação, principal processo sedimentar atuante no subambiente de dunas, segrega areias de granulação média a fina. Os processos de construção das estruturas internas das dunas (figuras 10 e 11) podem ser agrupados em:

a) atuantes na face frontal (*foreset*):

- queda de grãos: deposição por decantação, em lâminas paralelas inclinadas; são frequentemente retrabalhados por fluxos de grãos;

- avalanches (fluxos de grãos): movimentos de massa que geram feições lenticulares, às vezes com criação de estruturas de arrasto, deformação e rompimento de estratos. Os fluxos de grãos são gerados pela movimentação de material sobre a face frontal, formando depósitos em forma de línguas, que se adelgaçam para a base da duna. Podem desenvolver gradação inversa se houver material de granulação variada.

b) atuantes na face de topo e barlavento:

- migração de ondulações eólicas (predominante): o deslocamento de ondulações por processo de saltação gera um tipo de laminação considerado diagnóstico de ambiente eólico (*subcritically climbing translational stratification*, Hunter, 1977).

Figura 10: Perfil esquemático simplificado de uma duna com denominações e principais processos sedimentares (Modif. de Ahlbrandt & Fryberger 1982).

Figura 11: Principais processos e feições geradas em depósitos de dunas eólicas (Modif. de Hunter 1977).

4.2.1.2. Depósitos de interdunas

São aqueles encontrados entre dunas ou *draas*, em regiões relativamente planas e baixas, freqüentemente sujeitas às oscilações do nível freático. Ahlbrandt & Fryberg (1982) dividiram estes depósitos em três tipos: de interdunas secas, aquosas e evaporíticas.

Caetano-Chang & Brighetti (1991) propuseram a tradução "interdunas aquosas" para *wet interdunes* (situações onde ocorrem corpos d'água mais duradouros), em lugar de "interdunas úmidas". Reservaram esta última denominação para locais onde a areia é apenas umedecida porém não saturada de água (como os denominados de *damp interdunes*).

As interdunas secas são em geral constituídas por areia grossa pobremente selecionada, bimodal, com laminação subhorizontal descontínua. Ondulações de adesão (retenção de areia trazida pelo vento, na superfície úmida) podem se desenvolver eventualmente.

Interdunas aquosas são áreas permanente ou temporariamente cobertas por água. Pequenas acumulações de água retêm silte e argila, formando lâminas delgadas, que quando expostas produzem gretas de contração e fragmentos curvos de lama (*curled mudflakes*). Feições de pequena dimensão geradas em ambiente aquoso podem estar presentes, assim como bioturbações decorrentes de atividades de plantas e animais. Após grandes tempestades podem se formar lagoas, pequenos canais, marcas onduladas (de corrente e de fundo de lagoa), e pequenos lobos deltaicos.

Os depósitos evaporíticos de interdunas são complexas intercalações de areia, silte, argila e sais solúveis (sulfatos, carbonatos, etc.). São semelhantes aos *sabkhas*¹ interiores, encontrados no subambiente de extradunas. Os principais processos e estruturas sedimentares de depósitos de interdunas são apresentados na Figura 12.

4.2.2. Lençóis de areia

Os campos de dunas geralmente são circundados por extensas áreas aplainadas, às vezes com ondulações suaves ou feições assemelhadas a pequenas dunas, constituindo depósitos de lençóis de areia ou *sand sheets*. São formados por sedimentos arenosos texturalmente heterogêneos, em estratos de baixo ângulo de mergulho. Representam a transição entre os depósitos do campo de dunas e extradunas.

Nestas áreas, ventos de alta velocidade podem produzir estratos com laminação subhorizontal bem desenvolvida. Nos depósitos de lençóis de areia podem ser encontradas ainda estruturas de migração de ondulações eólicas, queda de grãos ou *eolian granule ripples*. São freqüentes as feições de bioturbação.

4.2.3. Extradunas

Ao redor das áreas do conjunto "campo de dunas + lençóis de areia" acumulam-se sedimentos de origem não necessariamente eólica, genericamente denominados de depósitos extradunas, que se comportam como áreas-fonte dos eólicos. Em sistemas desérticos interiores o subambiente de extradunas ocorre freqüentemente associado a ambientes fluviais entrelaçados e de leques aluviais.

Os depósitos de extradunas podem ser separados em:

1 A forma plural correta de *sabkha* é *sibakh*. Entretanto consagrou-se a forma *sabkhas*, aqui utilizada por este motivo.

- depósitos de lagos de deserto e *sabkhas* interiores
- depósitos de cascalhos de deflação
- depósitos de *wadis*¹
- depósitos de *hamada*
- depósitos de *loess*

Figura 12: Processos e feições sedimentares de depósitos de interdunas eólicas. (Modif. de Ahlbrandt & Fryberger 1982; Kocurek 1981).

1 A forma plural correta de *wadi* é *wydian*. Consagrou-se, entretanto, a forma *wadis*, aqui utilizada por esta razão.

4.2.3.1. Depósitos de lagos de deserto e *sabkhas* interiores

Amplas depressões rasas, encontradas no interior de áreas desérticas, acumular água. Essas áreas baixas, criadas por deflação de sedimentos ou movimentações tectônicas, retêm temporariamente a água de correntes efêmeras (*wadis*) ou da exposição do nível freático sendo, em geral, secas a maior parte do tempo. Lagos de deserto são aqueles formados quando tais acumulações adquirem um caráter mais permanente.

As áreas planas formadas por depósitos de argila, silte ou areia, com freqüentes incrustações salinas, são denominadas de *sabkha* (plural: *sibakh*), termo de origem árabe que significa "baixada salina". Na América do Norte, são chamadas de *playa*.

Em inundações-relâmpago (*flash floods*) os lagos de deserto recebem considerável quantidade de material detrítico, que é depositado a partir de suspensão, em estratos delgados, com gradação normal, terminados por sedimentos argilosos. Da exposição e ressecção da lama formam-se fragmentos curvos de concavidade em geral voltada para cima (*curled mudflakes*), que podem ser eventualmente preservados *in situ* (quando cobertos por sedimentos eólicos), ou retrabalhados.

Em lagos mantidos pela exposição do nível freático, sedimentos detríticos são raros, predominando a precipitação química de sais, com impurezas detríticas trazidas pelo vento.

Glennie (1970) destacou dois processos de fornecimento de sedimentos detríticos em *sabkhas* interiores:

- por correntes aquosas efêmeras, depositados a partir de suspensão, e
- por retenção de sedimentos eólicos com formação de ondulações e protuberâncias de adesão.

Os depósitos de lagos de deserto e *sabkhas* interiores são formados por silte e argila intercalados com estratos arenosos, com camadas de gipsita e lamas gipsíferas. Mostram acamamento regularmente definido, melhor desenvolvido em lagos que em *sabkhas*. A gipsita e halita são os mais abundantes, embora ocorram outros minerais evaporíticos.

Feições de ressecção, ondulações de adesão e crostas salinas são as estruturas mais freqüentes. Nos lagos, podem ser encontradas também ondulações criadas por oscilação d'água, sendo raras as geradas por corrente. Eventualmente "diques" de areia (preenchendo fendas) em estratos salinos também podem ser encontrados, bem como esteiras algáceas ou feições de bioturbação.

4.2.3.2. Depósitos de deflação.

Estes depósitos, também denominados de *serir*, *reg* ou *gibber plain*, formam-se em superfícies aproximadamente planas de áreas desérticas, ou entre dunas, por remoção das partículas mais finas. São constituídos por cascalho e areia grossa que não foram transportados por saltação ou suspensão. Resultam da acumulação de detritos mais resistentes, tais como produtos de intemperismo de rochas do substrato, depósitos de *wadis* ou de leques aluviais. São sedimentos pobre a moderadamente selecionados, às vezes bimodais, arranjados em extensos estratos subhorizontais ou de baixo ângulo de mergulho (5° a 10°), de espessura centimétrica.

Os clastos, por vezes concentrados em estratos, podem exibir marcas de impacto e superfícies quebradas (por intemperismo físico), com formas tetraédricas características (semelhantes a um ferro de passar roupa) e superfícies polidas ou estriadas pela abrasão do vento,

denominados ventifactos.

As porções arenosas podem conter estratos com laminação interna inclinada, com partículas maiores na parte superior (*wind granule ripples*).

4.2.3.3. Depósitos de *wadis*

Wadis (ou *arroyos*) são correntes fluviais esporádicas, de canal mal definido, encontradas em regiões desérticas. Geralmente têm início nas porções distais de leques aluviais e se estendem até lagos de deserto ou regiões de *sabkhas* interiores, percorrendo áreas de declive suave, rumo ao interior da bacia. Constituem atividades fluviais pouco freqüentes, com alta razão "carga de sedimentos/volume de água", comportando-se como sistemas fluviais entrelaçados (*braided*). As atividades fluviais de áreas desérticas são do tipo inundações-relâmpago (*flash floods*), onde a brusca redução de velocidade da água gera depósitos que podem variar entre cascalhos grossos e lama.

Durante os períodos de inatividade fluvial os depósitos de *wadis* ficam sujeitos à ação eólica. Este caráter intermitente faz com que depósitos típicos de *wadis* apresentem unidades de origem fluvial e eólicas intercaladas, cada uma com espessura média em torno de 10 a 30cm (Glennie 1970).

Os sedimentos depositados em meio aquoso geralmente apresentam gradação normal incipiente, terminando em gretas de contração. A variação do regime de fluxo pode criar, nos canais, acamamento horizontal ou ondulações. Os sedimentos eólicos intercalados freqüentemente exibem estratificação cruzada e recobrem leitos com gretas de contração. Os cascalhos, quando presentes, podem apresentar imbricação e gradação normal pouco definidas. A remoção das partículas mais finas pode formar depósitos de cascalhos de deflação, em geral de clastos pouco arredondados a angulosos.

Fragmentos lamelares de lama (*curled mudflakes*) podem ser ou preservados *in situ*, quando encobertos por sedimentos eólicos, ou retrabalhados e incorporados em níveis de brechas intraformacionais.

Quando existe disponibilidade de CaCO_3 nas águas, a evaporação rápida leva à cimentação precoce dos sedimentos, formando calcretes.

4.2.3.4. Depósitos de *hamada*

Hamada são exposições do embasamento rochoso em saliências ou áreas planas, cobertas por cascalhos (áreas de deflação com clastos angulosos, normalmente ventifactos), formando relevo de *inselbergs*.

Estas acumulações não costumam ser preservadas, e quando o são, geralmente formam a porção basal de depósitos de áreas desérticas (soterrados por sedimentos eólicos).

4.2.3.5. Depósitos de *loess*

Os sedimentos finos transportados em suspensão pelo vento podem formar acumulações com várias dezenas de metros de espessura, fora das áreas desérticas, denominadas de *loess*. Estão associados com maior freqüência a climas frios (depósitos de ambiente glacial ou periglacial). Ocorrem também associados a desertos quentes por retrabalhamento de depósitos de *wadis*, por exemplo.

Os depósitos de *loess* constituem-se basicamente de siltes quartzosos maciços ou com laminação incipiente, às vezes com parcela considerável de partículas carbonáticas.

4.2.4. Superfícies de truncamento

Depósitos antigos de campos de dunas apresentam arranjo característico em unidades de espessura métrica com estratificação cruzada, separadas por descontinuidades: as superfícies de truncamento.

Brookfield (1977) hierarquizou estas superfícies em três ordens (Figura 13a), atribuídas a origens distintas. As de primeira ordem, mais extensas, costumam ter centenas de metros a quilômetros. São superfícies de barlavento, com baixo ângulo de inclinação (contrária ao da estratificação) ou subhorizontais, que separam conjuntos com estratificação cruzada. Estes conjuntos, por sua vez, são separados internamente por superfícies de segunda ordem. Cada parte compreendida entre duas superfícies de segunda ordem pode ser ainda separada pelas de terceira ordem, em unidades de depósitos de *foresets*.

A origem das superfícies de primeira ordem é a mais discutida. Stokes (1968) sugeriu sua formação por superfícies horizontais de deflação, controladas por variações do nível freático. McKee & Moiola (1975) propuseram sua gênese como pavimentos de áreas de interdunas. Brookfield (1977) ampliou este conceito, considerando que as superfícies de primeira ordem separam unidades criadas com a migração de formas de grande porte, como *draas* (Figura 13b).

As superfícies de truncamento de primeira ordem podem apresentar características e origens distintas de acordo com o local em que se desenvolvam. No interior do campo de dunas, a ausência de feições ligadas à presença de água ou umidade (brechas, calcretes, fragmentos de argila, ondulações de adesão, fluidificações, bioturbações ou camadas maciças), sugere tratem-se de truncamentos de origem erosiva, associados à migração das construções, em condições secas (acima do nível freático). Marcam a não deposição ou remoção de parte da porção superior da construção sobre a qual se instala nova *draa*. Já as superfícies desenvolvidas em depósitos de bordas de deserto, separam pacotes com estratificação cruzada menos espessos e estão associadas com depósitos maciços tabulares, brechas, cimentação evaporítica, denotando a influência do nível freático. O mecanismo associado a variações do nível freático, proposto por Stokes (1968), aplica-se a este contexto.

As superfícies de primeira ordem denotam interrupções significativas na evolução do preenchimento da bacia, causadas por um ou mais dos seguintes fatores: a) migrações dos depósitos eólicos, b) alterações do nível do mar ou do contexto tectônico, e c) mudanças climáticas (Kocurek, 1988). As superfícies de segunda ordem refletem a estruturação interna de acumulações do porte de dunas. As superfícies de terceira ordem são, em geral, menos inclinadas que os depósitos de *foresets* e podem tornar-se indistintas próximo à base da estratificação, sendo mais notáveis na porção superior. Refletem eventos eólicos menos significativos, como pequenas variações da direção predominante do vento.

As superfícies de truncamento de primeira ordem, devido a suas dimensões, dificilmente podem ser acompanhadas em afloramentos naturais ou cortes de rodovias. Raras vezes se tem a oportunidade de acompanhar tais superfícies, como verificado neste estudo, na eclusa da usina hidrelétrica de Porto Primavera (ver item 5.1.1), uma das mais extensas e notáveis exposições dos arenitos Caiuá (Figura 14b).

(a): Diagrama ilustrativo do conceito de superfícies de truncamento de primeira, segunda e terceira ordens, em arenitos com estratificação cruzada (Brookfield 1977); (b): Reconstrução esquemática de um conjunto de *draas* transversais, com dunas barcanóides (aklé) superimpostas. Note que superfícies de truncamento de primeira e segunda ordens são geradas por migração de tal sistema, durante a sedimentação. Neste exemplo, as áreas de interdunas que separam as *draas* criam unidades sedimentares pouco espessas junto a superfícies de truncamento de primeira ordem (modificado de Clemmensen & Abrahamsen 1983, *apud* Collinson & Thompson (1989).

Figura 13: Superfícies de truncamento e contexto genético.

5. ASSOCIAÇÕES FACIOLÓGICAS E UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

Nos trabalhos de campo foram reconhecidas sete litofácies, a partir das características sintetizadas no Quadro 9.

Geometria	Estruturas sedimentares	Constituição litológica	Litofácies
Estratos cuneiformes, às vezes separados por superfícies de truncamento (espessura métrica)	estratificação cruzada tabular, tangencial na base, de grande a médio porte (até 10 m)	arenitos finos a médios, arredondados, bem selecionados	Df
estratos tabulares subhorizontais (1 m de espessura)	bancos maciços	arenitos finos a médios, arredondados, seleção moderada	Di
estratos tabulares subhorizontais (espessura métrica)	estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte	arenitos finos a médios, arredondados, seleção moderada a boa	df
estratos tabulares subhorizontais (espessura métrica)	bancos maciços	arenitos finos a médios, arredondados, seleção moderada	di
estratos tabulares subhorizontais (espessura métrica)	maciça, às vezes com estratificação plano-paralela mal definida ou de baixa inclinação	arenitos finos a médios, subarredondados, seleção moderada a boa	la
estratos tabulares subhorizontais (espessura decimétrica)	estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte	arenitos finos a médios, subarredondados a subangulosos, seleção moderada	bc
estratos tabulares subhorizontais e lentes (espessura decimétrica)	maciços ou com estratificação plano-paralela, marcas onduladas, microlaminação cruzada, pseudo-nódulos, estrutura em chama, <i>fining upward</i>	arenitos finos a siltitos subangulosos, seleção moderada	pt

Quadro 9: Principais características das litofácies individualizadas no campo.

As litofácies identificadas foram agrupadas em associações faciológicas, que correspondem às unidades litoestratigráficas (Quadro 10).

Litofácies	Depósitos de	Associação faciológica	Unidade litoestratigráfica
Df	<i>foresets</i> de dunas de grande porte	campo de dunas (centro)	Rio Paraná
Di	interdunas secas		
df	<i>foresets</i> de dunas de médio a pequeno porte	campo de dunas (periferia)	Goio Erê
di	interdunas úmidas		
la	lençóis de areia	extradunas	Santo Anastácio
wd	<i>wadis</i>		
sb	<i>sabkhas</i>		
dl	deflação		
bc	barras de canal	fluvial entrelaçado psamítico (distal)	Adamantina
pt	planícies de transbordamento		

Quadro 10: Associações faciológicas e unidades litoestratigráficas correspondentes

5.1. Arenitos Caiuá

Na área de estudo, constituem cerca de 85% da cobertura cretácea suprabasáltica. Os arenitos Caiuá têm seu contato basal com a Formação Serra Geral, variando desde cotas 225 a 230m nas obras da usina hidrelétrica de Porto Primavera (próximo ao Rio Paraná), até valores de 525m (a noroeste de Campo Mourão, sudoeste da área de ocorrência). Apresenta progressiva elevação para a borda oriental (sudeste, leste e nordeste da área).

Com base em características litológicas e áreas de ocorrência, os arenitos Caiuá foram separados em duas unidades, descritas a seguir.

5.1.1. Unidade Rio Paraná

Corresponde à reunião das litofácies **Df** (depósitos preservados de *foresets* de dunas e *draas*, Foto 15) - largamente predominante - e litofácies **Di** (depósitos de interdunas, em geral secas), fotos 14, 16 e 18.

Suas exposições mais características localizam-se na margem esquerda do Rio Paraná, locais das descrições pioneiras da "Formação" Caiuá no Paraná e em São Paulo, por exemplo entre Porto São José e Porto Rico, ou a montante de Porto Camargo (no Paraná), e em cortes da eclusa da usina hidrelétrica de Porto Primavera, no Pontal do Paranapanema (fotos 14 e 15).

Constitui-se de quartzo-arenitos finos a muito finos, mineralogicamente supermaturados, com boa maturidade textural. Geralmente são bem selecionados (por lâmina ou estrato, (Foto 19) com grãos de frações mais grossas bem arredondados. Mais raramente contêm estratos de areia média a grossa (Foto 26), como se observou nos pontos: SA 94, DN 115, GC 106, NL 111, CL 123. A maioria dos grãos exibe superfície fosca, encoberta por película ferruginosa, com poros às vezes revestidos por argila (esmectita autigênica). Apresentam pouca ou nenhuma matriz silto-argilosa. De maneira geral, o tom arroxado dos arenitos está associado à presença de cimento argiloso. Quando ausente, os arenitos têm cor marrom-avermelhado, dada exclusivamente pelo óxido de ferro (goethita?). Na margem direita do Rio Paraná (obras da usina hidrelétrica de Porto Primavera; ponto LO 93, Foto 27), o arenito Caiuá tem, excepcionalmente, cor cinza-esverdeado. Por situar-se na margem do rio, sob sedimentos aluviais quaternários, acredita-se que esta cor advenha da redução do Fe^{+3} para Fe^{+2} , por ação de ácidos úmicos, provenientes da decomposição de matéria orgânica. Ao ser exposto, o arenito adquire coloração ocre em poucos dias. Arenitos "lavados" (sem película), por vezes encontrados, devem estar associados à lixiviação do óxido por processo semelhante.

Os arenitos apresentam estratificação cruzada tabular, de médio a grande porte (até 15m, como no ponto LO 52), tangencial na base, dispostos em corpos de geometria cuneiforme (algumas vezes seccionadas por superfícies de truncamento de baixo ângulo de mergulho, com rumo oposto ao da estratificação, fotos 11 e 14). Nas partes basais dos sets, onde a inclinação é menor, apresentam-se laminados, com menor maturidade textural (Foto 20). São pouco comuns as intercalações de bancos maciços subhorizontais (interdunas secas, mais raramente, úmidas).

A estratificação ou laminação encontrada é atribuída à queda de grãos. Eventualmente, podem ser observados estratos lenticulares relacionados a fluxos de grãos, ocorridos nas partes frontais de dunas (pontos LO 53, LO 56, LO 58, TP 72 e sondagem SP 7; fotos 23 e 24). Às vezes apresentam deformações por deslizamentos, ou brechas de colapso, entre estratos não deformados (Foto 25), como observado nos pontos: CL 4, TP 72, LO 98, LO 56. No ponto TP 89 encontraram-se feições de ressecção, acima de lentes argilosas de até 2cm de espessura, na forma de lamelas encurvadas de lama (*curled mudflakes*), centimétricas (Foto 17), próximas a pequena feição de corte-e-preenchimento em arenitos com estratificação subhorizontal. Em depósitos laminados de baixa inclinação encontrou-se, algumas vezes, ondulações eólicas de adesão, como a exibida na Foto 32.

Em sondagens na área do Pontal do Paranapanema, mais raramente em afloramentos, verifica-se que na parte basal dos arenitos Caiuá, logo acima do contato com basaltos (vesículo-amigdaloidais ou compactos, fraturados), ocorre uma brecha sustentada por matriz areno-argilosa, com espessura variando entre 0,25 a 1,3m. O arcabouço é composto por fragmentos de basalto centimétricos (angulosos, Foto 29) e/ou nódulos de esmectita e de carbonato de cálcio. Sobre a brecha é comum ocorrer um arenito silto-argiloso maciço, mal selecionado, (Foto 28). Tanto a brecha como o arenito são freqüentemente cimentados por carbonato de cálcio (Foto 30). Estes depósitos foram interpretados como paleossolos desenvolvidos em condições de baixo intemperismo químico (semi-aridez), indicadas principalmente pela sua imaturidade textural, argilominerais e presença de calcretes (Foto 31). O contato

com basalto maciço, por vezes verificado, indica remoção do topo do derrame.

Nos cortes da eclusa da usina hidrelétrica de Porto Primavera, e em alguns locais na margem esquerda do Rio Paraná, observam-se dobras convolutas de dimensões métricas (sismitos), entre porções não perturbadas da rocha (Foto 40, Figura 14/C1, C2), atribuídas a instabilizações de origem tectônica durante a sedimentação.

Horowitz (1982), apresentou estudo sobre geometria e origem de estruturas deformacionais de grande porte, encontradas em alguns depósitos eólicos do Jurássico dos EUA (arenitos Aztec e Navajo). Segundo o autor, as deformações ocorrem em zonas planares, normalmente confinadas a uma camada, e atingem vários metros de espessura, podendo ser seguidas lateralmente por dezenas a centenas de metros. Apresentam dobras de arrasto simples a complexas, e pequenas falhas.

Vários autores consideram que para a geração de tais estruturas, a areia deve estar inconsolidada e saturada de água, para comportar-se de maneira viscosa ou incompetente, durante a deformação. Não se verifica, entretanto, consenso quanto ao mecanismo de formação.

Horowitz (1982) dividiu a zona deformada em três segmentos: *head* (proximal), *thrust ramp* (mediano) e *toe* (distal). O primeiro segmento (região de colapso de dunas) caracteriza-se pela presença de pequenas falhas normais antitéticas; o segundo é uma *thrust ramp*, enquanto que o terceiro é definido pela presença de dobras recumbentes, que passam lateralmente a porções não deformadas. Acredita o autor, que as deformações são causadas por liquefação induzida por terremotos, em áreas mais suscetíveis a tais processos (situadas abaixo do lençol freático, em interdunas, onde a sobrecarga é menor), com deslocamento lateral da massa de areia, associado à sobrecarga desigualmente distribuída, devido à topografia das próprias dunas.

Evidências de paleossismicidade em bacias sedimentares brasileiras foram apresentadas por:

- 1) Riccomini (1989), Terciário Inferior, Bacia de São Paulo, continental fluvial, *rift*;
- 2) Raja Gabaglia (1990), Cretáceo Inferior, Bacia do Recôncavo, continental lacustre, *rift* e
- 3) Riccomini *et al.* (1992), Permiano, Bacia do Paraná, marinho/plataforma rasa, bacia intracratônica.

Vale ressaltar que as estruturas atribuídas a atividades sísmicas durante o Cretáceo Superior, descritas no Pontal do Paranapanema e noroeste do Paraná, constituem as referências conhecidas mais interiores, descritas em sedimentos eólicos, no Brasil.

Dobras abertas a suaves, sem alteração da espessura dos estratos (tipo paralela), foram observadas próximo a Umuarama (ponto UM 75, Foto 43), a sudeste de Iguaçu (ponto SF 28, Foto 41) e na margem esquerda do Rio Paraná, como nos pontos LO 57, PB 59 (Foto 42) e IC 71. Os planos axiais em geral são paralelos a fraturas, sugerindo tratarem-se de perturbações pós-sedimentares, distintas das deformações atribuídas a deslizamentos em porções frontais de dunas.

Na unidade Rio Paraná foram descritos apenas icnofósseis: marcas de *Coelossauro*(?) (Leonardi 1977, 1989).

Na parte central da área de ocorrência dos arenitos Caiuá (unidade Rio Paraná), são registradas espessuras da ordem de duas e meia centenas de metros (Figura 15). Em superfície

A - Seção-tipo da Formação Goio-Erê. Litofácies df: arenitos com estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte, em estratos subhorizontais (depósitos de *foresets* de dunas de médio a pequeno porte), intercalados com litofácies di: arenitos maciços ou com estratificação subhorizontal mal definida, com matriz silto-argilosa, estratos tabulares (depósitos de interdunas úmidas a aquosas). Encontram-se frequentemente associados com calcretes, na forma de cimentação carbonática, concreções nodulares e crostas duras concordantes com a estratificação ou às vezes discordantes (c), Local: ponto MB16, corte do km 58,7 da rodovia Campo Mourão/Goio-Erê (BR 272). Obs.: a base do corte é inclinada para WSW. Superfícies de truncamento: primeira (1), segunda (2) e terceira (3) ordens.

B - Seção-tipo da Formação Rio Paraná. Litofácies Df: arenitos com estratificação cruzada tabular de grande porte, tangencial na base, de geometria cuneiforme; b: apenas porções basais de dunas, em geral laminadas e de menor inclinação (depósitos de *foresets* de dunas de grande porte). Litofácies Di: arenitos maciços com matriz silto argilosa (depósitos de interdunas predominantemente secas). Local: ponto LO34, trecho da parede esquerda da eclusa da usina hidrelétrica de Porto Primavera (entre estacas 51 e 59, cotas 235 a 263 metros). Superfícies de truncamento: primeira (1), segunda (2) e terceira (3) ordens.

C - Estratificação deformada em decorrência de supostas atividades sísmicas contemporâneas à sedimentação (sismitos), entre porções não deformadas. 1: setor da parede esquerda (entre "estacas" 18 e 23), 2: setor da parede direita (entre "estacas" 43 e 47), Eclusa da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera (ponto LO34).

Fernandes (1992)

FIGURA 14 - Seções geológicas. A: holoestratótipo da Formação Goio-Erê, B: holoestratótipo da Formação Rio Paraná e C: sismitos.

verifica-se exposições com desníveis da ordem de 200m (Morro dos Três Irmãos e do Diabo). Maiores espessuras em subsuperfície são 277m em Altônia, e 205m em Terra Rica, no Paraná (Bigarella & Mazuchowski 1985). Na área da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), os arenitos da unidade Rio Paraná têm espessura de 45m.

Atualmente, maiores espessuras são encontradas na faixa de direção nordeste, situada na porção central da área de ocorrência dos sedimentos cretáceos suprabasálticos, conforme observado nos mapas de espessuras mínimas dos arenitos e de contorno do topo do basalto, elaborados com informações de perfurações e dados altimétricos de ocorrência das unidades em superfície (figuras 15 e 16).

5.1.2. Unidade Goio Erê

Corresponde a associação faciológica formada por intercalações de depósitos de dunas de médio a pequeno porte (litofácies **df**) com depósitos de interdunas úmidas a aquosas (litofácies **di**). Suas exposições mais características estão na rodovia que liga Campo Mourão a Goio Erê, nas imediações desta última localidade (Foto 33).

É constituída por quartzo-arenitos (mineralogicamente maduros) freqüentemente subarcoseanos, de cor marrom-avermelhado a cinza-arroxeados, finos a muito finos, ocasionalmente médios. São texturalmente submaturos (pobremamente selecionados) devido à maior quantidade de matriz silto-argilosa, embora apresente grãos maiores arredondados. A maioria dos grãos tem superfície fosca encoberta por película de limonita e revestimento de poros por argila (esmectita autigênica).

São arenitos com estratificação cruzada acanalada (padrão "festonado") ou tabular tangencial na base, de médio a pequeno porte (Foto 35), com mergulhos predominantemente médios a baixos.

A laminação por queda de grãos é a feição mais comum nas porções com estratificação cruzada. Nos bancos mais maciços podem ser encontradas laminação e ondulações descontínuas e mal definidas, denominadas de ondulações de adesão (ponto MB 13); microlaminações cruzadas atribuídas a ondulações eólicas e deformações convolutas (ponto MB 15).

Apresentam com freqüência, intercalações de bancos subhorizontais de espessura decimétrica (até 1m) de arenitos maciços silto-argilosos e brechas, assentados diretamente sobre basaltos da Formação Serra Geral (pontos JI 40, PN 79, além de vários outros situados na região dos vales dos rios Ligeiro, Goio Erê, ribeirões Tamboara e Anhumai, citados por Riccomini *et al.* 1981). As brechas são constituídas por clastos subangulosos centimétricos de basalto, sillexitos (ágata predominante), nódulos de argila e carbonato de cálcio, sustentadas por matriz areno-argilosa.

Nesta unidade a cimentação carbonática é freqüente. Localmente encontra-se concreções com diâmetro centimétrico (ponto MB 15, Foto 36) e crostas duras (calcretes, Foto 35, ponto MB 16). Neste último ponto, como no MB 14, crostas de 1,5 cm de espessura e vários metros de extensão ocorrem tanto acompanhando a estratificação cruzada, como em posição subhorizontal, paralela aos diastemas que separam os bancos, seccionando a estratificação cruzada (Foto 34).

Na área de exposição da unidade Goio Erê, foram descritos apenas icnofósseis: marcas, provavelmente de Therapodas (Carnossauro? e Coelossauro?) (Leonardi 1977, 1989).

A unidade Goio Erê, que aflora na borda sudeste da área, apresenta as maiores espessuras remanescentes em torno de 50m.

Figura 15: Mapa de espessuras mínimas da cobertura
cretácea suprabasáltica no Paraná e
Pontal do Paranapanema (SP)

Figura 16 : Mapa de contorno estrutural do topo da
Formação Serra Geral no Paraná e
Pontal do Paranapanema (SP)

5.1.3. Relações estratigráficas

A unidade Rio Paraná tem contatos transicionais laterais com as unidades Goio Erê e Santo Anastácio; basal erosivo com a Formação Serra Geral, e superiores erosivos com depósitos quaternários aluviais e coluviais arenosos em topo de espigões e encostas. A unidade Goio Erê tem contato transicional lateral com a unidade Santo Anastácio; erosivos: basais com a Formação Serra Geral e superiores com depósitos coluviais arenosos quaternários, encontrados nos espigões e meia-encostas, em áreas de exposição do contato com a Formação Serra Geral.

O contato entre os arenitos Caiuá e o substrato basáltico é freqüentemente marcado pela presença de depósitos texturalmente imaturos, como brechas basálticas sustentadas por matriz areno-argilosa ou bancos arenosos maciços, sugestivas de hiato deposicional entre as unidades. Com a adjacente Formação Santo Anastácio apresenta passagens graduais. Nas áreas de transição, as típicas estratificações cruzadas tornam-se paulatinamente menos inclinadas e definidas, até passarem a bancos de arenitos maciços, de seleção menor, característicos da Formação Santo Anastácio. Esta transição, admitida em diversos estudos regionais, poucas vezes pode ser verificada em perfis contínuos, como observado nos pontos CL 121 (oeste de Guaraci), RA 24 ou RP 27 (morro da Fazenda Santa Ida). A título de registro, cabe mencionar que esta passagem pode ser também verificada em notável exposição no Canal de Pereira Barreto (Fernandes *et al.*, em preparo).

5.1.4. Ambiente deposicional

A análise integrada de estruturas sedimentares, feições texturais e relações espaciais entre as unidades, forneceu elementos suficientes para se considerar como eólica a origem dos arenitos Caiuá (Quadro 11).

-
1. Estratificações cruzadas tabulares tangenciais na base e acanaladas, de pequeno a grande porte, com ângulos de mergulho com até 34°, em estratos cuneiformes ou tabulares (RP, GE);
 2. Superfícies de truncamento, de inclinação contrária à da estratificação, com dezenas a centenas de metros de extensão (RP);
 3. Laminação/estratificação planar, com boa seleção de grãos (RP, GE);
 4. Laminação por queda de grãos (RP, GE);
 5. Estratificação por fluxo de grãos (RP);
 6. Granulação de areia fina a muito fina (largamente dominante) (RP, GE);
 7. Bom arredondamento para as frações maiores (areia grossa, média e fina) (RP, GE);
 8. Baixa porcentagem ou ausência de matriz siltica ou argilosa (RP);
 9. Bimodalidade (RP, GE);
 10. Presença de estratificação contorcida e brechas intra-estratos, atribuídas a deslizamentos na face frontal (*foreset*) (RP);
 11. Deformações convolutas em estratificação subhorizontal mal definida (GE);
 12. Ondulações e superfícies de adesão, em depósitos pobremente estratificados (GE);
 13. Ondulações eólicas (GE);
 14. Poucos casos de lâminas ou estratos de argila, bem como de lamelas curvas de lama (*curled mudflakes*) (GE);
 15. Arcabouço pouco compactado, com grãos "flutuando" em cimento carbonático, denotando cimentação precoce (calcretes) em clima árido (GE);

16. Presença de cimentação, concreções nodulares e crostas duras carbonáticas (calcretes) nas porções basais, freqüentemente associadas a bancos maciços pouco espessos, subhorizontais (GE);
17. Ausência de fósseis, provavelmente devido às condições impróprias à vida (RP, GE);
18. Ausência de feições hidrodinâmicas (RP, GE); e
19. Relativa constância na orientação das paleocorrentes, para o quadrante SW (RP, GE).

Quadro 11: Feições e características verificadas nas unidades Rio Paraná (RP) e Goio Erê (GE), diagnósticas de sedimentação em ambiente eólico.

Verificou-se notável constância destas características em toda área de exposição dos arenitos, fato que se explica pela maior homogeneidade de processos e condições deposicionais, típicas de ambientes eólicos continentais.

Pelas características anteriormente expostas, considera-se que os arenitos Caiuá possuem origem eólica, tendo sido acumulados num grande campo de dunas, com depocentro na região formada pelo Pontal do Paranapanema e noroeste do Paraná. Neste contexto, foram discriminadas duas associações faciológicas de ambiente desértico, correspondentes às unidades Rio Paraná e Goio Erê.

Os arenitos Rio Paraná representam a região central do campo de dunas, onde teriam se desenvolvido **construções eólicas de grande porte, amalgamadas em complexos de dunas (*draas*)**. Os tipos barcanóides aparentemente predominaram, visto que as estruturas mais freqüentes são estratificações cruzadas tabulares tangenciais na base. Via de regra, os conjuntos apresentam geometria cuneiforme, separados às vezes por superfícies de truncamento (Foto 11). As estratificações cruzadas de grande porte ocorrem com maior freqüência na região do Pontal do Paranapanema e extremo noroeste do Paraná. Nos cortes da eclusa de Porto Primavera, por exemplo, observam-se extensas superfícies de truncamento de primeira ordem, de baixa inclinação. Esta área, onde possivelmente se desenvolveram grandes complexos de dunas (*draas*), constituiu o centro do campo de dunas do "deserto Caiuá" (Figura 17).

Fácies de interdunas (ou *interdraas*) foram verificadas em sondagens na região do Pontal do Paranapanema, na porção basal da unidade Rio Paraná. A sondagem SR 10, por exemplo, seccionou dois níveis de arenitos maciços, intercalados em arenitos com estratificação cruzada. Estes níveis, de dois a três metros de espessura, apresentam laminação subhorizontal na base, e tornam-se siltosos no topo (*fining upward*), Figura 18. No corte da eclusa de Porto Primavera, verificam-se também alguns estratos tabulares maciços, em porções intermediárias dos depósitos, associados a superfícies de truncamento de baixa inclinação (possivelmente relacionados com **interdunas secas**). A raridade de depósitos com feições de ressecção, como o encontrado no ponto TP 89, bioturbações e ausência de sinais de vida, indicam escassez de água no interior deste antigo deserto.

Estruturas sedimentares menores, tais como lentes de fluxo de grãos, estratificação contorcida ou fragmentos de arenito estratificado (torrões) em "brechas de colapso", descritos em vários locais, foram atribuídas a desequilíbrios, comuns na porção média a inferior das faces frontais de dunas.

A unidade Goio Erê corresponde a **depósitos de áreas periféricas do campo de dunas**, atualmente preservados na parte sudoeste da área de ocorrência dos arenitos Caiuá (em faixa nordeste no eixo Goio Erê-Paranavaí). Admite-se que nestas regiões não houve condições de acumulação ou preservação de grandes construções eólicas, apesar de sua maior proximidade

Fernandes (1992)

Figura 17: Esquema da distribuição de associações faciológicas do campo de dunas (preservadas) na área de estudo (Modif. a partir de Walker 1984).

das áreas de suprimento de material. Apresentam freqüentemente bancos arenosos subhorizontais de poucos metros de espessura, com estratificações cruzadas acanaladas com ângulos de mergulho mais baixos, atribuídos a dunas barcanóides; intercalados a bancos arenosos com laminação subhorizontal, bancos arenosos maciços ou pobremente estratificados (Foto 37); ou ainda, bancos de brechas basais, texturalmente imaturos, correspondentes a áreas de baixo relevo em **interdunas úmidas ou aquosas** (Figura 17).

A cimentação e concreções carbonáticas ocorrem na unidade Goio Erê e na base da unidade Rio Paraná. Admite-se que foram formadas em áreas de acumulação temporária de água, onde possíveis oscilações do nível freático criaram condições mais úmidas. Tal fato propiciou a geração de depósitos em condições evaporíticas (calcretes), em ambiente árido a semi-árido, incompatível com grandes acumulações de água. A cimentação carbonática comum, a ocorrência de calcretes (nódulos, concreções e crostas ou *hardpans*), bem como a maior disponibilidade relativa de água devem estar associadas às variações do nível freático e à chegada esporádica de fluxos efêmeros de água.

As litologias associadas à deposição subaquosa ou com alguma umidade, comuns na unidade Goio Erê, foram atribuídas a fácies fluviais (Sobreiro Neto *et al.* 1981a, Riccomini *et al.* 1981). Reinterpreta-se aqui sua origem, como resultado de processos atuantes em subambientes eólicos de interdunas úmidas ou aquosas e lagos efêmeros associados (*sabkhas* ou *playa lakes*), encontrados em áreas periféricas do campo de dunas. Ali desenvolvem-se construções eólicas de menor porte, intimamente associadas com depósitos subhorizontais, sujeitos a variações do nível freático e a acumulações temporárias de água, sob condições evaporíticas. Os bancos mais maciços apresentam estruturas de sobrecarga, micro-estratificações cruzadas de ondulações eólicas e ondulações de adesão, além de caráter bimodal, indicativos de subambiente de interdunas úmidas.

5.1.5. Considerações sobre os tipos de dunas

A aplicação dos diagramas de Glennie (1974) para identificação do tipo de dunas (a partir de atitudes de estratificações cruzadas), levou a dois tipos de resultados (Quadro 12):

a) diagramas com boa resolução, na maioria dos casos, com distribuição de pontos característica de duna "barcana", e

b) diagramas com distribuição de pontos sem padrão bem definido, porém com discreta concentração em área cujo eixo de simetria aproxima-se do vetor médio calculado. Trata-se possivelmente, de construções barcanóides ou complexos de dunas predominantemente transversais (Figura 19), comuns em campos de dunas bem desenvolvidos.

Para os diagramas com menor discriminação considerou-se como prováveis barcanas ou barcanóides, os casos em que:

a) apesar de dispersos, os pontos concentraram-se em área em torno do vetor médio, com porcentagem significativa no campo A do diagrama;

b) ocorreram porcentagens de pontos no campo D maiores que o normal, porém em quantidade subordinada;

c) as concentrações de pólos de atitudes de maior ângulo de mergulho mostraram aproximação com as dos diagramas-padrão de Glennie (1970).

Quanto ao tipo de dunas, a maioria dos resultados da aplicação dos diagramas discriminatórios de Glennie (1970), conforme adaptação de Bossi *et al.* (1977), indicou tratar-se de "barcanas". De fato, os melhores cortes de direção SW (subparalela à do paleovento), como

Figura 18: Perfis de sondagens até o contato com a Formação Serra Geral, típicas da unidade Rio Paraná, das usinas de Porto Primavera e Rosana (Pontal do Paranapanema, SP).

Célula	Pontos	Nº de medidas	Vetor resultante (º)	Razão de consistência	Média dos mergulhos (º)	Mergulho máximo (º)	Tipo de duna
A 11	GA 11	25	46	0,55	12	22	barcanóide
B 7	IC 69, 70, 71, 90, 91	31	336	0,66	21	30	indeterminado
C 4	PB 59	17	308	0,68	16	28	barcana
C 5	LO 83	4	100-244	n.d.	16	20	indeterminado
C 10	PR 22	4	98-294	n.d.	12	20	indeterminado
D 4	LO 61	5	234-270	n.d.	17	24	barcana
D 6	TP 72	9	225	0,98	23	35	barcana
D 7	TP 31,32,89	8	193	0,31	16	26	self; indetermin.
E 3	LO 52, 53, 54, 55, 57, 58, 97, 98	50	252	0,86	32	34	barcana
E 5	LO 85	4	204-240	n.d.	16	25	barcana
E 7	TP 88	4	150-210	n.d.	28	29	barcana
E 8	UM 76	20	220	0,44	13	26	barcanóide
E 9	UM 33, 73	27	192	0,52	19	28	barcana
F 2	LO 34, 93	107	250	0,62	20	38	barc., barcanóide
F 3	DN 96, 102, 114	7	241	0,92	23	30	barcana
F 4	NL 99, 100, 110, 111	19	251	0,53	16	31	barcana
F 5	NL 112, LO 113	12	227	0,73	22	34	barcana
F 7	TP 77	1	224	n. d.	(26)	-	indeterminado
F 9	MB 15, 16	39	245	0,41	15	28	barcanóide
G 3	DN 115	6	204-300	n.d.	23	30	barcana
G 4	NL 101, GC 116	8	227	0,77	23	30	barcana
G 7	PN 78, 79, 80	22	246	0,73	19	28	barcana
G 11	MB 14	29	204	0,52	14	30	barcanóide
H 3	TR 108, 109	10	209	0,63	21	28	barcana
H 4	GC 106	3	170-254	n.d.	23	30	indeterminado
H 5	PV 44	36	211	0,86	18	29	barcana
H 6	JI 40	17	251	0,53	9	12	barcana
H 7	PN 19	8	190	0,97	22	30	barcana
H 9	CN 7	1	186	n.d.	(30)	-	indeterminado
H 11	MB 12, 13	45	265	0,48	14	30	barcanóide
I 2	SA 94	25	278	0,72	26	*50	barcana
I 4	SJ 49	11	180	0,96	11	18	barcana
I 6	PV 41, 42	18	237	0,68	13	30	barcana
J 4	PY 48	4	220-234	n.d.	27	30	barcana
J 5	NE 46	4	186-210	n.d.	27	32	barcana
K 4	CL 123, 125	19	226	0,96	23	40	barcana
K 7	MA 38, 39	11	205	0,94	22	33	barcana
L 3	SI 30, CL 137, 139	28	18	0,44	19	28	indeterminado
L 4	CL 132, 150	8	234	0,55	24	30	barcana
L 6	SF 28	2	206-210	n.d.	18	30	indeterminado
M 4	CS 10	2	15-24	n.d.	8	10	indeterminado
M 5	CS 121, 140	17	215	0,93	22	31	barcana

Os dados referem-se à paleocorrentes cólicas, com exceção dos da célula L3, (fluviais, Fm. Adamantina)

* valor anômalo, arrasto por falha

Quadro 12: Resultados de análises de paleocorrentes

por exemplo as paredes da eclusa de Porto Primavera, exibem estratificação cruzada tabular tangencial na base, geometria típica em seções longitudinais (Foto 14). Já os cortes de posição perpendicular àquela direção, como no ponto PV 44, mostram padrão de feições acanaladas amalgamadas, característicos de seções transversais (Foto 12, Figura 19). Nos trabalhos de campo, foi identificado apenas um caso de duna longitudinal (*seif*), no ponto TP 31 (Foto 22).

5.2. Formação Santo Anastácio

Esta unidade é constituída, de forma monótona, por arenitos muito finos a finos, com fração sílica subordinada, em bancos tabulares maciços de espessura métrica, às vezes com estratificação mal definida (plano-paralela ou cruzada) de baixa inclinação (Foto 47). Os arenitos são compostos essencialmente por quartzo, feldspatos (que lhes dá caráter subarcoseano) e calcedônia. São pobremente selecionados, com pequena quantidade de matriz silto-argilosa (Quadro 13). Os grãos maiores são subangulosos e subarredondados, foscos, encobertos por película de óxido de ferro, responsável pela cor marrom-arroxado-claro dos arenitos.

É comum a presença de orifícios irregulares de forma tubular, com diâmetro milimétrico até poucos centímetros e comprimento centimétrico, associados a dissolução de nódulos e concreções carbonáticas (Almeida *et al.* 1981). Além dos orifícios atribuídos à dissolução de carbonatos, em alguns locais observam-se cimentação carbonática (ponto RA 105) e crostas duras de alguns centímetros de espessura (ponto CS 118). Crostas desta natureza podem atingir espessuras de até um metro, conforme se viu no Canal de Pereira Barreto (ponto BT 152; a norte da área de estudos), formando calcretes dos tipos *hardpan* e *honeycomb*.

Geometria	Estruturas sedimentares	Constituição litológica	Litofácies
estratos tabulares subhorizontais (espessura métrica)	maciça, às vezes com estratificação plano-paralela mal definida ou de baixa inclinação	arenitos finos a médios, subarredondados, seleção moderada a boa	la

Quadro 13: Principais características da litofácies correspondente a Formação Santo Anastácio

Intercalações de lamitos, descritas no Estado de São Paulo, foram encontradas num único local (ponto PE 17, vale do Rio Santo Anastácio, SP). Ali, no topo de uma sucessão de bancos maciços subhorizontais, ocorre uma camada lenticular de siltito argiloso de 0,5m de espessura. No mesmo corte, um banco localizado na parte inferior exibe estratificação cruzada tangencial na base, com mergulhos em torno de 25°.

A unidade tem passagens transicionais para as adjacentes, às quais assemelha-se texturalmente (granulometria e estruturas). Esta transição pode ser verificada, por exemplo, em exposição contínua ao longo da água Piracaia (oeste de Guaraci, PR, pontos CS 120 e CS 121) ou no Canal de Pereira Barreto (paredes e sondagens).

De modo mais restrito, principalmente quando a Formação Santo Anastácio assenta-se diretamente sobre basaltos, pode apresentar maior porcentagem de matriz silto-argilosa, ocasionalmente com delgados estratos de lamitos e brecha basal (ponto AS 188, Foto 50).

Figura 19: Os dois tipos de dunas eólicas: barcana e seif, com suas estruturas interna e padrão de paleovento (Tucker 1988).

5.2.1.Litofácies Mairá

Constitui fácies anômala, de ocorrência restrita à região de Mairá, PR (e.g. ponto IP 148, Foto 45). É composta por arenitos conglomeráticos texturalmente imaturos, com intercalações lenticulares de arenitos com estratificação cruzada e bancos de conglomerados, de espessura decimétrica. Os conglomerados têm matriz arenosa fina a média, silto-argilosa, com frações areia grossa e grânulos subordinados. Seu arcabouço é formado por clastos arredondados, de dimensões centimétricas (em alguns casos, com até 30cm de diâmetro maior), às vezes com discreta organização (imbricação), em estratos grosseiramente definidos (ponto PO 145). Constitui-se de clastos silicosos: quartzo-arenitos finos e rocha oolítica silicificada - mais comuns - coquinas silicificadas, ágatas, e basaltos (alterados). Frequentemente apresentam forma tetraédrica, característica de ventifactos (Foto 46), possuindo superfície com brilho peculiar, decorrente da cristalização secundária de sílica. Tal composição define como áreas-fonte, as formações Estrada Nova, Botucatu, Pirambóia e Serra Geral.

Depósitos conglomeráticos semelhantes aos do ponto IP 148 encontrados nas proximidades de Lupionópolis, Centenário do Sul e Porecatu foram interpretados, juntamente com aqueles, como " fácies fanglomeráticas" das formações Caiuá e Santo Anastácio por Sobreiro Neto *et al.* (1981b).

5.2.2.Espessuras

A Formação Santo Anastácio apresenta espessuras de até 70m no Pontal do Paranapanema (Almeida *et al.* 1981), assim como no Paraná (IPT 1981b). Algumas vezes, como na região de Guaraci, podem ser observadas exposições naturais de grande expressão, como nos pontos CS 118 (paredão de 15m de altura) ou CS 121, onde se caminha por um córrego, sobre exposição contínua de cerca de 30m de desnível. Adelgaçam-se para oeste/sudoeste, passando transicionalmente para os arenitos Caiuá, ou para leste, onde ocorrem em contato com basaltos da Formação Serra Geral (limite erosional da área de exposição).

As cotas médias de ocorrência da Formação Santo Anastácio denotam um caimento para norte/noroeste (interior da bacia). Os valores mais altos são encontrados no espigão de Astorga (extremo sudeste), situados em torno de 570m. Para norte, a unidade ocorre entre as cotas 490 e 510m (Guaraci), 440m (Nossa Senhora das Graças), 390 e 430m (Colorado, Santo Inácio, Porecatu), até atingirem valores entre 350 e 400m no Pontal do Paranapanema.

5.2.3.Ambiente deposicional

Geograficamente, a Formação Santo Anastácio contorna a área de ocorrência dos arenitos Caiuá, para os quais passa de forma transicional (vertical e lateralmente), adelgaçando-se em direção aos domínios desta unidade. Interpreta-se aqui sua origem, em depósitos continentais de arenitos em lençóis de areia e extra dunas (Quadro 14), acumulados em extensas áreas planas situadas ao redor do campo de dunas (unidade Caiuá).

Litofácies	Depósitos de	Associação faciológica	Unidade litoestratigráfica
la, wd, sb, dl	lençóis de areia, <i>wadis</i> , <i>sabkhas</i> , deflação	extradunas	Santo Anastácio

Quadro 14: Associação faciológica correspondente à Formação Santo Anastácio

Os eventuais depósitos de lamitos e arenitos com estratificações cruzadas (como os observados no ponto PE 17 ou outros descritos na literatura) foram atribuídos pequenos corpos aquosos e cursos efêmeros (*wadis*) ou acumulações em pequenas dunas e ondulações eólicas, encontrados em ambientes de extradunas.

A Litofácies Mairá foi relacionada a depósitos de deflação, acumulados à margem de campos de dunas, posto que boa parte de seus clastos são ventifactos típicos. Nota-se que ocorrem na zona de transição entre as unidades Caiuá e Santo Anastácio, aqui considerada limite de campo de dunas.

No ponto CL 150, logo acima do contato com a Formação Caiuá (Foto 48), ocorrem clastos esparsos, de formas arredondadas irregulares, centimétricos, constituídos por grãos de areia com cimento silicoso, interpretados como possíveis fragmentos de silcretes remobilizados.

Feições cilíndricas de disposição caótica a alveolar, associadas a concreções carbonáticas, denominadas rizolitos, têm sido descritas em ambientes eólicos costeiros. Trata-se de produtos relacionados a raízes, originados por cimentação do preenchimento de vazios tubulares, moldes ou precipitações em torno da raiz (Klappa 1980, Loope 1988). Sua gênese requer substratos planos, geomorfologicamente estáveis, com sedimentos de alta permeabilidade e disponibilidade de íons de cálcio. Podem ocorrer associados a superfícies planares de deflação e calcretes, em clima semi-árido.

As estruturas tubulares e orifícios associados à cimentação e concreções carbonáticas, comuns nos arenitos da Formação Santo Anastácio, raros nos arenitos Caiuá, são, provavelmente, rizolitos.

A única menção segura a fósseis na Formação Santo Anastácio refere-se a fragmentos de ossos de possível tetrápode, encontrado nesta unidade, em Pereira Barreto (Fittipaldi *et al.* 1989). As condições de semi-aridez esperadas para ambientes de lençóis de areia e extraduna, condizem com a escassez de registros fossilíferos nesta unidade.

5.3. Formação Adamantina

A Formação Adamantina ocorre na porção nordeste da área estudada. De modo geral, é constituída por estratos tabulares de arenitos finos a muito finos, subordinadamente médios, de cor marrom-claro, bege a rosa, de espessuras decimétricas (até 1m), com intercalações de corpos lenticulares de lamitos (siltitos areno-argilosos) marrom-escuro a rosa, de espessura média em torno de 20 a 30cm (Quadro 15).

Os arenitos são maciços, notadamente os basais, às vezes com estratificação plano-paralela subhorizontal, ou cruzada acanalada ou tabular tangencial na base, de baixos a médios ângulos de mergulho, em *sets* de espessura decimétrica (pontos RA 25, SI 30, CS 10, CL 135, CL 137, SI 139, etc.). Os lamitos são maciços, às vezes incipientemente laminados. Nas porções com estratificação cruzada é comum ocorrerem fragmentos de lamitos subangulosos, com até 5cm ("pelotas de argila"), principalmente próximo à base das estratificações, assentados em concordância com os estratos (Foto 52).

As estratificações plano-paralelas podem estar associadas com ondulações de altura e comprimento de onda de alguns centímetros, com microlaminação cruzada e estruturas de cavalgamento por translação (Ponto RA 23). Nos bancos mais maciços, verificam-se casos de gradação normal para o topo (*fining upward*), por aumento das quantidades de areia muito fina e silte neste sentido.

O contato entre os corpos de lamito e arenitos sobrejacentes freqüentemente se dá por

Geometria	Estruturas sedimentares	Constituição litológica	Litofácies
estratos tabulares subhorizontais (espessura decimétrica)	estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte	arenitos finos a médios, subarredondados a subangulosos, seleção moderada	bc
estratos tabulares subhorizontais e lentes (espessura decimétrica)	maciços ou com estratificação plano-paralela, marcas onduladas, microlaminação cruzada, pseudo-nódulos, estrutura em chama, <i>fining upward</i>	arenitos finos a siltitos subangulosos, seleção moderada	pt

Quadro 15: Principais características das litofácies da Formação Adamantina, individualizadas no campo.

superfícies irregulares, denotando deformações por sobrecarga. No ponto CS 9, no contato de um banco de arenito fino siltoso com outro de arenito médio a fino, ocorrem estruturas em chama e pseudonódulos do inferior. Cimentação e nódulos carbonáticos ocorrem de modo esporádico (e.g. ponto RA 104).

À cerca de 2km a sul de Santo Inácio, no km 83,6 da rodovia PR 317 (Ponto CL 135), foram encontrados dois fragmentos de ossos de seção elíptica, com 3,5cm de diâmetro maior e 20cm de comprimento, em banco de arenito fino a muito fino, maciço, com clastos centimétricos de silito, acima de lentes de lamitos siltosos (fotos 51 e 53). Constituem a primeira ocorrência de fósseis do Grupo Bauru no Paraná e a mais meridional da unidade. Trata-se de ossos retrabalhados, semelhantes aos encontrados em arenitos da Formação Santo Anastácio na região de Pereira Barreto (SP), atribuídos então, a prováveis tetrápodes (Fittipaldi *et al.* 1989).

Via de regra, a Formação Adamantina relaciona-se com arenitos maciços da Formação Santo Anastácio, para os quais passa de forma gradual em termos litológicos e texturais. Nas áreas de transição, predomina a litofácies de arenitos finos a muito finos, em bancos maciços, por vezes com discreta estratificação plano-paralela.

Para o interior das áreas de afloramento da Formação Adamantina, esta litofácies dá lugar à outra, com características semelhantes, porém diferenciada pela presença de corpos de lamitos intercalados e de estruturas sedimentares de origem fluvial (estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, ondulações associadas com microlaminação cruzada, clastos de lamitos). Estas duas litofácies correspondem respectivamente às "unidades de mapeamento" ka₁ e ka_{1v} de Almeida *et al.* (1981), também reconhecidas no setor nordeste da área (THEMAG 1982).

O contato com a Formação Santo Anastácio é transicional. Em alguns locais (extremo nordeste), a Formação Adamantina repousa diretamente sobre basaltos da Formação Serra Geral, com contatos de caráter discordante erosivo (THEMAG 1982).

5.3.1. Espessuras

As cotas do contato basal da Formação Adamantina apresentam caimento regional para

norte e nordeste: 540 a 550m (na região de Jaguapitã, Ponto AS 190), 520m próximo a Bentópolis (Ponto CS 119), 490 a 500m Guaraci (Ponto CS 120), 420m a sudeste de Santo Inácio (Ponto CL 136), 400m próximo a Cuiabá Paulista (Ponto CP 174), 380m no vale do Córrego das Antas, SP (Ponto RA 23).

A espessura máxima preservada no espigão de Presidente Prudente/Pirapozinho, a norte da área de estudo, situa-se entre 180 e 200m, verificada em perfuração de poços executados pelo Instituto Geológico (THEMAG 1982).

O contato com a Formação Marília não pôde ser observado, uma vez que esta unidade não ocorre na área estudada.

5.3.2. Ambiente deposicional

A deposição da Formação Adamantina tem sido atribuída a sistema fluvial predominantemente meandrante, com fácies lacustres ou anastomosadas (= *braided?*). O Quadro 16 apresenta estruturas e ambientes sedimentares descritos nos principais estudos regionais da unidade.

Bigarella (1949) referiu-se a algumas camadas da "Formação Caiuá", encontradas no divisor dos rios Ivaí e Paranapanema, como de origem incerta, porém seguramente não eólica. Estas rochas foram mais tarde apartadas daquela unidade, reconhecidas como pertencentes à Formação Bauru (Stein *et al.* 1979) e posteriormente, à Formação Adamantina (Almeida *et al.* 1980, THEMAG 1982).

A cimentação e concreções carbonáticas encontradas em todas as unidades do Grupo Bauru (solos calcificados e calcretes nodulares segundo Suguio & Barcelos 1983b) indicam condições de semi-aridez. Moldes de cristais salinos, típicos de condições evaporíticas, foram ainda descritos por Mezzalana (1974) e Etcheberry *et al.* (1991), em lamitos e arenitos lamíticos de litofácies correlatas à porção basal da Formação Adamantina, em São Paulo.

Na área de estudos, foram reconhecidas duas unidades litológicas. A primeira, composta por arenitos maciços, com estratificação plano-paralela, ou estratificações cruzadas acanaladas ou tabulares tangenciais na base (de pequeno a médio porte), em bancos tabulares e intercalações de lamitos silto-arenosos. Correspondem à unidade karv de Almeida *et al.* (1981) ou litofácies Taciba de Soares *et al.* (1979b, *apud* THEMAG 1982). A segunda, composta por arenitos maciços em estratos tabulares, próximo ao contato com a Formação Santo Anastácio, correspondente à unidade kar de Almeida *et al.* (1981).

Na análise destes dois conjuntos foram reconhecidas as seguintes litofácies (Quadro 17).

Litofácies	Depósitos de	Associação faciológica	Unidade litoestratigráfica
bc	barras de canal	fluvial entrelaçado psamítico (distal)	Adamantina
pt	planícies de transbordamento		

Quadro 17: Litofácies correspondentes à Formação Adamantina, na área deste estudo.

Autor	Subunidade	Litologia	Estruturas sedimentares	Ambiente deposicional
Soares <i>et al.</i> (1980)	Litofácies S. José do Rio Preto	arenitos finos a muito finos, arenitos conglomeráticos,	estratificações cruzadas, maciça, conglomerados intraformacionais, pelotas de argila	fluvial meandrante, predominantemente pelítico a sul, psamítico a norte e leste (parcialmente com transição à anastomosado nestas regiões). fácies: a) barras de pontal e transversais (arenitos com estratificações cruzadas, passando a maciços com plano-paralelas) b) planícies de inundação em baixios, várzeas e lagoas (siltitos e lamitos) c) diques marginais e espriamentos (arenitos ricos em microestratificações cruzadas)
	Litofácies Taciba	arenitos finos, lamitos e siltitos. Raros "leitos calcíferos"	estratificações cruzadas acanaladas e tangenciais na base, plano-paralelas, microestratificações, marcas onduladas; maciça, brechas intraformacionais, restos fósseis, bancos lamíticos	
	Litofácies Ubirajara	arenitos finos a médios; raramente: lamitos e arenitos lamíticos	estratificações plano-paralelas; raramente cruzadas de baixo ângulo; às vezes, arenitos conglomeráticos; raros corpos de lamitos	
Almeida <i>et al.</i> (1980)	K _{av} K _{arv}	arenitos finos e muito finos, argilitos (lentes), siltitos, (1) e (2)	estratificações cruzadas de pequeno porte, estrutura de corte-e-preenchimento, marcas onduladas e estruturas convolutas, pelotas de argila	fluvial (concordam com Soares <i>et al.</i> , 1980)
	K _{aiii}	arenitos muito finos,, siltitos e argilitos siltosos, (2)	bancos maciços, estratificações plano-paralelas e cruzadas de pequeno a médio porte, pelotas de argila	
	K _{aii} K _{ai}	arenitos finos a muito finos, siltitos arenosos arenitos finos argilosos, (1)	bancos maciços, estratificações plano-paralelas e cruzadas de pequeno porte	
Suguio (1981)	Fm* S. José do Rio Preto	arenito fino a médio, siltico-argiloso, (2)	maciça e com estratificações cruzadas, laminada e convoluta	fluvial meandrante e lacustre
	Fm* Araçatuba	arenito fino a argilito, raros (2)	maciça e raramente estratificadas	predominantemente lacustre

Convenções: * neste trabalho, o autor utilizou outra subdivisão estratigráfica para o Grupo Bauru. As duas formações correspondem à atual Fm. Adamantina;
(1): cimentação carbonática; (2): nódulos carbonáticos.

Quadro 16: Estruturas e ambientes sedimentares das principais propostas regionais para a Formação Adamantina.

-bancos de arenitos com estratificações cruzadas, interpretados como depósitos de canais (barras linguóides e transversais); e

-bancos de arenitos maciços, às vezes discretamente estratificados (depósitos de espraio lateral), intercalados com lentes silto-areno-argilosas, eventualmente com estratificação plano-paralela, considerados como depósitos de planícies de transbordamento ou topos de barras.

A unidade é caracterizada por disposição em estratos tabulares a lenticulares subhorizontais intercalados, presença de estruturas hidrodinâmicas, e ocorrências de cimentação e concreções carbonáticas. Tais feições permitem supor que a sedimentação da Formação Adamantina se deu em sistema fluvial entrelaçado (*braided*), desenvolvido em clima semi-árido, entre depósitos de lençóis de areia e extradunas (Formação Santo Anastácio), e leques aluviais (Formação Marília).

Em climas desérticos, o fluxo de detritos por transporte fluvial se dá essencialmente em canais entrelaçados (sistema fluvial entrelaçado ou *braided*), caracterizados por alta razão largura/profundidade do canal, com transporte do tipo carga de fundo.

As associações faciológicas encontradas para a Formação Adamantina, na área estudada correspondem a porções distais de sistema fluvial entrelaçado, similares aos modelos 11 e 12 apresentados por Miall (1985). Neste contexto, o escoamento superficial efêmero forma sistemas de canais rasos entrelaçados, pobremente definidos, com predomínio de depósitos em lençol, com geometria típica em estratos tabulares. De modo geral, constituiriam extensas planícies aluviais, com lagos rasos efêmeros entremeados com depósitos de inundação (inunditos), semelhantes ao quadro apresentado na Foto 54.

Eventualmente, depósitos associados a pequenas construções eólicas, sobre barras expostas ou planícies de transbordamento, podem estar presentes como produto de retrabalhamento de areias, em períodos mais secos.

À medida em que se desloca para o interior do deserto, rumo ao campo de dunas, encontram-se as fácies distais do sistema fluvial (arenitos maciços basais da Formação Adamantina), em transição com os depósitos de lençóis de areia da Formação Santo Anastácio.

6. CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E MINERALÓGICA DAS UNIDADES

6.1. Análise petrográfica de seções delgadas

6.1.1. Considerações gerais

A análise pormenorizada de 45 seções delgadas de amostras procedentes das unidades Rio Paraná, Goio Erê, Santo Anastácio e Adamantina revelou algumas tendências gerais de similaridade, bem como de variações atribuídas ao caráter transicional, anteriormente verificado nos trabalhos de campo (distribuição faciológica regional).

De modo geral, constituem-se de quartzo-arenitos, parcialmente subarcoseanos, de considerável grau de maturidade mineralógica, discretamente decrescente na ordem: unidade Rio Paraná/Santo Anastácio/Goio Erê/Adamantina. A maturidade textural, entretanto, é a característica que mais diferencia as unidades, notadamente pela seleção do arcabouço e porcentagem de matriz/cimento. Os arenitos Caiuá provenientes das partes centrais da área, ou seja, mais distais considerando-se o sentido do transporte sedimentar, são em sua maioria supermaturos. Os arenitos Santo Anastácio são em geral submaturos, ao passo que os Adamantina variam entre submaturos a imaturos.

O arredondamento e a esfericidade, apesar de apresentarem certa vinculação com as unidades (maior grau para a Rio Paraná, menor para a Adamantina), parecem estar mais ligados às dimensões dos grãos, posto que os maiores sofrem mais intensamente os efeitos da abrasão durante o transporte. Algumas vezes observou-se também indicações de retrabalhamento de rochas sedimentares mais antigas, como grãos subarredondados com crescimento secundário de sílica, de núcleo formado por outro grão arredondado.

A porosidade móldica, por alteração de grãos quimicamente menos estáveis (feldspatos, rochas básicas), é de cerca de 5 a 10%. Os poros têm dimensões semelhantes a de grãos adjacentes (Fotomicrografias 2 e 3 da Figura 19) e ocorrem ao lado de resquícios de grãos de feldspato ou de rochas básicas, testemunhos do processo de alteração pós-sedimentar (Fotomicrografia 56). A porosidade original certamente foi um pouco menor.

Nos contatos suturados observaram-se restos da película ferruginosa como auréola nos grãos, indicando sua origem durante a deposição ou nos estágios iniciais da diagênese. A silicificação parece remover parte deste revestimento, tornando mais claras as cores das rochas (tons rosados), sem no entanto eliminar totalmente os vestígios da sua presença (fotomicrografias 57 e 59).

Em seção delgada da amostra LO 60A, verificou-se núcleos de grãos de quartzo sem a auréola ferruginosa (típica), com crescimento secundário. Ao menos duas hipóteses genéticas podem ser aventadas:

- 1) o revestimento de óxidos de ferro foi removido pelos fluidos silicosos, ou
- 2) a deposição daqueles óxidos não ocorreu generalizadamente durante a sedimentação ou nos estágios iniciais da diagênese (pré-silicificação).

Em outros casos, a deposição de sílica se deu pelo menos em duas fases: a primeira, formando cristais prismáticos perpendiculares às superfícies livres nos espaços intergranulares (franja), posteriormente preenchidos por sílica em cristais maiores, com textura em mosaico (amostra SA 94A).

As relações entre cimentação carbonática e ferruginosa verificadas em seção da amostra LO 93A indicam alternância de processos durante a deposição, diagênese ou mesmo após a

exposição. Neste caso, por exemplo, identificaram-se quatro etapas de cimentação:

- 1) revestimento de grãos por óxidos de ferro,
- 2) deposição de CaCO_3 em franja ao redor de grãos,
- 3) nova deposição de óxidos de ferro (revestimento), e
- 4) preenchimento total dos poros por carbonato, com cristais maiores em mosaico.

Raros fragmentos em forma de leques (fibrorradiados), de dimensões semelhantes a dos grãos foram observados, como na amostra PE 17C, da Formação Santo Anastácio. Parece tratar-se de clastos fosfáticos com estruturas de origem orgânica, hipótese não confirmada.

6.1.2. Arenitos Caiuá

Foram analisadas 29 seções delgadas de amostras de arenitos Caiuá, a maior parte proveniente de afloramentos do Paraná e de testemunhos de sondagens do Pontal do Paranapanema (Quadro 18).

Amostra	Procedência	Unidade	Classificação Dott (1964)	Observações
MB 15C	superfície/PR	Goio Erê	qtzo.-aren. subarcoseano	interduna, carbonático
PV 43A1	superfície/PR	Goio Erê	quartzo-arenito	interduna, carbonático
PV 43A2	superfície/PR	Goio Erê	quartzo-arenito	interduna, carbonático
PV 44	superfície/PR	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
LO 53C	superfície/PR	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
PB 59	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset)
LO 60A	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset), silicificado
LO 61C	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset)
GC 62A	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset), silicificado
GC 62F	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset), silicificado
GC 62G	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito	c/ faixa de lamito, silicific.
UM 76	superfície/PR	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
TP 89	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito; wake	interduna
IC 92	superfície/PR	Rio Paraná	quartzo-arenito; wake	interduna
LO 93A	superfície/PR	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
LO 94A	superfície/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset), silicificado
CS 121	superfície/PR	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
SP 2D	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	basal
SP 6E	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset)
SP 6 K	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset)
SP 6R	sondagem/SP	Rio Paraná	lamito	brecha, basal, carbon.
SP 10B	sondagem/SP	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)
SP 20C	sondagem/SP	Rio Paraná	lamito	basal
SP 25B	sondagem/SP	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	brecha, basal, carbon.
SP 25C1	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	maciço, basal, carbon.
SP 25 C2	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	maciço, basal, carbon.
SP 27B	sondagem/SP	Rio Paraná	lamito	maciço, basal
SB 12A	sondagem/SP	Rio Paraná	quartzo-arenito	duna (foreset)
SB 15J	sondagem/SP	Rio Paraná	qtzo.-aren. subarcoseano	duna (foreset)

Quadro 18: Seções delgadas de amostras da unidade Caiuá

Constituem-se essencialmente de quartzo-arenitos, secundariamente subarcoseanos, finos a médios, de considerável maturidade textural e mineralógica. Fogem um pouco a este padrão as amostras provenientes da unidade Goio Erê e de porções basais da unidade Rio Paraná (das sondagens), por apresentarem menor maturidade textural relativa (menor seleção do arcabouço e maior quantidade de matriz). Cimentação carbonática poiquilotópica é comum entre as amostras deste grupo.

Os arenitos têm granulação fina a média, com participação subordinada de frações areia muito fina e grossa. Lâminas com boa seleção de grãos ocorrem, amiúde, em amostras de arenitos com estratificação cruzada (litofácies Df e df).

O arcabouço (80 a 90% da rocha) é formado essencialmente por quartzo monocristalino. Em menor quantidade, ocorrem feldspatos (até 10%), calcedônia, fragmentos de rochas básicas, quartzo policristalino, raramente granada e mica. O arcabouço mostra-se, geralmente, bem a muito bem selecionado, pobremente a muito pobremente nos arenitos maciços e lamitos basais (unidade Rio Paraná) e de borda (unidade Goio Erê). Os grãos de areia média e fina apresentam-se arredondados a bem arredondados, enquanto que os de areia muito fina são angulosos a subangulosos, com discreta redução do grau de arredondamento para as amostras oriundas de partes menos centrais da área de ocorrência (unidade Goio Erê). Predominam largamente os grãos de alta esfericidade.

Em geral, os arenitos não contém matriz (preservada?), que pode ocorrer em alguns casos, nunca em quantidades maiores que 5%. Os termos lamíticos basais da unidade Rio Paraná, como os representados pelas amostras SP 6R e SP 20C, podem constituir-se praticamente por lama, com grãos de areia imersos.

Quatro tipos de cimento foram identificados:

- 1) revestimento de grãos por película ferruginosa, principalmente até a eodiagênese;
- 2) cimentação e nódulos carbonáticos, freqüentemente poiquilotópica (da eodiagênese, secundariamente reprecipitados);
- 3) revestimento de poros por argila autigênica (proveniente da alteração de minerais menos estáveis e possivelmente de alguma matriz detrítica) e
- 4) silicificação hidrotermal possivelmente eodiagenética (Fotomicrografia 57), de ocorrência localizada (ver capítulo 7).

Os contatos intergranulares são em geral planares, côncavo/convexos e pontuais, com menor freqüência suturados. A cimentação carbonática, quando presente, certamente dificultou a compactação mecânica e química dos sedimentos. Em sondagens de Porto Primavera, verificaram-se casos de amostras de menor profundidade com maior incidência de contatos suturados (maior compactação), do que outras mais basais (justamente onde a cimentação carbonática é comum), de arcabouço menos compactado.

Em algumas amostras pôde-se observar laminação, com alternância de faixas de grãos de mesmo tamanho com boa seleção (Fotomicrografia 55), segregados por variações da capacidade de transporte eólico. Filetes de grãos de menor diâmetro (laminação *pin stripe*) foram às vezes identificados. A estas feições podem associar-se discretas concentrações de argila e óxidos de ferro, possivelmente retidos pela menor porosidade local.

6.1.3. Formação Santo Anastácio

Foram analisadas seis seções delgadas de amostras, cinco de afloramentos da área de

estudos, uma de testemunho de sondagem do canal de Pereira Barreto (Quadro 19).

Os resultados mostraram-se bastante semelhantes, quanto a características texturais e mineralógicas, diferindo apenas na variedade de minerais ou fragmentos líticos instáveis, que é maior na amostra proveniente de Pereira Barreto.

Amostra	Procedência	Classificação (Dott 1964)	Observações
CS 118D	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	maciço, c / crosta carbonática
CS 120D	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	maciço
CL 122	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	maciço
PE 17C	superfície / SP	quartzo-arenito subarcoseano	estratific. cruzada peq. porte
RA 24C	superfície / SP	quartzo-arenito subarcoseano	maciço
PB 1/2	sondagem / SP	quartzo-arenito subarcoseano	maciço, ciment. e nód. carbon.

Quadro 19: Seções delgadas de amostras da Formação Santo Anastácio

Trata-se de arenitos quartzosos subarcoseanos, às vezes também sublíticos, mineralogicamente maduros (submaturos em um caso) e texturalmente submaturos (ausência de matriz). São maciços, com granulação de areia fina a muito fina predominantes, com menor participação de areia média, e mais restritamente areia grossa.

O arcabouço ocupa 80 a 90% da rocha, observado-se até 5% de porosidade móldica (secundária), originada da alteração de minerais (principalmente feldspatos) e fragmentos líticos quimicamente instáveis, reconhecida por grãos em diversos estágios de alteração (até vestígios deixados unicamente pela película envolvente de óxido de ferro).

O arcabouço constitui-se essencialmente por grãos de quartzo monocristalino. Em quantidades menores que 10% encontram-se feldspatos (com predominância microclínio). Em quantidades menores ocorrem quartzo policristalino, fragmentos de rochas básicas, de limonita e calcedônia.

O arredondamento e esfericidade são melhores para grãos maiores (areia média a grossa). Como as frações fina e muito fina predominam, a rocha apresenta tendência a baixa esfericidade e arredondamento, com grãos subangulosos e subarredondados. Predominam contatos intergranulares planares e pontuais (baixa compactação mecânica). Alguns casos de contatos suturados são observados na amostra PB 01/12.

Verificou-se dois tipos de cimento: revestimento de poros e cimentação carbonática poiquilotópica. No primeiro caso, análises com microscópio eletrônico de varredura indicaram tratar-se de caulinitas autigênicas, provavelmente produto de alteração de feldspatos e rochas básicas, por intemperismo superficial (Figura 19/5 e Fotomicrografia 56).

O cimento carbonático está frequentemente associado a porções de arcabouço aberto, com grãos "imersos" em calcita esparítica (textura poiquilotópica), indicando precipitação na diagênese precoce, provavelmente em solos calcificados (calcretes).

As duas seções delgadas onde foram observadas estas texturas, provêm de faixas ricas em nódulos e concreções carbonáticas. A amostra CS 118D foi retirada de afloramento de Arenito Santo Anastácio, com faixas subhorizontais de espessura centimétrica com vênulas e concreções. Cerca de 0,5 metro abaixo do local de coleta da amostra PB 1/12, ocorre banco de calcrete tipo favo de mel de cerca de um metro de espessura.

6.1.4. Formação Adamantina

A maior parte das 10 seções delgadas de amostras da Formação Adamantina analisadas (Quadro 20) é proveniente de seus afloramentos no Paraná. Pertencem a duas litofácies: bancos de arenitos com estratificação cruzada acanalada de médio porte e bancos arenosos, e lamitos siltsos maciços ou com laminação subhorizontal pobremente definida.

São quartzo-arenitos, médios a finos ou muito finos, e wakes; subordinadamente arcoseanos. Mostram-se mineralogicamente supermaturos a maturos, e texturalmente submaturos a imaturos (Fotomicrografia 62). Os arenitos tendem a apresentar maior grau de maturidade, talvez devido à maior seletividade do processo de transporte (fácies de barra de canal), ou à possível origem mista (retrabalhamento eólico).

Amostra	Procedência	Classificação (Dott 1964)	Observações
AS 3E	superfície / PR	quartzo-arenito	estrat. plano-paralela subhorizontal
CS 10C	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	estratíf. cruzada de baixa inclinação
CS 119A	superfície / PR	wake subarcoseano	arenoso
CL 135A	superfície / PR	quartzo-arenito	estratificação cruzada acanalada
CL 135G	superfície / PR	quartzo-arenito	maciço
CL 136	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	transição p/ Fm. Sto. Anastácio
CL 137A	superfície / PR	quartzo-arenito subarcoseano	estratificação cruzada acanalada
RA 24G	superfície / SP	quartzo-arenito	estrat. plano-paralela subhorizontal
PB 1/15	sondagem / SP	quartzo-arenito subarcoseano	lamítico, lamin. por migr. de ondas
PB 1/16	sondagem / SP	lamito	com brecha intraform., carbonático

Quadro 20: Seções delgadas de amostras da Fm. Adamantina

Nos arenitos, o arcabouço constitui 70 a 80% da rocha, podendo chegar a 90% (amostra RA 24G). É formado, essencialmente, por quartzo monocristalino (até 90%) e secundariamente por feldspatos (microclínio e plagioclásio), fragmentos líticos de rochas básicas, calcedônia, quartzo policristalino e mica. O arcabouço é pobremente a muito pobremente selecionado, poucas vezes moderadamente. Os grãos maiores são subarredondados a subangulosos (fração areia média) e angulosos a subangulosos (fração areia fina a muito fina). A maioria dos grãos tem alta esfericidade. Podem apresentar, às vezes, quantidades equivalentes (amostra RA 24G) ou até maiores (amostra AS 3E) de grãos com baixa esfericidade.

A matriz é em geral ausente, a não ser nas amostras provenientes de litofácies lamíticas, quando chegam a apresentar até 20% de argila, preenchendo poros intergranulares (amostra AS 3E) ou na forma de lâminas (amostra CS 119A).

Como cimento observaram-se quantidades de até 5% de argila autigênica revestindo poros e película de óxidos de ferro, que encobre os grãos. Na amostra PB 1/16, um lamito brechado com vênulas de carbonato (calcrete), verificou-se cimentação poiquilotópica. Não foram analisadas amostras de arenitos silicificados desta unidade, embora tenham sido descritos no morro da fazenda Santa Ida (ponto RP 27).

Os grãos têm contatos em geral planares, côncavo/convexos e pontuais, secundariamente suturados.

Uma peculiaridade verificada nas amostras da Formação Adamantina digna de registro é a presença de grãos de quartzo com núcleos arredondados e porções neoformadas subarredondadas, parcialmente removidas. Parecem representar retrabalhamento de outras rochas sedimentares (formações Botucatu e Pirambóia), mais abundantes nesta unidade provavelmente devido à sua maior proximidade da área-fonte (borda do sítio deposicional).

6.1.5. Evolução diagenética

Verifica-se que, de modo geral, as transformações diagenéticas a que se submeteram as rochas de todas as unidades estudadas foram pouco intensas, tendo-se atingido estágios iniciais da mesodiagênese. Os vestígios de compactação química revelaram-se menos comuns, possivelmente por ter sido refreada pela cimentação carbonática. O desenvolvimento de porosidade secundária mostra-se freqüente.

As figuras 20 e 21 apresentam os principais processos e feições observados.

6.1.5.1 Processos relacionados ao estágio de eodiagênese

Processos eogenéticos aditivos: formação de película de óxido de ferro na superfície dos grãos e desenvolvimento de calcretes na forma de solos calcificados (cimentação), nódulos e crostas de carbonato de cálcio, antes do soterramento. Nesta ocasião, os depósitos estiveram sujeitos a oscilações do nível freático (águas alcalinas) e intensa evapotranspiração, com precipitação de sais (Fotomicrografia 1 da Figura 21). A formação de calcretes é mais efetiva nos depósitos de borda. Os depósitos do interior de campos de dunas raramente exibem feições associadas à deposição em ambiente aquoso ou úmido, provavelmente devido às condições de maior aridez;

Compactação mecânica: Verificou-se, entre os grãos, predomínio de contatos dos tipos pontual e planar, e baixo teor ou ausência de matriz. A cimentação carbonática "protegeu" o arcabouço do empacotamento, sendo comum a textura de grãos "flutuantes" em cimento carbonático poiquilotópico. Em alguns casos, amostras provenientes de porções estratigraficamente inferiores apresentaram arcabouço mais "frouxo" que outras de posições superiores. Este aparente paradoxo explica-se pela maior ocorrência da cimentação precoce nas partes

Fernandes (1992)

Figura 20: Principais fases e processos diagenéticos identificados (Baseado em De Ros & Moraes 1984).

Informações complementares a Figura 21

1.PROCESSOS EOGENÉTICOS ADITIVOS: formação de calcretes (cimentação carbonática poiquilotópica). Quartzo-arenito; seção delgada da amostra D, poço de investigação SP 25, polarizadores cruzados, aumento original de 38 vezes. Base da unidade Rio Paraná.

2.COMPACTAÇÃO MECÂNICA: Empacotamento de grãos sem fusão intergranular. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra D, sondagem SP 2, polarizadores paralelos, aumento original de 38 vezes. Eclusa de Porto Primavera, unidade Rio Paraná.

3.COMPACTAÇÃO QUÍMICA: Recristalização por fusão nos contatos intergranulares (suturados). Notar que a porosidade secundária tem dimensões semelhantes a dos grãos, criando aparente paradoxo: arcabouço aberto ao lado de feições de pressão e recristalização. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra E, sondagem SP 06, polarizadores paralelos, aumento original de 38 vezes. Eclusa de Porto Primavera, unidade Rio Paraná.

4.CIMENTAÇÃO MESOGENÉTICA: cimentação calcítica poiquilotópica exibindo grão de feldspato substituído por CaCO_3 . Quartzo-arenito subarcoseano; seção delgada da amostra D, poço de investigação SP 25, polarizadores cruzados, aumento original de 38 vezes. Base da unidade Rio Paraná.

5.GERAÇÃO DE POROSIDADE SECUNDÁRIA: Grão de feldspato em avançado estado de alteração ("esqueletos"). Quartzo-arenito subarcoseano; seção delgada da amostra A, ponto PV 44, polarizadores paralelos, aumento original de 150 vezes. Unidade Rio Paraná. O fundo azulado é de resina com corante, indica porosidade natural da rocha. Na foto 3 desta figura pode-se notar aparente incoerência, com contatos suturados ao lado de espaços intergranulares da dimensão dos grãos. Trata-se de poros criados pela alteração de minerais menos estáveis.

6.AUTIGÊNESE: Revestimento de poros por argila. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra C, ponto LO 61, polarizadores cruzados, aumento original de 380 vezes. Unidade Rio Paraná.

6A.Poros de grãos detríticos de quartzo revestidos por esmectita autigênica. Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da amostra C, ponto CL 04, aumento original de 6000 vezes. Unidade Rio Paraná.

6B.Caulinita vermiforme autigênica. Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da amostra A, ponto CL 137, aumento original de 5000 vezes. Formação Adamantina.

am. SP25D/pol. cruzados
1 mm

1. PROCESSOS EOGENÉTICOS ADITIVOS

am. SP2D/pol. paralelos
1 mm

2. COMPACTAÇÃO MECÂNICA

am. SP6E/pol. paralelos
0,1 mm

3. COMPACTAÇÃO QUÍMICA

am. SP25D/pol. cruzados
1 mm

4. CIMENTAÇÃO MESOGENÉTICA

am. PV44/pol. paralelos
0,1 mm

5. GERAÇÃO DE POROSIDADE SECUNDÁRIA

pol. cruzados
0,1 mm

6. AUTIGÊNESE DE ARGILOMINERAIS

am. CL4C
50 µm

6A. AUTIGÊNESE: ESMECTITA (Revestindo grãos detríticos)

am. CL137A
5 µm

6B. AUTIGÊNESE: CAULINITA VERMIFORME

FIGURA 21 - Modificações diagenéticas identificadas em arenitos através de seções delgadas e através de microscopia eletrônica de varredura.

basais dos arenitos, que impediu maior empacotamento ou mesmo a compactação química.

6.1.5.2 - Processos relacionados à mesodiagênese

Contatos côncavo/convexos e suturados ocorrem com menor frequência, indicando que os sedimentos foram submetidos a condições iniciais de mesodiagênese, com incipiente compactação química. Conforme citado anteriormente, a cimentação carbonática interferiu no processo, atenuando pressões intergranulares durante o soterramento.

Aparentemente, não houve condições para recristalização e crescimento secundário de quartzo ou feldspato. Os casos encontrados em quartzo, mostram-se como claramente herdados (porção supercrescida com arestas arredondadas), de sedimentos retrabalhados, provavelmente das formações Botucatu e Pirambóia.

O desenvolvimento de porosidade secundária revela-se comum, principalmente por alteração de feldspatos mais instáveis. Como os arenitos costumam apresentar caráter subarco-seano, podem ocorrer aumentos de até 5 a 10% na porosidade. Suspeita-se que parte da alteração possa se dar também por processos atuais de intemperismo.

6.1.5.3 - Processos relacionados ao intemperismo superficial

As principais alterações causadas por exposição dos arenitos a condições superficiais de intemperismo, foram autigênese de caulinita e, secundariamente, remoção parcial da cimentação carbonática. Os argilominerais neo-formados originam-se de produtos de alteração de feldspatos, ou outros argilominerais da escassa matriz. Nesta, em geral, ocorrem como revestimento ou preenchimento de poros (Fotomicrografia 61). Nas amostras de superfície, as caulinitas são mais frequentes (vide item argilominerais).

A silicificação atinge as unidades de forma indiscriminada, e tem ocorrência localizada. Cimenta grãos por deposição de sílica nos poros intergranulares (fotomicrografias 57 a 60), independente do estágio diagenético. Admite-se sua gênese como hidrotermal, por percolação de fluidos ricos em sílica, provavelmente associados ao magmatismo neocretáceo-terciário (vide capítulo 7).

O estágio médio diagenético atingido, início de mesodiagênese, indica baixos incrementos de temperatura e pressão (soterramento pouco profundo) sob pacote sedimentar pouco espesso.

Os resultados são coerentes com o caráter de bacia ampla e rasa (espessura máxima citada de 320m), que representa o último episódio sedimentar de extensão continental, desenvolvido sobre a parte setentrional da Bacia do Paraná.

6.2. Granulometria dos sedimentos

As associações faciológicas, definidas por atributos mesoscópicos em afloramentos e testemunhos de sondagens, foram melhor caracterizadas com análises granulométricas (Anexo 5). Pode-se verificar notável correlação entre litofácies ou associações faciológicas, e o comportamento de parâmetros granulométricos obtidos. As litofácies foram qualificadas com base em classificação textural (Shepard 1954), quantidade de matriz, número de classes texturais (cf. discutido no item 2.3.1) e parâmetros de Folk & Ward (1957). Para análises dos resultados, adotou-se a distribuição areia, por considerar-se que esta fração reflete melhor as características dos sedimentos originalmente depositados. Parte da argila encontrada atualmente nas amostras, pode ser autigênica (cf. se discutirá no item 6.4), ou produto de infiltração. Para amostras lamíticas utilizaram-se parâmetros da distribuição total.

6.2.1. Características gerais

Cerca de 70% das amostras foram classificadas como **arenitos**. De modo subordinado, registraram-se **arenitos sílticos ou argilosos** e alguns **argilitos** (Figura 22).

A matriz (silte + argila) está presente em todas as litofácies, porém, em maiores quantidades, apenas na associação **fe** (fluvial entrelaçado) e numa amostra da litofácies **la** (lençóis de areia). As amostras de maior maturidade textural apresentam, em geral, matriz formada por proporções equivalentes de silte e argila. Nas de menor maturidade, a porcentagem de silte aumenta para três ou quatro vezes a quantidade de argila.

Os resultados encontrados foram assumidos como representativos das unidades, posto que a amostragem teve ampla distribuição geográfica, bem como estratigráfica. A grande maioria das amostras, independentemente da proveniência, apresenta, para a distribuição areia, diâmetro médio predominante de areia fina. O que diferencia as litofácies, entre si, é a seleção do arcabouço, e a quantidade e composição granulométrica da matriz (maturidade textural). De modo geral, a maturidade textural diminui na seguinte ordem: **litofácies Df, Di, la, df, di, fe**.

6.2.2. Maturidade textural

A litofácies **Df** (*foresets* de dunas, da unidade Rio Paraná) é a que apresenta maior maturidade textural, sendo constituída quase totalmente por arenitos, com boa seleção do arcabouço, pouca matriz, e predominância de casos com poucas classes texturais (Figura 22); com diâmetro médio de areia fina.

As amostras das litofácies **df, di, la** e **fe** apresentam, com certa frequência, arcabouço de caráter bimodal. A composição granulométrica da matriz/cimento (silte + argila) é o parâmetro que as distingue melhor. Na litofácies **Di** a matriz/cimento é predominantemente unimodal, argilosa; na **df** é bimodal, com silte grosso e argila dominantes; na **la**, em geral a moda é pouco destacada para a argila; e na **fe** as modas de argila e silte grosso são pouco proeminentes.

6.2.3. Unidade Rio Paraná (litofácies Df e Di)

Quanto aos parâmetros de Folk & Ward (1957), para a distribuição areia, a litofácies **Df** apresentou caráter unimodal bem definido, com diâmetro médio predominante de areia fina, areia média em quantidade subordinada; seleção de moderada a muito boa. As curvas têm assimetria variada, com tendência para meso a leptocúrticas (aproximando-se da distribuição normal). Nesta litofácies as maiores porcentagens de areia grossa ocorrem em amostras provenientes da região de Colorado (CL 123A, CL 125) e do Morro dos Três Irmãos/Terra Rica (GC 62E; GC 106B e TR 109B). No Morro do Diabo (amostras SA 94F, G) e em dois locais próximos de Loanda (pontos NL 111 e DN 115), foram descritos arenitos com fração grossa subordinada. Nestas áreas - Pontal do Paranapanema e região de Loanda - ocorrem também as amostras com maior quantidade relativa de areia média, várias delas com valores entre 60% e 80% (SP 2A,C,D,E; SP 6A; SP 10A,B; LO 113A,B; CL 123A). É interessante notar que esta região situa-se a pouca distância da borda nordeste da área de ocorrência dos arenitos Caiuá, em posição mais próxima da área fonte dos sedimentos. O sentido dominante de paleocorrentes eólicas foi de NE para SW, conforme se discutirá no item 9.2.1.

A similaridade entre características das amostras da litofácies **Di** (interdunas secas) e da litofácies **Df**, da unidade Rio Paraná, reflete suas origens, uma vez que associam-se intimamente, formando depósitos de campos de dunas. Neste grupo, podem ocorrer casos de

Figura 22: Resultados de análises granulométricas (Segundo classificação de Shepard 1954).

quantidades anômalas de argila (25%) como o da amostra SR 10C, atribuídas a depósitos de interdunas úmidas ou aquosas.

6.2.4.Unidade Goio Erê (litofácies df e di)

As amostras da associação faciológica df + di (*foresets* de dunas menores e interdunas úmidas, da unidade Goio Erê), dentre as provenientes de ambiente eólico, são as mais imaturas. Constituem-se de arenitos e arenitos silticos em proporções semelhantes (Figura 22). A fração silte aumenta consideravelmente, em relação às da unidade Rio Paraná, indicando maior quantidade original de matriz, portanto maior imaturidade (menor seleção), com aumento relativo do número de classes texturais (Figura 23).

6.2.5.Formação Santo Anastácio (litofácies la)

A litofácies la (lençóis de areia) é formada predominantemente por arenitos (Figura 22). Neste grupo, verificou-se apenas um caso de argilito siltico, proveniente de lente lamítica encontrada no Ponto PE 17, litologia anômala para o padrão regional da unidade. Por esta razão, não foi considerada na análise geral dos parâmetros granulométricos. Amostras desta litofácies apresentam quantidades de matriz semelhantes às das litofácies Di e Df (unidade Rio Paraná), com seleção análoga à da litofácies Di (tendência para maior número de classes texturais (Figura 23). Segundo parâmetros de Folk & Ward (1957), o diâmetro médio é o de areia fina, moderadamente selecionada, embora não se verifiquem casos muito bem a bem selecionados, como ocorre na litofácies Df. Merece destaque, a presença da fração areia grossa (1,2 a 4%), em vários casos. As curvas têm assimetria negativa, de perfil mesocúrtico.

Dos depósitos de deflação da Litofácies Mairá (Formação Santo Anastácio), foram analisadas três amostras. Constituem arenitos e arenitos argilosos, com pequena quantidade de grânulos, 17 a 26% de matriz (com cerca de 15% de argila). Em relação aos parâmetros de Folk & Ward (1957), para a distribuição areia, apresentaram diâmetro médio de areia média, moderada a bem selecionada, com predomínio de curvas leptocúrticas de assimetria positiva.

6.2.6.Formação Adamantina (associação fe)

As amostras da associação faciológica fe, dentre as analisadas, é a que apresenta maior variação granulométrica, portanto, menor maturidade textural. Este fato foi atribuído a maiores variações de energia, características de sistema fluvial, neste caso, entrelaçado, como admitido para esta associação faciológica. Dentre as 20 amostras analisadas, destacam-se arenitos e arenitos silticos, com presença subordinada de arenitos argilosos e argilito siltico-arenoso. Comparada com outras litofácies, esta é a que apresenta maior quantidade de matriz (essencialmente siltica), com concentração de resultados com quatro a cinco classes texturais (Figura 23).

Para a distribuição areia, a associação fe revelou diâmetro médio predominante de areia fina, com seleção moderada, algumas vezes bem selecionada; com curvas meso a platicúrticas, de perfil predominante simétrico.

6.3.Minerais leves e pesados

6.3.1.Minerais leves

A discussão dos resultados de análises de minerais leves não levou em conta a distinção por litofácies, pois não se verificaram diferenças significativas, entre elas, quanto a arredondamento e esfericidade.

A esfericidade e o arredondamento apresentam discreta diferenciação, pelo predomínio

Figura 23: Frequência de classes texturais da fração areia.

de indivíduos texturalmente mais maduros, com maior participação de grãos arredondados a bem arredondados, de alto grau de esfericidade, entre os arenitos Caiuá, que nas outras unidades (os da Formação Santo Anastácio têm comportamento intermediário).

Durante o transporte, a abrasão de partículas de maior diâmetro é mais efetiva. Como as amostras da Formação Adamantina freqüentemente constituem-se por maior porcentagem de finos, costumam apresentar menores índices globais de arredondamento e esfericidade.

A grande maioria dos grãos apresenta textura superficial fosca, sendo constituída por quartzo (80 a 90%), do tipo simples (monocristalino), com extinção fracamente ondulante a simultânea (boa maturidade mineralógica). Os restantes são formados por microclínio, plagioclásio, quartzo policristalino e calcedônia.

6.3.2. Minerais pesados

Para estudos de maturidade textural e de proveniência dos sedimentos, foram analisadas 92 amostras de minerais pesados transparentes não-micáceos (Anexo 6), agrupadas por litofácies ou associações faciológicas (unidades litoestratigráficas).

A assembléia de minerais pesados transparentes é constituída essencialmente por **turmalina, zircão e estaurolita**, o que caracteriza boa maturidade mineralógica. Em quantidades menos expressivas, foram identificados: rutilo, cianita, granada e monazita. Os grãos apresentam, em geral, bom arredondamento e esfericidade, denotando alta maturidade textural. De modo localizado, geralmente como traços, ocorrem: hornblenda, clinopiroxênio, sillimanita, epidoto, espinélio e apatita. Tais características devem-se, provavelmente, à derivação principal por retrabalhamento de rochas sedimentares mais antigas, das formações Botucatu e Pirambóia. A presença de zircões e estaurolitas euhedrais ou de bordas arredondadas indicam, por outro lado, contribuição detrítica primária de rochas do embasamento metamórfico.

6.3.2.1. Minerais pesados opacos, translúcidos "esbranquiçados" e "avermelhados"

A relação minerais opacos/transparentes, decresce da borda para o centro da área, isto é, da Formação Adamantina para a Formação Rio Paraná. Os minerais translúcidos "esbranquiçados", essencialmente leucoxênio, ocorrem em maiores quantidades relativas, nas amostras da Formação Rio Paraná. Provavelmente, a permeabilidade dos arenitos, maior nesta unidade, é responsável pela maior intensidade de leucoxenização, principalmente, de ilmenitas. Quando presente, a cimentação carbonática reduz a porosidade da rocha, inibindo tal processo. Isto pode ser constatado na menor freqüência relativa de translúcidos "esbranquiçados" nas unidades cimentadas, como por exemplo a Goio Erê.

Notou-se ainda, que a freqüência média de ilmenita + leucoxênio em relação aos transparentes, decresce no sentido Adamantina, Santo Anastácio, Goio Erê, Rio Paraná, ou seja, para o centro da bacia. Este comportamento, verificado para os minerais translúcidos "esbranquiçados", justifica-se pela origem do leucoxênio, essencialmente por alteração de ilmenitas.

Os minerais translúcidos "avermelhados", prováveis hematitas ferruginosas, não mostraram variações significativas, quanto à freqüência por unidade. Resultam, provavelmente de processos de alteração intempérica.

6.3.2.2. Minerais pesados transparentes

Os valores médios do índice ZTR decrescem das unidades proximais para as distais, em termos de bacia: Adamantina, Santo Anastácio, Goio Erê e Rio Paraná. Esta situação, aparentemente paradoxal, sugere que a freqüência de minerais mais estáveis, classicamente associada à maturidade mineralógica, pode ser afetada por outros fatores, além da distância

da área-fonte, tal como a densidade dos minerais.

Verificou-se um empobrecimento gradativo de minerais mais densos, como zircão e rutilo (principalmente), nas unidades mais próximas da borda (Adamantina), para o centro da área (Rio Paraná). Por outro lado, os minerais de menor densidade mais freqüentes, como turmalina, granada, estaurolita e epídoto, comportam-se de modo inverso. Seus valores médios de ocorrência crescem da margem para o centro da área, da Formação Adamantina para a Formação Rio Paraná.

Este comportamento está ligado ao ambiente deposicional das unidades, de clima árido a semi-árido (vide item 9.2.2). Há que se ressaltar a eficácia dos processos eólicos na seleção (densimétrica) durante o transporte dos sedimentos. Merece ainda consideração, o tipo de intemperismo, predominantemente físico, atuante neste contexto.

Assim, a quebra e a abrasão de minerais mais susceptíveis, resultam na diminuição da proporção destes, durante o transporte. Minerais como cianita, piroxênios, augita e sillimanita ocorrem com freqüência pouco expressiva entre as amostras analisadas.

6.3.2.3. Maturidade

Nos climas áridos a semi-áridos, com atuação importante de processos eólicos, os fatores mecânicos são os mais efetivos na determinação da constituição mineralógica dos sedimentos. A densidade relativa dos minerais, assim como resistência à partição (clivagem e/ou fraturas) ou à abrasão (dureza), interferem de modo importante, devendo ser ponderadas na análise de maturidade por índices como o ZTR.

A par das ressalvas anteriores, verificou-se que a alta freqüência de minerais ultra-estáveis (zircão e turmalina), e estáveis (estaurolita), assim como o alto grau de arredondamento, indicam elevada maturidade geral das assembléias. O comportamento do índice ZTR indica um contexto de bacia simples (cf. Coimbra 1976), com aumento progressivo da maturidade, das bordas para o interior, notadamente de nordeste para a porção sudoeste da área.

6.3.2.4. Áreas-fonte dos sedimentos

Os tipos, assim como a freqüência dos minerais pesados encontrados, sugerem derivação principal de sedimentos por retrabalhamento de rochas mais antigas, situadas a nordeste e leste da área de estudos, essencialmente da Formação Botucatu e Pirambóia. Tal constatação condiz com análise regional anterior, referente à extensão da cobertura cretácea a norte (Coimbra 1976), bem como com a distribuição paleogeográfica concebida para as unidades no presente estudo, discutida no item 9.2.

Digno de nota, é a ocorrência de apatita em amostra proveniente de sondagem no Pontal do Paranapanema, indicativa da presença de rochas alcalinas próximas, como área-fonte, sugerindo magmatismo sin-sedimentar. No mesmo local, identificou-se por microscopia eletrônica de varredura e análise por raios X, traços de fluorapatita (ver item 6.4), de provável gênese hidrotermal, correlata aos processos de silicificação dos arenitos (vide item 7.3).

6.4. Argilominerais

Argilominerais autigênicos têm sido utilizados como bons indicadores paleoambientais, notadamente os formados durante a deposição ou antes do soterramento (diagênese precoce ou eodiagênese).

Embora variada, a quantidade de argila nos arenitos em geral é pequena, ou mesmo, ausente. Dois tipos de argilominerais foram identificados: um detrítico, originado como matriz; outro, autigênico, formado pela transformação de minerais menos estáveis, como feldspatos e matriz argilosa detrítica, quando presente. Entre os arenitos Caiuá forma mais comum de ocorrência de argilominerais é o revestimento de paredes dos poros formados entre grãos de areia, observáveis com microscópio eletrônico de varredura e em seções delgadas (fotomicrografias 61, 63 a 70).

Observados com lupa de 10 aumentos, os arenitos exibem uma feição típica, aqui denominada "cara de macaco" (Figura 24). São pontos em arranjo triangular, formados na superfície dos grãos, em áreas onde não ocorreu deposição de argila autigênica. Quando partida a amostra, os grãos expostos costumam apresentar esta feição característica.

Fernandes (1992)

Figura 24: Feição "cara-de-macaco", criada pela deposição de argila autigênica nos poros intergranulares.

Entre as 177 amostras analisadas, os argilominerais freqüentes são: esmectita e caulinita, encontrados em todas as unidades (fotomicrografias 63 a 70). A illita, terceiro mineral em freqüência, ocorre destacadamente na Formação Adamantina (Figura 25).

Nas amostras provenientes de sondagens as esmectitas predominam largamente sobre as caulinitas, independente da unidade litoestratigráfica. Nas amostras provenientes de afloramentos, aumenta consideravelmente a ocorrência de caulinita, indicando tratar-se de autigênese a partir de argilominerais detríticos (esmectita e illita) ou de alteração de minerais menos estáveis, como feldspatos (Figura 21/5 e fotomicrografia 70), atestada pela porosidade secundária várias vezes identificada em seções delgadas (fotomicrografias 2 e 3 da Figura 21).

As caulinitas autigênicas foram identificadas apenas em amostras de superfície, denotando origem durante a diagênese tardia ou por processos intempéricos superficiais (telodiagênese). Por outro lado, as esmectitas autigênicas são muito comuns nas amostras de subsuperfície, indicando condições de pequena circulação de água, com pH alcalino como em *sabkhas*

Figura 25: Resultados de análises de argilominerais (tipos).

condizentes com as freqüentes associações com cimentação carbonática e calcretes, atribuídos a climas semi-áridos.

Possíveis arranjos em camadas mistas, mal desenvolvidos, foram identificados (por análise de raios X) apenas entre amostras de superfície, sugerindo origem em diagênese tardia ou intemperismo superficial.

Esmectitas e caulinitas de origem detrítica são raras em amostras de superfície (Figura 26). Entretanto, ocorrem com maior freqüência em subsuperfície, indicando importantes transformações dos argilominerais originalmente depositados, por autigênese. Os encontrados em superfície (caulinita predominante) refletem o equilíbrio com as condições ambientais atuais (tropical úmido), distintas das atuantes durante a sedimentação (semi-áridas), indicadas pelo predomínio de esmectitas.

Verifica-se um comportamento interessante da illita nas diversas unidades estudadas. Enquanto a caulinita e esmectita ocorrem sempre em quantidades semelhantes, a illita decresce da Formação Adamantina (onde está presente em 1/3 das amostras), até os arenitos Caiuá (menos de 10%), refletindo claramente a relação entre quantidade de illita e proximidade da área-fonte. À medida em que se caminha dos depósitos fluviais de borda para o campo de dunas (centro da bacia), a illita detrítica torna-se menos presente entre os argilominerais.

Foram analisadas algumas amostras da Formação Serra Geral, principalmente de testemunhos de sondagens, próximo do contato com os arenitos Caiuá. Dentre os resultados predomina a esmectita (7), com uma caulinita e uma camada mista. Uma amostra de superfície analisada, de um *intertrap*, apresentou illita.

A palygorskita foi identificada em duas amostras de basaltos próximas do contato com arenitos Caiuá, provenientes do Pontal do Paranapanema. Embora se conheçam diversas ocorrências deste argilomineral associadas a condições semi-áridas, Coimbra (1991) discutiu a gênese de palygorskita daquela região, encontradas em basaltos de baixa densidade, e considerou-as de origem hidrotermal.

A identificação de apatita na amostra SP 2D e fluorapatita na SP 2C, provenientes do Pontal do Paranapanema constituem outros indícios de hidrotermalismo na região.

ARGILOMINERAIS

amostras
de superfície

amostras
de subsuperfície

origem dos argilominerais:

Figura 26: Resultados de análises de argilominerais (origem).

7. ESTRUTURAS TECTÔNICAS E HIDROTHERMALISMO

7.1. Contexto tectônico

A cobertura sedimentar pós-basáltica tem seus limites atuais coincidentes com importantes estruturas tectônicas (NW e NE), muitas delas associadas a antigas zonas de falhas profundas, de idade pré-cambriana a eopaleozóica. O condicionamento dos centros de manifestação do magmatismo mesozóico-cenozóico (Aptiano a Eoceno) evidencia a importância das estruturas noroeste no controle da sedimentação cretácea (Figura 27). Neste intervalo de tempo, são registrados dois máximos, um entre 87 e 80 Ma e outro entre 70 e 60 Ma, em ocasiões de provável movimentação tectônica vertical das estruturas (Almeida & Melo 1981), responsáveis pela arquitetura da bacia. A ação de estruturas positivas marginais e transversais à bacia, que já desempenhara importante papel durante o vulcanismo juro-cretáceo, controlou também as manifestações do magmatismo alcalino. As atividades tectônicas prosseguiram durante o Cenozóico, atenuando-se no final, até confundirem-se com a neotectônica (Almeida 1981).

A sedimentação parece ter sido controlada por atuação diferenciada e cíclica de altos e baixos alongados, delimitados pelas grandes estruturas regionais, responsáveis pela individualização de uma bacia onde se acumularam unidades cretáceas suprabasálticas. As maiores distensões se processaram perpendicularmente às estruturas nordeste, que parecem ter delineado os limites do sítio deposicional desde o início. Propiciou, assim, um abatimento em forma de calha (adjacente e paralela ao atual Rio Paraná), naquela direção, que foi preenchida por sedimentos continentais, em clima semi-árido.

A espessura dos sedimentos cretáceos é relativamente modesta, com valores máximos ao redor de 300m. Sua acumulação deu-se durante ascensão regional da Plataforma Sul-Americana, em setor de comportamento relativamente negativo, associado à subsidência termal do substrato.

No Cretáceo Superior-Paleógeno, a região passou a ter comportamento ascensional mais intenso, com movimentação de blocos principalmente associados a estruturas NE, como reflexo de alçamento da borda leste da plataforma Sul-Americana (criação da Serra do Mar) e secundariamente da orogênese Andina na borda oeste.

Supõe-se que a arquitetura geral da bacia tenha sofrido poucas modificações desde seu início, uma vez que não se descrevem movimentos verticais significativos em termos regionais, a não ser uma ascensão generalizada, mais acentuada nas bordas SE (Serra do Mar), N (flexura de Goiânia) e NE (Antéclise de Rondonópolis, Figura 28).

A ascensão regional parece ter se dado com taxas diferenciadas durante o Cenozóico, segundo faixas noroeste, sobrepostas ao padrão geral nordeste. Tal evolução propiciou maior elevação da porção paranaense (borda SE da bacia), promovendo a erosão de depósitos marginais, correspondentes à Formação Marília, em São Paulo. Verifica-se que a área de ocorrência atual desta unidade é limitada por alinhamentos de direção noroeste (Tietê e Guapiara). Esta faixa teria seu soerguimento no início do Terciário (Fúlfaro *et al.* 1982), provavelmente a taxas menores que de áreas adjacentes, a Norte e a Sul, onde ocorreu a remoção ou não preservação de depósitos de borda.

A análise da distribuição de fácies em escala de bacia, indica que os contornos atuais da área de exposição da cobertura cretácea suprabasáltica são em sua maioria erosivos. Provavelmente, grande parte do registro sedimentar foi removido durante elevação regional no Cenozóico (Almeida 1980).

Figura 27: Estruturas regionais, distribuição das rochas alcalinas mesozóicas e área de ocorrência de unidades sedimentares cretáceas (Modif. de Almeida 1983).

Figura 28: Mapa de localização da Antéclise de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas (Coimbra 1991).

7.2. Lineamentos e evolução tectônica

Amaral (1977) foi o primeiro autor a mencionar a importância de lineamentos regionais no controle da distribuição faciológica da unidade Bauru, bem como de sua atuação pós-deposicional.

Três direções estruturais importantes, associadas a falhas, têm sido reconhecidas na Bacia do Paraná: NW, NE e E-W (Soares *et al.* 1982, Amaral & Crósta 1983, Zalán *et al.* 1986, entre outros). Amaral & Crósta 1983, Zalán *et al.* (1986) verificaram evidências de falhamentos transcorrentes associados às direções NW e NE, normalmente com rejeitos verticais relativamente pequenos em termos de bacia.

Em estudo geológico-estrutural, desenvolvido pelo IPT (1979), notaram-se concentrações de direções distintas, com evidências de falhamento relacionadas a diferentes unidades geológicas: fraturamentos NW, ENE e NE nos basaltos, NW e NNW em rochas do Cretáceo Superior; e falhas normais com rejeitos de até dezenas de metros de direção NW (subordinadamente, NE), nas unidades paleozóicas. Não parece que diferentes direções correspondam a regimes de esforços desenvolvidos em fases distintas. De modo geral, as principais direções estão presentes em todas as unidades. Na verdade, parecem ocorrer concentrações diferentes

de estruturas por domínios estruturais, e não por unidades geológicas.

Recentemente, vários autores têm se referido à tectônica de caráter transcorrente na Bacia do Paraná, com atuação possível até o Cenozóico (Zalán *et al.* 1986, Marques *et al.* 1987, Serra Jr. *et al.* 1986). Milani *et al.* (1990), com base em levantamentos aeromagnetométricos da calha central da Bacia do Paraná (parte da área do atual estudo), reconheceram as principais direções estruturais, NW, NE e E-W (Figura 29), admitindo a possibilidade da atuação de esforços compreensivos relacionados com o cinturão Orogênico Andino, a partir do Paleozóico.

Figura 29: Reflexos de atividades tectônicas do Cinturão Andino, no interior da Plataforma Sul-Americana (Milani *et al.* 1990).

Molina *et al.* (1989), de acordo análise de dados gravimétricos, admitiram a reativação ou geração de falhamentos distensivos e estruturas do tipo *rift* na direção NNE, no centro da porção setentrional da Bacia do Paraná, local em que se acumularam as maiores espessuras de basalto. Esta faixa NE, onde se registram espessuras de até 2 km de basaltos, manteve caráter subsidente, embora muito menor, abrigando os sedimentos cretáceos suprabasálticos.

Na análise de mosaicos semicontrolados de radar e imagens de satélite, os lineamentos foram separados em três conjuntos: os encontrados em unidades pré-Cretáceo Superior, os de unidades neocretáceas e de unidades quaternárias (aluviões e terraços dos grandes rios), figuras 30 e 31. Cabe ressaltar que por deficiências inerentes aos processos de obtenção das imagens, o registro de algumas direções é prejudicado, de acordo com o tipo de levantamento. Nas imagens de radar são atenuadas as direções E-W (por falta de sombreado) e N-S (pelo processamento), enquanto que nas de satélite as direções NE têm pouco realce devido à direção da iluminação solar. Deve-se considerar, portanto, a conjunção dos resultados.

Os lineamentos obtidos em áreas de ocorrência de basaltos e da cobertura sedimentar

mostraram-se semelhantes, destacando-se duas direções: nordeste (N25-40E) e noroeste (com discreta bimodalidade entre valores em torno de N50W e N25W). Direções em torno de E-W e N-S ocorrem com menor expressão.

O conjunto de lineamentos em sedimentos quaternários, ressaltando-se a quantidade relativamente pequena de dados, apresentou interessante registro de estruturas nas imagens de radar, apenas de direção NE. Podem significar reflexo da estruturação do substrato ou registros de atividades neotectônicas.

Nos levantamentos de campo não se encontraram evidências de grandes deslocamentos tectônicos verticais, talvez pela dificuldade de registro de tais feições em pacotes sedimentares homogêneos. Verificou-se que as rochas encontram-se normalmente fraturadas, segundo sistemas bem determinados, às vezes de persistência de dezenas de quilômetros (por exemplo, extensos paredões subverticais da margem esquerda do Rio Paraná). Algumas observações, no entanto, merecem registro:

a) no ponto SA 94 (base do Morro do Diabo), foram encontrados mergulhos anormalmente altos para estratificação cruzada, associados com pequena falha normal de atitude nordeste (N20E, subvertical);

b) na eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), verificou-se um sistema de falhas subverticais com direção E-W (Foto 38), e estrias subhorizontais;

c) falhas inversas, de pequeno rejeito, foram observadas logo a jusante da barragem de Porto Primavera (Foto 39). Tais feições poderiam pertencer ao contexto de esforços compressivos, relacionado com as estruturas de b.

Os resultados de atitudes de juntas, medidas quase exclusivamente em arenitos suprabasálticos, são apresentados na Figura 32.

Dentre os estudos de evolução tectônica regional analisados, considerou-se o modelo de distribuição de esforços proposto por Amaral & Crósta (1983) como o mais adequado (Figura 33). Segundo os autores, durante a evolução do Arco de Ponta Grossa, a partir do final do Jurássico-início do Cretáceo, esforços distensivos máximos na direção N40E e secundários na direção N50W, possibilitaram a instalação do notável enxame de diques na região central do Arco de Ponta Grossa, por onde se deu o extravasamento do magma basáltico. Seguiu-se então fase de tentativa de retorno da crosta ao estado pré-soergimento da estrutura, com movimentação ao longo de fraturas, no sentido inverso (esforços compressivos) nas mesmas direções da distensão, criando dois sistemas conjugados (N10-70E e N20-80W), associados a cisalhamento, brechas e falhas com estrias horizontais. No final do Cretáceo, reativação tectônica com basculamento de blocos possibilitou intrusões alcalinas nas bordas da bacia e no cruzamento das estruturas, com acumulação da cobertura pós-basáltica.

A manutenção dos padrões de direções estruturais do substrato basáltico na cobertura cretácea (Figuras 30 e 31), e a raridade de grandes deslocamentos permitem supor que o preenchimento da Bacia Bauru tenha se dado concomitantemente, com lenta e contínua subsidência termal do embasamento. A evolução da Bacia Bauru constitui, assim, notável exemplo de herança tectônica, conceito recentemente retomado por Brito Neves (1992).

Por sua provável atuação até tempos mais recentes, as estruturas nordeste desempenharam importante controle na instalação da rede de drenagem, como se verifica, por exemplo, em longos trechos retilíneos do Rio Paraná. O de Guaíra foi inclusive denominado por Maack (1968), de "fenda tectônica de Sete Quedas".

Figura 30 : LINEAMENTOS OBTIDOS DE IMAGENS DE RADAR
(MOSAICO SEMICONTROLADO) escala 1/250000

LEGENDA

- Quaternário
- Cobertura cretácea
- Fm. Serra Geral
- Rede de drenagem
- Cidades

ROSÁCEAS DE DIREÇÕES DE LINEAMENTOS
(ponderadas pela soma de comprimentos)

Figura 31: LINEAMENTOS OBTIDOS DE IMAGENS DE SATÉLITE

LANDSAT - MSS, BANDAS 6 e 7, escala 1/250000

Figura 32: Diagrama de direções de fraturas.

Figura 33: Modelo mecânico para a evolução estrutural regional (Amaral & Crósta 1983).

7.3. Silicificação

As ocorrências de rochas silicificadas apresentam discreta concentração a norte do eixo do Arco de Ponta Grossa (vide mapas geológico, de pontos e Figura 27). Fato notável, entretanto, é que as de maior expressão, responsáveis pela sustentação de elevações com até 200m acima do nível regional, alinham-se segundo a direção nordeste (a mesma de importantes lineamentos regionais, onde se encaixam longos trechos do Rio Paraná). Coincidem ainda, com seu cruzamento com estruturas noroeste associadas ao Arco de Ponta Grossa. Dispõem-se, de nordeste para sudoeste: morros da Fazenda Santa Ida (Ponto RP 27) e do Diabo (Ponto SA 94), situados em São Paulo, e morros dos Três Irmãos (Ponto GC 62) e da Fazenda Porto Rico (LO 60), formando quatro elevações alinhadas segundo NE. O Morro dos Três Irmãos

(alongado segundo NW) marca a intersecção dos sistemas NE e NW, situando-se sobre o eixo do Arco de Ponta Grossa.

Os morros do Diabo e dos Três Irmãos são os mais proeminentes, o primeiro com discreta tendência, o outro formando conjunto alongado de três elevações, de direção noroeste. Os morrinhos da Fazenda Porto Rico, situados na margem esquerda do Rio Paraná, embora menos destacados, salientam-se no relevo relativamente plano da região, em morrotes também dispostos segundo a direção NE.

A silicificação tem caráter pontual. Não se verificou vinculação a níveis estratigráficos, disposição em crostas subhorizontais, ou feições genéticas que indicassem origem por processos controlados pelo clima (como formação de silcretes). Verifica-se, isto sim, pontos onde a silicificação afetou, indiscriminadamente, as unidades Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, como no morro da Fazenda Santa Ida, no Pontal do Paranapanema. Além da silicificação, foram encontradas neste local (ponto RP 27), fraturas com revestimento de material limonítico de alguns milímetros de espessura, com possíveis pseudomorfos de pirita (eventualmente sulfetos de origem hidrotermal).

No topo do Morro dos Três Irmãos, foi observada outra feição sugestiva de contemporaneidade entre atividades tectônicas e silicificação (hidrotermal). Trata-se de uma faixa subvertical (direção NNE), de 0,7m de espessura, com aspecto brechóide, silicificada como o arenito adjacente. Algumas falhas de pequeno deslocamento vertical foram encontradas em locais onde o arenito está silicificado (pontos SA 94, DN 115, por exemplo).

Na área de construção da usina hidrelétrica de Porto Primavera, foram descritos basaltos de densidade incomum, denominados de "basaltos pouco densos" (Marques *et al.* 1987), compostos quase que totalmente por palygorskita, com pequeno percentual de calcita. Ocorrem em bolsões localizados, sem continuidade lateral. Por esta razão, e pela instabilidade química da palygorskita e esmectita, quando submetidas ao intemperismo, Coimbra (1991) interpretou tais ocorrências como de origem hidrotermal.

Em amostras de testemunhos de sondagens e poço de investigação, provenientes da mesma região, foi suspeitada a presença de fluorapatita (em arenito; amostra SP 02C) e palygorskita (em arenito; amostra SP 02D e em "basalto pouco denso", amostra SP 26).

Outra ocorrência interessante é a de arenito silicificado (Ponto RA 105), provavelmente da Formação Santo Anastácio, de aspecto brechóide, com fraturamento irregular, preenchido (posteriormente) por calcita (Foto 49).

Estes fatos permitem supor que os processos de silicificação são de natureza hidrotermal, como sugeridos por Coimbra *et al.* (1981a) e Brandt Neto *et al.* (1987). Estão associados preferencialmente a estruturas de direção nordeste, tendo se desenvolvido principalmente nos estágios finais de deposição das unidades cretáceas suprabasálticas, provavelmente relacionados ao magmatismo alcalino neocretáceo.

8. REVISÃO ESTRATIGRÁFICA DA COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA

8.1. Associações faciológicas e estratigrafia dos arenitos Caiuá

Considerando-se que as associações faciológicas Rio Paraná e Goio Erê apresentam características litológicas próprias (Quadro 21), com posições estratigráficas e geográficas bem definidas e distintas, e área de ocorrência com dimensões justificáveis, propõe-se que sejam tratadas como formações, com a conseqüente elevação da unidade Caiuá à categoria de grupo.

A Formação Rio Paraná corresponde à porção central de campo de dunas, onde se desenvolveram grandes complexos de dunas (*draas*). Ocorre no interior da área de exposição do Grupo Caiuá (setor oeste e noroeste da região estudada), em faixa alongada de direção nordeste, paralela ao eixo do atual Rio Paraná.

Suas melhores exposições são paredões de 15 a 20m de altura, da margem esquerda daquele rio, situados nas imediações das localidades de Porto São José e Porto Rico, no Paraná (pontos LO 53, 54 e 58) ou Presidente Epitácio (SP). Outros bons afloramentos podem ser encontrados próximo de Umuarama (ponto UM 33), ou próximo de Colorado (ponto CL 4). Uma seção representativa desta formação, observada nos cortes da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34) é aqui definida como seu holoestratótipo (Figura 13/B, Foto 14). O corte situado a 9km de Cruzeiro do Oeste (ponto UM 33), na rodovia que a liga à Umuarama (PR 323), pode ser apontado como seção-tipo auxiliar (paraestratótipo), Foto 13.

A Formação Goio Erê corresponde a depósitos periféricos do campos de dunas, atualmente preservados na porção sudeste da área de ocorrência do Grupo Caiuá. Suas melhores exposições encontram-se na rodovia que liga Campo Mourão a Goio Erê (BR 272), a poucos quilômetros de Goio Erê. O ponto MB 16, corte localizado no km 58,7 daquela rodovia, foi designado como seu holoestratótipo (Perfil A da Figura 13 e Foto 33). Como seções-de-referência auxiliares indicam-se os cortes dos quilômetros 46,2 e 59,5 (pontos MB 14 e 15), da mesma rodovia (Foto 37).

8.2. Caracterização e individualização do Grupo Caiuá

Até a revisão estratigráfica proposta por Soares *et al.* (1979a, 1980), a "Formação" Caiuá possuía o mesmo *status* da então Formação Bauru, da qual era diferenciada principalmente por características litológicas e área de ocorrência. Historicamente a "Formação" Caiuá fora tratada como um conjunto litológico de identidade própria, desde sua definição formal (Washburne 1930) ou das primeiras representações em mapa (Florence & Pacheco 1929, Maack 1941); até o penúltimo mapa geológico do Estado de São Paulo, editado em 1974 (IGG 1974).

Ainda recentemente, embora por razões distintas, alguns autores têm retomado idéias de desvinculação das formações Caiuá e Santo Anastácio do Grupo Bauru (Mezzalana 1982, Fúlfaro & Barcelos 1991).

Eminentes pesquisadores do Paraná, onde os arenitos Caiuá ocorrem de forma extensiva, têm defendido outra concepção, que exclui aquela unidade do Grupo Bauru (considerando-a topo do Grupo São Bento). Bigarella & Mazuchowski (1985) justificam esta concepção com base na similaridade genética daqueles arenitos eólicos com os da Formação Botucatu, bem como sua suposta contemporaneidade com derradeiras manifestações do magmatismo basáltico (verificada em dois perfis de poços no noroeste do Paraná).

A ocorrência de tais intercalações de arenitos pode ser atribuída a presença de intertrapes,

	Formação Goio Erê	Formação Rio Paraná
Geometria dos litossomas	estratos tabulares subhorizontais de espessura métrica	estratos tabulares ou cuneiformes, às vezes separados por superfícies de truncamento de baixa inclinação
Estruturação interna	bancos com estratificação cruzada intercalados com maciços ou brechas (próximas ao contato com basalto)	com estratificação cruzada. Ocorrem intercalações de bancos maciços na base
Estratificação cruzada	acanalada (padrão festonado) e tabular tangencial na base, de médio a pequeno porte, com ângulo de mergulho médio a baixo (até subhorizontal)	tabular, em geral tangencial na base, de grande porte, com ângulo de mergulho médio a alto
Litologia comum	arenito fino a muito fino, subarcosiano; com bancos silto-argilosos maciços. Grãos arredondados, textura superficial fosca	arenito fino a muito fino, subarcosiano. Subordinad.: frações médias e grossa (rara). Grãos arredondados, textura superficial fosca
Estruturas sedimentares	laminação por queda de grãos (predominante); maciça a mal estratificada (plano-parcelela); ondulações de adesão; deformações convolutas; <i>curled mudflakes</i>	estratificação (fluxos de areia) e laminação (queda de grãos), deformações da estratificação e brechas do colapso
Seleção	moderada a bem (partes com estratificação cruzada); pobre a muito pobre (bancos maciços e matriz de brechas)	muito bem (por lâmina), bem (em geral) número de classes texturais relativamente menor que da Fm. Goio Erê
Matriz/cimento silto-argiloso	às vezes, em pequenas quantidades	rara ou ausente
Cimentação carbonática	frequente	encontrada apenas na base
Concreções carbonáticas	até alguns centímetros de diâmetro e crostas de 1,5 cm de espessura e extensão lateral de vários metros (calcretes)	não encontradas
Cor típica	marrom a cinza-arroxado	marrom-avermelhado
Interpretação faciológica	pequenas dunas e interdunas úmidas	dunas de médio a grande porte; interdunas secas
Ambiente	parte periférica do campo de dunas e interdunas úmidas, raramente aquosas	parte central do campo de dunas; megadunas (<i>draas</i>) e dunas, com interdunas secas

Quadro 21: Principais características das unidades Goio Erê e Rio Paraná

e não como comprobatórias de contemporaneidade entre a sedimentação Caiuá e o final do vulcanismo basáltico. Arenitos e siltitos intertrapeanos são comuns entre os derrames de Formação Serra Geral, notadamente nas porções inferiores e superiores da unidade, segundo se verifica em perfis de poços para prospecção efetuados na região pela Petrobrás e Paulipetro (Jorge Hachiro, informação verbal). Os siltitos e arenitos intertrapeanos são, em geral, endurecidos por processos associados ao magmatismo. As porções basais dos arenitos Caiuá, caso fossem contemporâneas às atividades vulcânicas, deveriam apresentar vestígios desta natureza (silicificação, brechas vulcânicas, cozimento etc.). Entretanto, o contato entre arenitos e basaltos é quase sempre feito por material areno-lamoso imaturo, com calcretes e fragmentos basálticos angulosos (de topos ou interior de derrames), sugestivos de exposição em clima semi-árido. Este material imaturaro representaria, então, hiato deposicional que teria propiciado exposição e pedogênese. Citam-se, ainda, evidências de intemperismo mesozóico dos basaltos, mencionadas por Almeida (1954, *apud* Bigarella & Mazuchowski 1985).

A propósito, Cabral Jr. *et al.* (1982) reinterpretaram a origem de depósitos parcialmente silicificados da região de Franca (SP), até então considerados pertencentes ao Grupo Bauru. Atribuíram-nos à sedimentação de borda da Bacia do Paraná, ocorrida durante o evento Serra Geral, associada à atividades da Flexura de Goiânia. A silicificação neste caso, como no dos arenitos intertrapeanos discutidos, constitui importante característica na distinção entre os depósitos mais antigos e os neocretáceos.

Considerando-se que as unidades Caiuá e Bauru apresentam peculiaridades litológicas que justificam sua individualização, bem como redefinição estratigráfica da primeira (item 8.1), o Grupo Caiuá fica assim caracterizado:

- depósitos continentais de arenitos eólicos, de geometria interna cuneiforme, com estratificação cruzada tabular de grande a médio porte, acumulados em megadunas (Formação Rio Paraná); e

- depósitos continentais de arenitos eólicos, de geometria interna essencialmente tabular, formados por alternância de bancos maciços a mal estratificados e bancos com estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte; freqüentemente associados com calcretes, acumulados em pequenas construções eólicas e interdunas, na borda do campo de dunas (Formação Goio Erê).

8.3.Relações estratigráficas entre os grupos Caiuá e Bauru

8.3.1.Considerações gerais

Embora se admitissem possíveis transições laterais entre as unidades Caiuá e Bauru (Mezzalana & Arruda 1965), posteriormente constatadas em mapeamentos de maior detalhe (Almeida *et al.* 1980), até a reorganização estratigráfica das unidades cretáceas de Soares (1979a, 1980) corroborada por Almeida *et al.* (1980), as duas unidades coexistiram por longo tempo com o mesmo *status* (em geral de formação). Algumas razões podem explicar a manutenção deste quadro até 1980:

- 1) litológicas: as unidades têm características litológicas distintas. Lembre-se, por exemplo, as primeiras descrições para os arenitos Caiuá (*e.g.* Baker 1923, Washburne 1930, Maack 1941), e para a unidade Bauru (Gonzaga de Campos 1905, Pacheco 1913, Washburne 1930, Setzer 1943, Almeida & Barbosa 1953, entre outros). Ressalta-se, ainda, que as rochas denominadas de Bauru por Gonzaga de Campos (1905) foram descritas apenas em áreas de exposição das atuais formações Marília e Adamantina;

2) área de ocorrência e "regionalismo": o fato dos arenitos Caiuá ocorrerem extensivamente no Paraná, em detrimento de outras unidades neocretáceas - enquanto que em São Paulo se dá o oposto - talvez tenha influído na concepção de modelos estratigráficos globais para a bacia. Deve ser notado, que a revisão estratigráfica de 1980 surgiu com base em trabalhos e experiências desenvolvidas principalmente em território paulista, onde os arenitos Caiuá ocorrem de modo subordinado;

3) conceituais: os conceitos estratigráficos vigentes (principalmente até a década de 70), ou seja, de sedimentação em estratos tabulares regionais sobrepostos, (à semelhança de "camadas de bolo"), provavelmente induziram à organização estratigráfica em unidades empilhadas. Segundo este raciocínio, unidades diferentes deveriam estar sobrepostas.

Ao se observar a coluna estratigráfica da Bacia do Paraná, nota-se marcante associação entre grupos e épocas ou períodos geológicos. Não se observam situações, como nas bacias costeiras, de unidades de hierarquias superiores (grupos, por exemplo) cronocorrelatas. Possivelmente, partes das colunas estratigráficas da Bacia do Paraná reflitam resquícios do período em que as grandes unidades foram tratadas como séries, por falta de conhecimento de idades, ou falta de normalização estratigráfica (por indefinição dos conceitos de unidades lito e cronoestratigráficas). Note-se que na coluna estratigráfica da Bacia do Paraná, provavelmente devido à ausência de conhecimento mais detalhado das unidades, não existe, até o momento, situação de contemporaneidade entre grupos (em mesmo intervalo do tempo geológico), como ora proposto para o Cretáceo Superior.

A passagem transicional entre as unidades cretáceas suprabasálticas justifica sua reorganização estratigráfica com aplicação da Lei de Walther (1894, *apud* Reading 1986).

Mezzalira & Arruda (1965) foram os primeiros autores a sugerir uma possível passagem lateral entre as unidades Caiuá e Bauru, admitindo que a primeira pudesse inclusive vir a ser considerada como fácies do Grupo Bauru (Figura 34).

Figura 34: Desenho esquemático do provável comportamento do Grupo Bauru, Formação Caiuá e basalto, na área do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo (Mezzalira & Arruda 1965).

Landim & Soares (1976), ao se referirem à então "Formação" Caiuá no Pontal do Paranapanema e oeste do Estado de São Paulo, afirmaram que aquela unidade *vai se adelgaçando para norte e oeste...até seu desaparecimento, com conseqüente espessamento da Formação Bauru (sic)*. Notável acunhamento lateral, com contatos inclinados para fora da bacia, pode ser verificado na Figura 35, apresentada pelos autores.

Figura 35: Seção estratigráfica SW/NE, com as unidades Caiuá e Bauru (Landim & Soares 1976).

No estudo das áreas-fonte da então "Formação" Bauru, Coimbra (1976) considerou a possibilidade da "Formação" Caiuá ser correlacionável à porção inferior (fácies A) daquela formação. Entre as conclusões, o autor afirma que o tratamento dos parâmetros granulométricos, por análise de superfícies de tendência, evidenciou uma bacia simples. Na releitura daquele trabalho, observa-se que o tratamento dos parâmetros granulométricos, de maturidade textural e mineralógica foi possível (e adequado), justamente por ter sido feito independentemente da subdivisão em fácies utilizada pelo autor, para rochas hoje consideradas pertencentes às formações Santo Anastácio, Adamantina, Uberaba e Marília. O perfil esquemático apresentado por este autor, assim como por Brandt Neto (1977), confirmam a distribuição lateral das unidades (Figura 36).

Nas seções esquemáticas apresentadas por Almeida *et al.* (1980), a Formação Marília - considerada topo do "Grupo Bauru" - ocorre até cotas em torno de 600m, mesmo nível do topo do Morro do Diabo, onde, de acordo com diversos autores, e resultados do presente estudo, afloram os arenitos Caiuá - ali considerados base do grupo (Figura 37). Nestes perfis verificam-se ainda, várias situações de transição lateral de litofácies individualizadas pelos autores, envolvendo todas as unidades (Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília). No texto mencionam-se diversas ocorrências de campo onde se observaram passagens transicionais.

A localização das litofácies da Formação Adamantina apresentada por Soares *et al.* (1980), mostra distribuição geográfica com porções de características mais proximais nas bordas leste (arenitos às vezes conglomeráticos, da litofácies Uberajara) e norte (arenitos com conglome-

Figura 36: Perfis esquemáticos da "Formação Bauru" por Coimbra (1976), e Brandt Neto (1977).

SEÇÕES ESQUEMÁTICAS CONTROLADAS EM SUPERFÍCIE

NOTA: O TOPO DO BASALTO FOI OBTIDO DO MAPA "CONTOURNO ESTRUTURAL DO TOPO DO BASALTO" - RELATÓRIOS DAS REDES ADMINISTRATIVAS 7, 8 e 9 e 10 e 11 - DASE.

Figura 37: Seções esquemáticas controladas em superfície, em unidades da cobertura cretácea suprabasáltica, em São Paulo (Almeida *et al.* 1980).

rados intraformacionais, da litofácies São José do Rio Preto); e mais distais no centro da bacia (arenitos intercalados com lâmitos, da litofácies Taciba). Os autores citam ainda passagens gradacionais regionais entre a litofácies Ubirajara e a Formação Santo Anastácio, e passagem interdigitada entre as formações Adamantina e Marília.

Stein *et al.* (1979) afirmaram que a Formação Santo Anastácio passa a ocorrer com maior expressão concomitantemente ao adelgaçamento da "Formação" Caiuá, denotando clara passagem lateral entre estas unidades.

Na coluna estratigráfica apresentada por Petri & Fúlfaro (1983), o Grupo Bauru no Estado de São Paulo é representado por polígonos inclinados sobrepostos, aparentemente, sugerindo contemporaneidade entre as formações, em conjunto separado da Formação Serra Geral por discordância basal (Figura 38).

IDADE	GRUPO	ÁREA AO SUL DO ARCO DE PONTA GROSSA		ÁREA AO NORTE DO ARCO DE PONTA GROSSA	
		RIO GRANDE DO SUL	SANTA CATARINA / PARANÁ	SÃO PAULO E MINAS GERAIS	MATO GROSSO / GOIÁS
CRET. INF. A SUP.				Fm. Adamantina Fm. Marília Fm. Uberaba Fm. Santo Anastácio Fm. Caiuá	Gr. Bauru
CRET. INF.		Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral
TRIÁSSICO		Fm. Botucatu	Fm. Botucatu	Fm. Botucatu	Fm. Botucatu
		Gr. Rosário do Sul		Fm. Pirambóia	Fm. Pirambóia
PERMIANO	PASSA DOIS	Fm. Rio do Rastro	Fm. Rio do Rastro		
		Fm. Estrada Nova	Fm. Estrada Nova	Fm. Corumbatai	Fm. Estrada Nova
		Fm. Serra Alta	Fm. Serra Alta	Fm. Serra Alta	Fm. Serra Alta
		Fm. Iralí	Fm. Iralí	Fm. Iralí	Fm. Iralí
	TUBARÃO	Sub Grupo Guarã	Sub Grupo Itararé	Sub Grupo Tatui	Fm. Palermo
CARBONÍFERO		Fm. Rio Bonito	Rio do Sul		Fm. Aquidauana
		Sub Grupo Itararé	Sub Grupo Itararé		
DEVONIANO	PARANÁ	?	Fm. Ponta Grossa		Fm. Ponta Grossa
CAMBRO ORDOVICIANO		Comaçu	Fm. Furnas		Fm. Furnas
PRÉ-C		Bom Jardim	Grupos: Itajaí, Guaratubinha, Japo, Castro	Grupo Eleutério	Fm. Vila Maria

Figura 38: Colunas estratigráficas da Bacia do Paraná (Petri & Fúlfaro 1983).

Ao discorrer sobre as unidades cretáceas da Bacia do Paraná, Cabral Jr. (1991) apresentou o Grupo Bauru como "seqüência" acumulada na porção setentrional da Bacia do Paraná, em área a que se refere informalmente como "bacia" Bauru. Ainda segundo o autor, houve "contemporaneidade parcial" na deposição das unidades.

8.3.2.Revisão estratigráfica

A individualização de novas associações faciológicas, com áreas de ocorrência e relações estratigráficas definidas, tornou necessário o reordenamento estratigráfico da cobertura cretácea suprabasáltica (Figura 39). Na nova concepção, compõe-se por unidades cronocorrela-

RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES

Qa, t - aluviões; GRUPO CAIUÁ: Kcrp - Fm. Rio Paraná; Kcge - Fm. Goio Erê; GRUPO BAURU: Kbsa - Fm. Santo Anastácio (m - Litofácies Marília), Kba - Fm. Adamantina (litofácies I e IV).

Fernandes (1992)

Figura 39: Relações estratigráficas entre as unidades, para a área do estudo.

tas, constituintes de única sequência sedimentar, acumulada durante o Cretáceo Superior (possivelmente até o limite com o Paleoceno). Os extremos deste intervalo estabeleceram-se com base em dados da bibliografia (Quadro 7). Os fósseis de vertebrados das formações Adamantina e Marília, as idades absolutas de analcimitos da região de Taiúva e a correlação com a sedimentação na Bacia de Santos, foram tomados como as referências mais seguras (Figura 40).

Considerando-se a idade senoniana dos fósseis (88 a 65 Ma) e a hipótese de que a deposição dos grupos Caiuá e Bauru correlaciona-se com a intensificação do fornecimento de sedimentos, registrada na Bacia de Santos pela Formação Santos (90 a 65 Ma), define-se o intervalo Turoniano-Maastrichtiano para a sedimentação cretácea continental. Estudos do conteúdo palinológico de sedimentos relativamente próximos da borda, portanto provavelmente basais da sequência, forneceram idade coniaciana (Lima *et al.* 1986).

Entre o início da sedimentação (em torno de 90 Ma) e as derradeiras manifestações do magmatismo Serra Geral, por volta de 110 a 100 Ma (Asmus 1978), a área que viria a acolher a sedimentação neocretácea esteve exposta, em lenta subsidência termal. As áreas marginais, que forneceram material siliciclástico, proveniente da alteração de unidades sedimentares pré-basálticas e do embasamento metamórfico, além de distantes, só tiveram acentuada exposição com o alçamento posterior das bordas, associado ao magmatismo alcalino neocretáceo.

O limite superior do intervalo de sedimentação, além da idade dos fósseis e da discordância

Figura 40: Principais referências para determinação do intervalo de sedimentação na Bacia Bauru.

erosiva regional do topo da Formação Santos, é apoiado pela idade (possivelmente mínima) dos analcimitos Taiúva (61 Ma), única referência geocronométrica absoluta conhecida na bacia (rochas ígneas extrusivas, intercaladas na Formação Adamantina).

Deve-se ter ciência, entretanto, de algumas limitações, a saber:

a) a fauna original, cujos fósseis fornecem idade senoniana (Huene 1939), tem caráter indígena (Price 1950);

b) o limite superior do intervalo de sedimentação pode eventualmente ser estabelecido até a passagem para o Paleoceno, desde que se assumam como reais, os valores encontrados em determinações de idades absolutas (Coutinho *et al.* 1982). Esta idade é anterior à instalação de novo ciclo erosivo regional, com elaboração da superfície Sul-Americana.

Em termos regionais, a extensão da proposta de revisão estratigráfica (Figura 41) baseia-se nas seguintes constatações:

- as unidades Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina, Uberaba e Marília, apresentam passagens laterais transicionais ou interdigitações freqüentes entre si (com contatos com inclinação para fora da bacia), indicativas de contemporaneidade;

- diversos autores reconheceram discordâncias basais erosivas entre as unidades do "Grupo Bauru" e Grupo São Bento em trabalhos de caráter regional (Almeida *et al.* 1980, IPT 1981c,

RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES REGIONAIS

Figura 41: Relações estratigráficas entre as unidades da cobertura cretácea suprabasáltica.

Riccomini *et al.* 1981, Sousa Jr. 1984, entre outros). Tais unidades ocuparam a posição basal, possivelmente por se tratarem de depósitos contemporâneos dispostos lateralmente ao longo da bacia;

- as unidades apresentam distribuição geográfica compatível com um zoneamento de associações faciológicas, numa única bacia (depositadas em ambiente desértico); e
- as cotas máximas de ocorrência das unidades são semelhantes, crescentes para as bordas, indicativas de disposição lateral das unidades (ao invés de sobreposição).

Na organização estratigráfica ora proposta, o Grupo Bauru passa a ser constituído pelas formações Santo Anastácio (Stein *et al.* 1979), Adamantina (Soares *et al.* 1979a, 1980), que ocorrem na área; e pelas formações Uberaba (Hasui 1968) e Marília (Soares *et al.* 1980; Almeida *et al.* 1980), que ocorrem ao norte da área do presente estudo. As rochas analcimíticas descritas por Coimbra *et al.* (1981b) e Coutinho *et al.* (1982) são provisoriamente individualizadas sob a denominação "Analcimitos Taiúva", até que estudos específicos verifiquem sua relação com as rochas alcalinas da região de Iporá, reunidas na formação homônima por Brandt Neto (1984). Os depósitos de deflação da região de Mairá ficam integrados à Formação Santo Anastácio, como litofácies de ocorrência relativamente restrita.

A Formação Santo Anastácio, uma vez que se constitui de depósitos de lençóis de areia, poderia ter sido incluída no Grupo Caiuá, por afinidade genética com o campo de dunas. Entretanto, apresenta passagens gradativas tanto para aquela unidade, como para a Formação Adamantina. Sua manutenção no Grupo Bauru leva em conta, principalmente, a individualidade histórica dos arenitos Caiuá e da anterior "Formação Bauru", definida notadamente por características litológicas peculiares.

9. EVOLUÇÃO TECTÔNICA E PALEOGEOGRAFIA DA BACIA BAURU

9.1. Definição da Bacia Bauru

A distribuição faciológica das unidades cretáceas suprabasálticas sugere sua acumulação em unidade tectônica distinta, instalada sobre a porção setentrional da Bacia do Paraná, a partir do Eocretáceo (Turoniano-Coniaciano). Seus limites atuais coincidem com estruturas regionais importantes, de atuação reconhecida em diversos períodos durante a deposição das unidades paleozóicas da Bacia do Paraná, bem como associadas a atividades no Cretáceo Superior-Eoceno. Em termos tectônicos, o sítio deposicional cretáceo é limitado pelas estruturas:

- a) Flexura de Goiânia (de direção NW) à nordeste;
- b) Arco de Ponta Grossa à sul/sudeste (e alinhamentos NW associados: Guapiara, São Jerônimo/Curiúva, do Rio Alonzo e do Piqueri; Ferreira *et al.* 1981, 1982);
- c) Arco de Assunção (de direção NNW), que demarca o limite oeste;
- d) Antéclise de Rondonópolis (Coimbra 1991), estrutura regional de direção NE, que limita o extremo nordeste (Figura 26);
- e) Serra do Mar, soerguida no Cretáceo Superior-Terciário, importante feição que limita a bacia a leste.

Estas estruturas condicionaram os centros de manifestação do magmatismo alcalino Mesozóico-Cenozóico (Aptiano ao Eoceno), atestando atividades de borda, verificadas também no interior da bacia (Fúlfaro 1974, Coimbra *et al.* 1977, Couto *et al.* 1980, Fúlfaro *et al.* 1982, Saad *et al.* 1988, entre outros), durante a sedimentação.

A cobertura cretácea (grupos Caiuá e Bauru) constitui um conjunto litológico individualizável numa seqüência (Sloss 1963), originalmente depositada em depressão com características próprias, a Bacia Bauru, definida com base nas seguintes constatações:

- a) antes da sedimentação continental neocretácea, ocorreu um evento de natureza magmática de escala global, responsável pelo acúmulo de espessuras da ordem de até 1700m de rochas basálticas, (Pontal do Paranapanema, SP), com profundas modificações associadas com a abertura do Oceano Atlântico;
- b) cessado o vulcanismo basáltico, algum tempo deve ter decorrido até que sedimentos (essencialmente siliciclásticos) provenientes das bordas, pudessem atingir o interior da área de acumulação, sobre o extenso manto basáltico;
- c) a cobertura cretácea suprabasáltica possui área de ocorrência peculiar, constituindo seqüência sedimentar de depocentro distinto de outras da Bacia do Paraná (*e.g.* S-D, C-P, Tr-J, ou mesmo da Bacia do Pantanal);
- d) diversos autores, aplicando os conceitos de Sloss (1963), propuseram a compartimentação do registro sedimentar da Bacia do Paraná em seqüências (Almeida 1969, Soares *et al.* 1974, Soares & Landim 1976b). Para Soares *et al.* (1974) o "Grupo Bauru" pertence à "seqüência Épsilon", cretácea. Zalán *et al.* (1986), utilizando-se de conceitos semelhantes, dividiram a coluna estratigráfica da Bacia do Paraná em cinco unidades. A superior, de idade neocretácea, corresponde ao "Grupo Bauru", posteriormente separado (por discordância erosiva basal), como uma "seqüência deposicional" (Zalán 1989);
- e) os limites da área de ocorrência da cobertura cretácea suprabasáltica coincidem com

feições tectônicas positivas, associadas com magmatismo alcalino sin a pós-sedimentar;

f) discordâncias basais nas unidades do "Grupo Bauru" foram descritas em vários locais (Riccomini *et al.* 1981, IPT 1981c, Sousa Jr. 1984, entre outros). É lícito supor-se que representem um período de exposição generalizado do substrato basáltico, anterior ao início da sedimentação neocretácea;

g) as relações de contato entre as unidades cretáceas suprabasálticas são transicionais. Este fato, além da discordância basal, confere-lhes identidade enquanto evento sedimentar, desenvolvido em sítio deposicional de características próprias.

Apresenta-se, na Figura 42, modelo de evolução da Bacia Bauru, comparada com a Bacia de Santos (a partir de Macedo, 1989).

Almeida (1964b, *apud* Almeida 1980) denominou de Bacia do Alto Paraná, a depressão que acolheu a sedimentação cretácea superior. Apesar de ter incluído a Formação Caiuá entre os sedimentos que a preencheram, o autor praticamente excluiu desta bacia a área do Estado do Paraná. Optou-se, no presente estudo, por designar de Bacia Bauru a área de acumulação da cobertura cretácea. Influuiu nesta escolha, a maior afinidade toponímica com as denominações consagradas das unidades que abriga, agora com a inclusão do noroeste do Paraná. O nome Alto Paraná tem forte vinculação com a bacia hidrográfica do Rio Paraná, e desaconselhável semelhança com a denominação consagrada "Bacia do Paraná", à qual vinculava-se o "Grupo Bauru". Ressalta-se ainda que a setorização do Rio Paraná sofreu alterações significativas, após a construção de diversas barragens ao longo de seu curso. Por fim, evita-se a possível relação com a Formação Alto Paraná, denominação de basaltos toleíticos em território paraguaio.

A Bacia Bauru pode ser classificada como do tipo cratônico, continental interior de subsidência termal simples, tipo IS (Kingston 1983). A reativação de estruturas marginais (acompanhadas de magmatismo alcalino), e reflexos da orogenia Andina, promoveram modificações posteriores (Neocretáceo-Paleoceno) de caráter dominante provavelmente direcional.

9.2.Reconstituição paleogeográfica da Bacia Bauru

9.2.1.Paleocorrentes deposicionais

Estudos anteriores apresentam resultados de tratamento de estratificações cruzadas de partes da área, segundo métodos variados: mapas com vetores resultantes de "médias móveis" (IPT 1981b) ou rosáceas "regionais" (e.g. THEMAG 1982c, Bigarella & Mazuchowski 1985). Os métodos utilizados não discriminam quantidades, distribuição de pontos de medidas ou significado geológico das medidas, fatores aqui considerados (conforme descrito no item 2.4).

Os resultados obtidos são apresentados de forma resumida no Quadro 12, nas figuras 43, 44, e no mapa geológico. Note-se que, conforme discutido anteriormente, a pequena quantidade de medidas (em alguns casos) não compromete a confiabilidade do vetor resultante

Figura 43: Comportamento de ângulos de mergulho da estratificação cruzada, por unidade. Convenções: A = alto, M = médio, B = baixo e SH = subhorizontal.

Quadro de confiabilidade e representação gráfica dos resultados, em função da quantidade e significado geológico de medidas de estratificações cruzadas.

(Fernandes 1992)

Figura 44: Mapa de resultados de análises de paleocorrentes da área de estudos.

calculado. Em alguns locais, como por exemplo no ponto UM 33 ou na eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), verificam-se *sets* da ordem de 8m a 12m de altura, com dezenas de metros de comprimento, com estratificação tabular de atitude persistente.

A marcante tendência de rumos para o quadrante sudoeste indica constância no padrão de ventos, durante a deposição dos arenitos Caiuá. Nos casos estudados parece não ter havido mudanças significativas, visto que os resultados apresentam boa definição em diagramas e notável similaridade, independentemente da posição na bacia. Como devem representar intervalos estratigráficos variados, pode-se supor que a discreta variação de resultados reflita estabilidade do padrão de paleocorrentes eólicas. Interessante constatar ainda que os estudos anteriores supracitados apresentaram resultados relativamente concordantes, o que ratifica estas últimas considerações.

9.2.2. Distribuição das unidades litoestratigráficas e paleogeografia

O conhecimento da litoestratigrafia da cobertura cretácea suprabasáltica assenta-se em estudos desenvolvidos nas fases de caracterização e estudos regionais, no período compreendido entre os anos 50 até o início dos anos 80. Os conceitos mais recentes utilizados em Estratigrafia (sistemas deposicionais, análise de bacias e estratigrafia de seqüências) desenvolveram-se a partir dos anos 70, tendo alcançado maturidade nos anos 80. Tais fatos, por si só, apontam a necessidade de revisão estratigráfica e da organização faciológica das unidades.

A cobertura cretácea suprabasáltica ocorre, atualmente, em faixa localizada entre importantes feições regionais de direção nordeste. Tais estruturas atuaram de forma positiva em boa parte do tempo, criando uma feição em calha de mesma direção. Parecem ter desempenhado importante controle na deposição das unidades litoestratigráficas, determinando sua distribuição faciológica e preservação. As estruturas de direção noroeste atuaram ora como limites da bacia, ora como altos e baixos internos, transversais ao eixo principal. O soerguimento progressivo das bordas norte e leste expôs rochas mais antigas da Bacia do Paraná e do embasamento pré-Cambriano adjacente, fornecendo material na forma de leques aluviais da Formação Marília. Estes foram carregados para o interior da Bacia Bauru, por meio de sistemas fluviais entrelaçados da Formação Adamantina. O retrabalhamento eólico destes sedimentos alimentou os lençóis de areia da Formação Santo Anastácio, assim como o campo de dunas, instalado no interior da bacia (Grupo Caiuá), sob ação de ventos predominantes de NE para SW (Figura 45).

Ao sul do eixo do Arco de Ponta Grossa, ocorrem fácies associadas à borda do campo de dunas, além de espessuras consideráveis do Grupo Caiuá. Tais indícios sugerem que a estrutura permaneceu estável, ou teve discreto comportamento negativo durante, pelo menos, parte da deposição, quando foi encoberta pela sedimentação eólica.

Os grupos cronocorrelatos Caiuá e Bauru acumularam-se na Bacia Bauru, sobre substrato formado essencialmente por rochas basálticas do Grupo São Bento, do qual separam-se por contatos erosivos. A deposição ocorreu em ambiente desértico, sob clima semi-árido a árido (da borda para o centro). Atualmente encontram-se preservados depósitos de:

- sistema de leques aluviais marginais, representado pela Formação Marília (bordas leste e norte da bacia). Os membros Serra da Galga, Echaporã e Ponte Alta constituiriam fácies de leques proximais, distais e lagos salinos, respectivamente;

- sistema fluvial entrelaçado (*braided*), representado pela Formação Adamantina (centro-nordeste da bacia), e pela Formação Uberaba (no extremo nordeste, com contribuição de material vulcânico);

DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DEPOSICIONAIS NA BACIA BAURU

Figura 45: Modelo esquemático da distribuição de sistemas deposicionais e depósitos associados, na Bacia Bauru.

-sistema eólico central (centro-sudoeste da bacia), representado pela Formação Santo Anastácio (depósitos de lençóis de areia e extradunas) e Grupo Caiuá (depósitos de campo de dunas: Formação Rio Paraná, área central; Formação Goio Erê, periferia).

De acordo com a paleogeografia ora estabelecida, supõe-se que depósitos de *loess*, relacionados ao "deserto Caiuá", se existiram, podem encontrar-se preservados à sudoeste da área de estudo, em território paraguaio ou argentino.

A distribuição de litofácies indica que os limites atuais são erosivos, principalmente na borda leste, onde houve a remoção de parte dos depósitos marginais, possivelmente pela elevação diferenciada de setores da Serra do Mar (como na borda paranaense, por exemplo).

9.2.3. Indicadores paleoambientais

A maioria dos carbonatos, encontrados nas unidades cretáceas, ocorre na forma de calcrete (Suguio 1973, Suguio & Barcelos 1983c), em geral como cimentação carbonática, às vezes associada com nódulos, concreções e até crostas duras de carbonato de cálcio.

Moldes de cristais salinos (rosas do deserto), atribuídos a condições evaporíticas (*sabkhas* e lagos salinos), foram descritos em sedimentos da Formação Adamantina em São Paulo (Mezzalana 1974, Etcheberry *et al.* 1991). Coimbra (1976), por sua vez, identificou ocorrências locais de barita associada ao cimento carbonático de arenitos da "Formação Bauru".

A associação de esmectita com calcretes, que ocorre em vários locais (grupos Caiuá e Bauru), bem como as associações de palygorskita e sepiolita (principalmente na Formação Marília), indicam regimes de pouca circulação de água, em clima semi-árido. A caulinita associa-se à diagênese tardia e/ou à alteração intempérica posterior de esmectita e feldspatos.

Depósitos rudáceos com ventifactos são importantes indicadores paleoambientais, acumulados sob ação eólica (por deflação) em ambiente desértico. Embora relativamente comuns entre os sedimentos neocretáceos, notadamente entre os da Formação Marília, tais depósitos não têm sido assim interpretados, nem tampouco correlacionados com outros semelhantes. Pires (1982) observou, no Triângulo Mineiro, estrato horizontal de expressão regional, que considerou um "horizonte guia", formado por conglomerado rico em ventifactos, entre os depósitos da "Formação Bauru". Estes conglomerados, conhecidos como "casco de burro", pertencem, como os encontrados nos espigões de Marília/Garça e Echaporã (SP), à Formação Marília. Os depósitos rudáceos com ventifactos ou as associações faciológicas que os contêm, estão sempre relacionados com a presença de calcretes (cimentação, nódulos ou concreções), indicadores de condições semi-áridas. Considerando-se o reordenamento estratigráfico das unidades neocretáceas, os depósitos do Triângulo Mineiro, os da região de Marília e os da Litofácies Mairá, podem ser correlacionados, se não cronologicamente, ao menos geneticamente, como depósitos de deflação de ambiente desértico, reinante na Bacia Bauru durante o Cretáceo Superior.

Petri (1987) discutiu a paleogeografia dos depósitos cretáceos no território brasileiro, integrando informações de bacias interiores e de marginais continentais, fazendo ainda, considerações paleoclimáticas. Segundo o autor, predomina no Cretáceo Superior, clima quente e seco, com períodos mais úmidos. Parte desta interpretação pode ser revista, principalmente para as áreas interiores, se for considerado que a quantidade maior de água na deposição da Formação Adamantina (em clima predominantemente semi-árido) é decorrência de sua posição geográfica na bacia, e não por corresponder ao intervalo temporal (com variação climática) onde houve maior disponibilidade de água no sítio deposicional.

9.3.Reconstituição paleoambiental e condições de vida

Os fósseis do Grupo Bauru ocorrem em faixa semicircular que vai do centro para norte/nordeste da bacia, demarcando área de condições mais favoráveis à vida (devido à presença de água). Distribuem-se em ambientes contemporâneos, uma vez que os registros fossilíferos conhecidos são semelhantes, a despeito de pertencerem a unidades distintas, como Adamantina, Marília e Uberaba (depositadas em ambientes mais úmidos). São raros ou inexistentes em ambientes mais secos (formações Santo Anastácio, Rio Paraná e Goio Erê).

A dificuldade de zoneamento bioestratigráfico apontada por Mezzalana & Arid (1981), pode ser creditada à concepção estratigráfica então vigente ("empilhamento" vertical das unidades aqui consideradas contemporâneas). Afirmaram os autores que a distribuição dos fósseis tem caráter "mais geográfico que bioestratigráfico".

Pode-se, hoje, concluir que a distribuição e os tipos de fósseis encontrados indicam um clima, em geral semi-árido, inóspito na porção central da bacia, mais propício à vida em faixa semicircular, aproximadamente coincidente com a área de exposição da Formação Adamantina (Figura 46).

A riqueza de registros na Formação Adamantina, onde foi encontrada a maioria dos fósseis, indica existência de condições mais favoráveis ao desenvolvimento da vida na área de deposição da unidade, provavelmente num sistema de corpos aquosos efêmeros e canais entrela-

1- Sistema de leques aluviais (Fm. Marília); 2- sistema fluvial entrelaçado (Fm. Adamantina); 3- sistema fluvial entrelaçado com contribuição vulcânica (Fm. Uberaba); 4- depósitos de lençóis de areia e extra dunas (Fm. Santo Anastácio); 5- campo de dunas (Grupo Caiuá); 6- substrato pré-Ks; 7- embasamento pré-Є; 8- limite da área de ocorrência das unidades; 9- rumo predominante dos ventos; 10- Limite da área de maior desenvolvimento de vida; 11- províncias alcalinas (AP-Alto Paranaíba, PC-Poços de Caldas, RV/I- Rio Verde/Iporá, TA-Taiúva); 12- regiões de registro fóssilífero mais rico; 13- lagos efêmeros; 14- borda da bacia ("terras altas"); 15- limite interestadual.

(Fernandes 1992)

Figura 46: Reconstituição paleogeográfica da Bacia Bauru (Ks), baseada na distribuição atual das unidades litoestratigráficas, e de registros paleoclimáticos e fóssilíferos.

çados (Foto 54), instalado entre os leques aluviais de borda da Formação Marília, e lençóis de areia da Formação Santo Anastácio (Figura 45).

As duas únicas referências a atividades de seres vivos relacionadas a unidades do Grupo Caiuá, são possíveis pegadas de vertebrados e invertebrados (Leonardi 1977, 1989), e um provável fragmento de pinça de crustáceo, encontrado em arenito considerado "Caiuá" por Mezzalira *et al.* (1981). Esta escassez de registros de vida condiz com as condições desérticas (de campo de dunas), concebidas para a deposição da unidade. Em sedimentos da Formação Santo Anastácio, Fittipaldi *et al.* (1989) descreveram fragmentos de ossos de possível tetrápode, como primeiro registro de fósseis naquela unidade, indicativo de ambiente fluvial entrelaçado (provável *wadi* ?). A presença de algas carófitas nesta formação indica a existência de águas alcalinas (Mezzalira 1974), típicas de lagos efêmeros (*playa lakes*).

Os fragmentos ósseos retrabalhados, encontrados próximos de Santo Inácio (PR), assinalam o limite mais meridional de condições favoráveis à vida, na Bacia Bauru.

10. CONSIDERAÇÕES SOBRE ASPECTOS GEOTÉCNICOS E HIDROGEOLÓGICOS

10.1. Aspectos geotécnicos

10.1.1. Susceptibilidade à erosão dos arenitos Caiuá

A erosão acelerada apresenta-se como um dos problemas mais graves gerados em decorrência da ocupação antrópica da área de estudos, notadamente no Noroeste do Paraná. Conjugam-se neste processo fatores sócio-econômicos, como a colonização pela implantação de sistemas agrícolas imediatistas, com a rápida remoção da cobertura vegetal; e fatores físicos como a morfologia do terreno, a constituição e espessura da cobertura coluvial (localmente expressiva, a ponto de ter individualização estratigráfica proposta por Popp & Bigarella, 1975). O uso de práticas agrícolas inadequadas para coberturas mais suscetíveis à erosão, levou ao empobrecimento rápido dos solos da região.

Durante os trabalhos de campo no Paraná, pôde-se verificar notável associação entre áreas de maior incidência de processos de voçorocamento (Foto 44), e de ocorrência da Formação Rio Paraná. Ali se desenvolveram espessas coberturas coluviais arenosas, em geral da ordem de uma dezena de metros, favorecido por características próprias da unidade:

- 1) constituição granulométrica homogênea (gerando maior porosidade),
- 2) pequena quantidade de matriz/cimento argiloso (propiciando baixa coesão),
- 3) ausência de cimentação carbonática (à exceção das porções próximas do contato basal),
- 4) geometria interna mais homogênea, de maior inclinação de estratos e escassez de anisotropias consideráveis, criadas por intercalações de tipos litológicos distintos ou descon- tinuidades físicas marcantes (mais comuns na Formação Goio Erê). Ressalte-se que as feições geomorfológicas criadas por processos de erosão acelerada, em cabeceiras de drenagem na região de Loanda, Terra Rica e Pontal do Paranapanema ocorrem em domínios desta unidade.

Nas áreas de ocorrência da Formação Goio Erê, o voçorocamento é menos comum. O menor desenvolvimento da cobertura coluvial é condicionado, entre outros fatores, por particularidades litológicas da unidade, com destaque para:

- 1) maior coesão da rocha, dada pela maior quantidade relativa de matriz/cimento argiloso e, principalmente, pela incidência comum de cimentação carbonática, às vezes com formação de crostas duras;
- 2) constituição granulométrica relativamente mais heterogênea (menor porosidade); e
- 3) geometria tabular dos estratos (unidades de menor espessura, separadas por desconti- nuidades subhorizontais, com estruturação interna de menor inclinação).

10.1.2. Desagregabilidade e características litológicas

O comportamento de arenitos Caiuá (Formação Rio Paraná), enquanto substrato de grandes obras de engenharia, bem como as alterações decorrentes de sua exposição em cortes, ou no uso como material de construção, foi objeto de investigações geotécnicas na construção das usinas hidrelétricas de Rosana e Porto Primavera (Maranesi 1984, Serra Jr. & Maranesi, em preparo).

Em minucioso estudo sobre características geológico-geotécnicas dos arenitos, encontra- dos na área destas obras, Maranesi (1984) classificou-os em quatro tipos básicos, correlacio- nando-os com a coerência. A desagregabilidade após a exposição foi acompanhada no local

(ação intempérica), e em ensaios laboratoriais de umedecimento e secagem.

Admite-se aqui que a cimentação constitui principal fator de controle da desagregabilidade, atuando na desestruturação do arcabouço da rocha (expansão e contração de esmectitas), ou na sua coesão (cimentação carbonática, ou soldagem de grãos por compactação química durante a diagênese). Assim, os tipos litológicos associados a depósitos texturalmente mais imaturos, devido a presença de matriz argilosa ou cimentação autigênica derivada, desestruturam-se mais rapidamente quando submetidos a ciclos de umedecimento e secagem (naturais ou em laboratório).

A cor arroxeada, em geral, associa-se ao revestimento das superfícies de espaços intergranulares por argila autigênica, principalmente esmectita (item 6.3.3). Lembre-se que as rochas ora analisadas, provêm de cortes recentes ou de testemunhos de sondagem, onde os efeitos do intemperismo superficial (responsáveis pela alteração de esmectita em caulinita) são menores.

Maior disponibilidade de matriz argilosa, transformada parcialmente em cimento, é verificada nas litofácies associadas a depósitos de partes inferiores de dunas (arenitos laminados de menor inclinação de estratos), de interdunas (arenitos maciços), e de prováveis paleossolos encontrados logo acima do contato com basaltos (arenitos maciços e nodulares).

Os litotipos de cor marrom-avermelhado apresentam maior maturidade textural, pela melhor seleção e pela ausência ou pequena quantidade de matriz argilosa, reflexo das fácies sedimentares em que se depositaram, ou seja, partes médias a superiores de depósitos de *foresets* de dunas (arenitos com estratificação cruzada de maior inclinação).

A maior coerência original da rocha é dada pela cimentação ferruginosa (essencialmente como revestimento de grãos), e à compactação química parcial (com criação de contatos suturados). Nos casos onde houve cimentação carbonática sinsedimentar, ou nos estágios iniciais da diagênese, a compactação química foi refreada. A posterior lixiviação do cimento carbonático pode então reduzir a coesão em setores do maciço rochoso, criando zonas de menor coerência. Entre os testemunhos de sondagem analisados, verificaram-se casos aparentemente paradoxais: amostras provenientes de maior profundidade (onde a cimentação carbonática é comum) revelaram menor incidência de contatos suturados, que outras mais superficiais. Acredita-se que deve ter havido "proteção" do arcabouço à compactação, pelo cimento carbonático, posteriormente lixiviado.

Um breve reagrupamento de parâmetros granulométricos dos litotipos diferenciados por Maranesi (1984), revelou interessante correlação com a desagregabilidade (Quadro 22 e Figura 47).

A cimentação carbonática, comum na porção basal da unidade, confere maior coesão ao arcabouço da rocha, além de dificultar a circulação de água (menor modificação volumétrica de esmectitas).

tipo litológico Maranesi (1984)	cor	cimento	características geotécnicas		depósitos de	justificativas
			coerência	resistência ao intemperismo após exposição		
maciço e maciço nodular	roxo	ferruginoso	pouco coerente a incoerente	pouco resistentes	interdunas	expansão e contração de esmectitas, presente em maior quantidade nesta litofácies (principalmente no maciço)
rítmico cíclico e rítmico laminado	roxo	ferruginoso	medianamente a pouco coerente		parte inferior de dunas, interdunas	
maciço	roxo	ferruginoso e carbonático poiquilótípico	coerentes	resistentes	interdunas, paleossolo	apesar da presença de esmectita, a cimentação carbonática confere coerência ao arcabouço e reduz a circulação de água (menor permeabilidade)
rítmico cíclico e maciço	marrom-avermelhado	ferruginoso			foresets de dunas	desprezível ação de processos de expansão/contração devido à ausência ou pequena quantidade de esmectita

Quadro 22: Características litológicas de arenitos Caiuá e comportamento após exposição

CONVENÇÕES: arenitos marrom avermelhados, 1 - maciço, 2 - rítmico-cíclico; arenitos roxos, 3 - rítmico-cíclico, 4 - rítmico laminado, 5 - maciço. Note a distinção de dois grupos de tipos litológicos (que apresentam diferentes velocidades de alteração ao serem expostos ao intemperismo). Os tipos 3, 4 e 5 desagregam-se mais rapidamente, por conterem maior quantidade de argila esmectítica nos espaços intergranulares.

Figura 47: Características granulométricas dos tipos básicos de arenitos Caiuá definidos por Maranesi (1984), no Pontal do Paranapanema, e sua relação com a desagregabilidade após exposição ao intemperismo.

10.2.Aspectos hidrogeológicos

Enquanto o aquífero Bauru comporta-se como semi-confinado, em virtude da presença mais freqüente de intercalações lamíticas e cimentação carbonática, o aquífero Caiuá comporta-se como livre, por sua maior homogeneidade litológica, e decorrente permeabilidade.

Águas subterrâneas provenientes de arenitos Caiuá apresentam alto grau de demineralização, com baixíssimo teor de resíduos sólidos. Considerando-se como um único sistema hidrogeológico, dado pela transição lateral entre as unidades litoestratigráficas entre os grupos Caiuá e Bauru, este fato pode ser atribuído a processo de filtragem natural das águas, em seu curso subterrâneo para o interior da área da Bacia Bauru. Além disto, em domínios dos arenitos Caiuá, tanto estas águas, como as de recarga direta, passam por processo de retenção iônica por esmectitas (alto poder), em meio praticamente inerte (constituição quase exclusiva por sílica), alta porosidade e permeabilidade, bem com baixa cimentação carbonática, características intrínsecas da unidade.

11.DE VOLTA AO PASSADO

"...Quando eu viajava nos anos de 1933/34 através das florestas do noroeste do Paraná e no vale do Ivaí, aquela região estava completamente deserta de seres humanos. Encontramos os últimos moradores no Salto da Fogueira, e depois em todo o caminho da viagem de mais ou menos 2.400 quilômetros, na extensão de 780 quilômetros nem viva alma. ...Os animais de caça tinham-se refugiado para aquelas paragens, recuando perante a colonização crescente do país que vinha do norte, de leste e sul, bem como do Rio Paraná com seu movimento de navios...

...a caça se mostrava tão mansa, conhecendo tão pouco o perigo do homem, que eu pude filmar e tirar fotografias de antas, veados, jacarés, capivaras e aves em poucos metros de distância, sem usar um teleobjetivo. Não custaria muito conservar este estado natural impressionante e paradisíaco...

As gerações futuras da mocidade brasileira hão de ser gratas ao governo do Estado por ter em tempo efetuada a salvação das últimas manadas de caça pela criação dum reservado de floresta, conservando assim para os tempos vindouros o aspecto da pátria tal como a natureza o havia feito...

Finalizando minhas considerações, eu desejo ainda mencionar, como grato admirador das belezas naturais do Estado do Paraná, que o povo do Estado tem o cuidado de evitar a destruição do deslumbrante aspeto natural e da vida da natureza no Estado do Paraná, mais sim fiquem conservados intatos lá, onde não estorvam o homem trabalhador. Não posso imaginar uma região mais adequada para um parque de proteção aos animais de caça no Estado do Paraná do que a zona baixa e pouco fértil na região do arenito de São Bento superior - Caiuá em ambas as margens do Rio Ivaí, a qual hoje é o último refúgio dos animais de caça. Por isto devíamos despertar na população o desejo:

Mais proteção à caça e à floresta!"

Este alerta, autêntico manifesto ecológico, faz parte de considerações finais de um texto geológico clássico sobre os arenitos Caiuá, publicado por Maack em 1941! Lamentavelmente suas preocupações não sensibilizaram administradores e poderosos.

A ocupação predatória do noroeste do Paraná vem, ironicamente, reconstituindo as condições que reinaram há várias dezenas de milhões de anos, no "ancestral deserto Caiuá".

*"kaïowá quer dizer filho da floresta,
da madeira, da mata...
kaïowá é a natureza"*

(depoimento do capitão Ireno,
cacique kaïowá; Meihy 1991).

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahlbrandt, T.S. & Fryberger, S.G. 1982. Introduction to eolian deposits. In: Scholle, P.A. & Springer, D., (eds). Sandstone depositional environments. *AAPG Memoir*, 31:11-47.
- Ahlbrandt, T.S.; Andrews, S. & Gwynne, D.T. 1978. Bioturbation in eolian deposits. *Journal of Sedimentary Petrology*, 48(3):839-848.
- Almeida, F.F.M. de. 1964 . Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*. (41):169-263.
- Almeida, F.F.M. de. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Salvador, 1969. *Anais*. Salvador, SBG. p.29-46.
- Almeida, F.F.M. de. 1980. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Relatório IPT, 91. 187p.
- Almeida, F.F.M. de. 1981. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG. p.1-20.
- Almeida, F.F.M. de & Barbosa, O. 1953. Geologia das quadrículas Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. *Boletim DGM/DNPM*, (143):1-96.
- Almeida, F.F.M. de & Melo, M.S. de. 1981. A Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Publicação IPT, 1184. v.1, p.46-81. Escala 1:500.000.
- Almeida, M.A. de; Stein, D.P.; Melo, M.S. de; Bistrichi, C.A.; Ponçano, W.L.; Hasui, Y.; Almeida, F.F.M. de. 1980. Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú, 1980. *Anais*. Camboriú, SBG. v.5, p.2799-2812.
- Almeida, M.A. de; Fernandes, L.A.; Dantas, A.S.L.; Sakate, M.T.; Gimenez, A.F.; Teixeira, A.L.; Bistrichi, C.A.; Almeida, F.F.M. de. 1981. Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Bauru na região do Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.77-89.
- Amaral, G. 1977. Padrões fotogeológicos dos litofácies da Formação Bauru no estado de São Paulo, como observados em imagens LANDSAT. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., São Paulo, 1977. *Atas*. SBG/Núcleo SP. p.439-449.
- Amaral, G. & Crósta, A.P. 1983. Comportamento estrutural e estratigráfico dos diferenciados ácidos da Formação Serra Geral na porção sul da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4., São Paulo, 1983. *Atas*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.197-210.
- Amaral, G.; Cordani, U.G.; Kawashita, K.; Reynolds, J.H. 1966. Potassium-argon dates of basaltic rocks from southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 30(2):159-189.
- Amaral, G.; Bushee, J.; Cordani, U.G.; Kawashita, K.; Reynolds, J.H. 1967. Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 31(2):117-142.
- Anderton, R. 1985. Clastic facies models and facies analysis. In: Brenchley, P. J. & Williams, B.P.J. eds. *Recent Developments and Applied Aspects*. Oxford, The Geological Society/Blackwell Scientific. p.31-47.
- Asmus, H.E. 1978. Hipóteses sobre a origem dos sistemas de zonas de fratura oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. In: *Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP. (Projeto REMAC, 4). p.39-73
- Baker, C.L. 1923. The lava field of the Paraná Basin, South America. *Journal of Geology*. 31(1):69-79.
- Barbosa, O. 1934. Petrografia sedimentária e estratigrafia. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, (25):35-50.
- Barbosa, O. 1938. O arenito Caiuá e a série Bauru. *Mineração e Metalurgia*, 3(16):212.
- Barbosa, O.; Braun, O.P.G.; Dylor, R.C.; Cunha, C.A.B.R. da. 1970. Geologia da região do Triângulo Mineiro. *Boletim DGM/DNPM*, (136):1-140.

- Barcelos, J.H. 1984. Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. (Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP). 190p.
- Barcelos, J.H. 1990. Ensaio de caracterização litoestratigráfica e paleoambiental da Formação Caiuá, Cretáceo da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 1., Rio Claro, 1990. *Boletim de Resumos*. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. p.22-23.
- Barcelos, J.H. & Suguio, K. 1987. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definida em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6., Rio Claro, 1987. *Atas*. Rio Claro, SBG/Núcleo SP. v.1, p.313-321.
- Barcelos, J.H.; Landim, P.M.B.; Suguio, K. 1981. Análise estratigráfica das seqüências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.90-102.
- Bates, R.L. & Jackson, J.A. 1980. *Glossary of Geology*. Virginia American Geological Institute. 749p.
- Bigarella, J.J. 1949. Contribuição à petrografia dos arenitos da Série São Bento. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. 4:141-216.
- Bigarella, J.J. & Mazuchowski, J.Z. 1985. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSAO, 3., Maringá, 1985. *Livro guia*. ABGE/ADEA. 232p.
- Biondi, J.C.; Cava, L.T.; Soares, P.C. 1983. Mapa Geológico do Estado do Paraná. Curitiba, MINEROPAR. Escala 1:500.000.
- Biondi, J.C.; Cava, L.T.; Soares, P.C. 1989. Mapa Geológico do Estado do Paraná. Curitiba, DNPM/MINEROPAR. Escala 1:650.000.
- Bistrichi, C.A.; Carneiro, C.D.R.; Dantas, A.S.L.; Ponçano, W.L.; Campanha, G.A.C.; Nagata, N.; Almeida, M.A. de; Stein, D.P.; Melo, M.S. de; Cremonini, O.A. 1981. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Publicação IPT, 1184. Escala 1:500.000.
- Bósio, N.J. & Landim, P.M.B. 1971. Um estudo sedimentológico sobre a Formação Caiuá. *Boletim Paranaense de Geociências*, (28/29):145-157.
- Bossi, G. E.; Piccoli, A.E.M.; Pilatti, F.; Thomaz, S.L.; Jabur, J.C.; Rodrigues, M.A.; Medeiros, E.R. 1977. Paleocorrentes da Formação Botucatu nas folhas Montenegro, Novo Hamburgo, Taquara, Gravataí e São Leopoldo, RS. *Acta Geológica Leopoldensia*, (2):83-120.
- Brandt Neto, M. 1977. Estratigrafia da Formação Bauru na região do baixo Tietê. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/USP). 74p.
- Brandt Neto, M. 1984. O Grupo Bauru na região centro-norte do Estado de São Paulo. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP). 2v.
- Brandt Neto, M.; Petri, S.; Coimbra, A.M. 1978. Considerações sobre a estratigrafia e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. *Anais*. Recife, SBG. v.2, p.557-566.
- Brandt Neto, M., Barchi, N.; Barchi, S.F.; Coimbra, A.M. 1987. Ocorrência de analcima em sedimentos da Formação Adamantina em Macedônia (Estado de São Paulo), uma evidência de hidrotermalismo no Grupo Bauru. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6., Rio Claro, 1987. *Atas*. Rio Claro, SBG/Núcleo SP. v.1, p.113-121.
- Brito Neves, B.B. 1992. O fenômeno de herança nos processos tectônicos. *Boletim IG-USP. Publicação Especial*, (12):25-26.
- Brookfield, M.E. 1977. The origin of bounding surfaces in ancient aeolian sandstones. *Sedimentology*, 24 (3):303-332.
- Brookfield, M.E. 1984. Eolian sands. In: Walker, R.G. (ed). *Facies models*. 2.ed. Toronto, Geological Association of Canada. (Geoscience Canada, Reprint Series, 1). p.91-103.

- Cabral Jr., M. 1991. Avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo para depósitos sedimentares fosfáticos, evaporíticos e de metais base. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP). 238p.
- Cabral Jr., M.; Motta, J.F.M.; Tanno, L.C.; Hellmeister Jr., Z.; Coimbra, A.M. 1992. Revisão estratigráfica do mesozóico no nordeste do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2., Rio Claro, 1992. (no prelo).
- Caetano-Chang, M.R.; Wu, F.T.; Brighetti, J.M.P. 1991. Caracterização eólica de arenitos da Formação Pirambóia, proximidades de São Pedro (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., São Paulo, 1991. *Atas*. São Paulo, SBG/Núcleos SP, RJ. p.53-58.
- Coimbra, A.M. 1976. Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas fonte. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/USP). 2v.
- Coimbra, A.M. 1991. Sistematização crítica da obra. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências/USP). 54p.
- Coimbra, A.M.; Brandt Neto, M.; Petri, S. 1977. O alinhamento estrutural do Tietê. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1. São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.145-152.
- Coimbra, A.M.; Brandt Neto, M.; Coutinho, J.M.V. 1981a. Silicificação dos arenitos da Formação Bauru no Estado de São Paulo. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES. São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.103-111.
- Coimbra, A.M.; Coutinho, J.M.V.; Brandt Neto, M.; Rocha, G.A. 1981b. Lavas fonolíticas associadas ao Grupo Bauru no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.1, p.324-327.
- Collinson, J.D. 1986. Deserts. In: Reading, H.G., (ed). *Sedimentary environments and facies*. 2.ed. Oxford, Blackwell Scientific. p.95-112.
- Collinson, J.D. & Thompson, D.B. 1989. *Sedimentary structures*. 2.ed. London, Unwin Hyman. 207p.
- Cordani, H.G. & Hasui, Y. 1968. Idades potássio-argônio de rochas alcalinas do primeiro planalto do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., Belo Horizonte, 1968. *Resumo das Comunicações*. Belo Horizonte, SBG. p.3-4.
- Cottas, L.R. & Barcelos, J. H. 1981. Novas considerações sobre a geologia da região de Itaquerí da Serra, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, 70-76.
- Coutinho, J.M.V.; Coimbra, A.M.; Brandt Neto, M.; Rocha, G. A. 1982. Lavas alcalinas analcímicas associadas ao Grupo Bauru (Kb) no Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO LATINAMERICANO DE GEOLOGIA, 5., Buenos Aires, 1982. *Actas*. Buenos Aires, Servicio Geológico Nacional. v.2, p.185-195.
- Couto, E.A.do; Silva, R.B.da; Zaine, J. 1980. Estrutura de Piratininga. São Paulo, Paulipetro, Relatório Consórcio IPT/CESP. 23p.
- De Ros, L.F. de & Moraes, M.A.S. 1984. Seqüência diagenética em arenitos: uma discussão inicial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais*. SBG. v.2, p.894-904.
- Dehira, L.K.; Braga T. de O.; Ponçano, W.L.; Gimenez Filho, A.; Pires Neto, A.G.; Riccomini, C.; Melo, M.S. de. 1981. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.14-24.
- Della Fávera, J.C. s.d. As aquisições teóricas em estratigrafia e sedimentologia nos últimos vinte e cinco anos: sua incidência no ensino de graduação. *Pesquisas*, U.F.R.G.S. (no prelo).
- Della Fávera, J.C. 1991. Estratigrafia de Seqüências - Sismoestratigrafia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991. *Curso de estratigrafia de seqüências*. São Paulo, SBG/ Núcleos SP, RJ. 35p. (Apostila).
- Etchebehere, M.L. de C.; Saad, A.R.; Taddeo, J.S.A.; Hellmeister, Z. 1991. Moldes de cristais salinos no Grupo Bauru, Estado de São Paulo: implicações econômicas e paleoclimáticas. *Geociências* (UNESP). 10:101-117.

- Fernandes, L.A.; Coimbra, A.M. Considerações sobre a estratigrafia e ambientes deposicionais dos grupos Caiuá e Bauru na região do Canal de Pereira Barreto (SP). (em preparo).
- Ferreira, F.J.F. 1982. Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa. São Paulo. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências/USP).
- Ferreira, F.J.F.; Moraes, R.A.V.; Ferrari, M.P.; Vianna, R.B. 1981. Contribuição ao estudo do Alinhamento Estrutural de Guapiara. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. Atas. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.1, p.226-240.
- Fittipaldi, F.C.; Fernandes, L.A.; Simões, M.G.; Coimbra, A.M. 1989. Primeira ocorrência de tetrápodes na Formação Santo Anastácio (Cretáceo da bacia do Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16., João Pessoa, 1989. *Resumos*. João Pessoa, Sociedade Brasileira de Zoologia. p.89-90.
- Florence, G. 1907. Notas geológicas sobre o Rio Tietê no trecho estudado pela turma em 1905. In: Comissão Geographica e Geológica. *Exploração do Rio Tietê*. São Paulo, Comissão Geographica e Geológica. p.9-15.
- Florence, G. & Pacheco, J. 1929. Carta Geológica do Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo, Comissão Geographica e Geológica. Escala 1:2.000.000.
- Folk, R.L. & Ward, W. C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1):3-27.
- Freitas, R.O. 1955. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, (194):1-179. (Geologia 14).
- Freitas, R.O. 1964. Grupo Bauru. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (41):126-147.
- Freitas, R. O. 1973. Geologia e petrologia da Formação Caiuá no Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (5):1-122.
- Freitas, R.O. de. 1982. Definição estratigráfica do Grupo Bauru por sedimentogramas. *Boletim do Instituto Geológico*, (6):1-86.
- Fúlfaro, V.J. 1974. Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. *Boletim IG-USP*, 5:129-138.
- Fúlfaro, V.J. & Barcclos, J.H. 1991. Fase rifte na Bacia do Paraná: a Formação Caiuá. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3., Rio Claro, 1991. *Boletim*. Rio Claro, UNESP. p.85-87.
- Fúlfaro, V.J.; Saad, A.R.; Santos, M.V.; Vianna, R.B. 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira Geociências*, 12(4):590-610.
- Glennie, K.W. 1970. *Desert Sedimentary Environments*. Amsterdam, Elsevier. 222p.
- Gomes, C.B. & Valarelli, J.V. 1970. Nova ocorrência de rochas alcalinas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., Brasília, 1970. *Resumo das conferências e comunicações*. Brasília, SBG. p.336-337.
- Gonzaga de Campos, L.F. 1905. Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itapura. São Paulo, E.F. Noroeste do Brasil, Tipografia Ideal. 40p.
- Gordon Jr., M. 1947. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas preliminares e estudos*. DGM/DNPM, (38):1-20.
- Goudie, A. 1973. *Duricrusts in tropical and subtropical landscapes*. Oxford, Clarendon Press. 173p.
- Hasui, Y. 1968. A Formação Uberaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., Belo Horizonte, 1968. *Anais*. Belo Horizonte, SBG. p.167-179.
- Hasui, Y. 1969. O Cretáceo do oeste mineiro. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 18(1):38-56.
- Hasui, Y.; Dyer, R.C.; Iwanuch, W. 1971. Geocronologia das rochas alcalinas de Santo Antonio da Barra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, SBG. v.1, p.253-258.
- Horowitz, D.H. 1982. Geometry and origin of large-scale deformation structures in some ancient wind-blown sand deposits. *Sedimentology*, 29(2):155-180.

- Huene, F.von. 1939. Carta de F.von Huene ao Dr.Euzébio de Oliveira. *Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 4(22):190.
- Hunter, R.E. 1977. Basic types of stratification in small aeolian dunes. *Sedimentology*, 24(3):361-387.
- Instituto Geológico e Geográfico. 1947. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IGG. Escala 1:1.000.000.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1979. Investigação geológico-estrutural de parte das bacias dos rios Paraná e Paranapanema, estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. São Paulo. Relatório IPT, 12.385. v.1.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1981a. Mapeamento geológico do bloco SF-22-N (ACS-42). São Paulo. Relatório IPT, 14.768. v.1.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1981b. Mapeamento geológico do bloco SF-22-T (ACS-73). São Paulo. Relatório IPT, 14.845. v.1.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1981c. Mapeamento geológico do bloco SF-22-U (ACS-74). São Paulo. Relatório IPT, 15.377. v.1.
- Jabur, I.C. & Santos, M.L. 1984. Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. *Boletim de Geografia da Universidade Estadual de Maringá*, (2):91-106.
- King, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*. 18(2):147-265. Rio de Janeiro.
- Kingston, D.R.; Dishroon, C.P.; Williams, P.A. 1983. Global basin classification system. *AAPG Bulletin*, 67(12):2175-2193.
- Klappa, C.F. 1980. Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology*, 27(6): 613-629.
- Kocurek, G. 1981. Significance of interdune deposits and bounding surfaces in aeolian dune sands. *Sedimentology*, 28(6):753-780.
- Kocurek, G. 1988. First-order and super bounding surfaces in eolian sequences . Bounding surfaces revisited. *Sedimentary Geology*, 56: 193-206.
- Krynine, P.D. 1940. Petrology and genesis of the third Bradford sand. *Bulletin of Pennsylvania State College*, 29:1-134.
- Landim, P.M.B. & Fúlfaro, J.V. 1971. Nota sobre a gênese da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, SBG. v.2, p.277-280.
- Landim, P.M.B. & Soares, P.C. 1976. Estratigrafia da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto, 1976. *Anais*. Ouro Preto, SBG. v.2, p.195-206.
- Leonardi, G. 1977. Two new ichnofaunas, vertebrates and invertebrates, in the eolian cretaceous sandstones of the Caiuá formation in northwest Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.112-128.
- Leonardi, G. 1989. Inventory and statistics of the South American dinosaurian ichnofauna and its paleobiological interpretation. In: Gillette, D.D. & Lockley, M.G. (eds). *Dinosaur tracks and traces*. Cambridge, Cambridge University. p.165-178.
- Lima, M.R. de; Mezzalana, S.; Dino, R.; Saad, A.R. 1986. Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, 7(1/2):5-9.
- Liu, C.C. 1987. A geologia estrutural no estado do Rio de Janeiro vista através de imagens MSS do LANDSAT. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., Rio de Janeiro, 1987. *Atas*. Rio de Janeiro, SBG/Núcleos RJ, ES. p.164-188.
- Loope, D.B. 1988. Rhizoliths in ancient eolianites. *Sedimentary Geology*, 56: 301-314.
- Maack, R. 1941. Algumas observações a respeito da existência e da extensão do arenito superior São Bento ou Caiuá no Estado do Paraná. *Arquivos do Museu Paranaense*, 2: 107-129.

- Maack, R. 1947. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 2: 67-154.
- Maack, R. 1953. Mapa Geológico do Estado do Paraná. Curitiba, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. Escala 1:750.000.
- Maack, R. 1968. Geografia Física do Estado do Paraná. Curitiba, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. 350p.
- Manzini, F.F. 1990. O Cretáceo na região de Monte Alto - SP. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP). 91p.
- Maranesi, D.A. 1984. Considerações sobre aspectos geológicos-geotécnicos dos arenitos da Formação Caiuá na construção de barragens. São Carlos, Universidade de São Paulo (Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de Minas/USP). 139p.
- Marques, J.D.; Magalhães, F.S.; Serra Jr., E. 1987. Análise das feições estruturais do maciço rochoso nas fundações da barragem de Porto Primavera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., São Paulo, 1987. *Anais*. São Paulo, ABGE. v.1, p.197-208.
- McKee, E.D. & Weir, G.W. 1953. Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks. *Geological Society of America Bulletin*, 64(4): 381-390.
- Meihs, J.C.S.B. 1991. *Canto de morte Kaiowá: história oral de vida*. São Paulo, Edições Loyola. 303p.
- Mezzalana, S. 1964. Formação Caiuá. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (45):120-125.
- Mezzalana, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (51):1-163.
- Mezzalana, S. 1982. Aspectos bioestratigráficos e hidrogeológicos do Grupo Bauru. In: ENCONTRO DE GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA: O GRUPO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., São Paulo, 1981. *Publicação Especial*. São Paulo, SBG/Núcleo SP: ABAS. p.20-35.
- Mezzalana, S. & Arruda, M.R. 1965. Observações geológicas na região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 37(1):69-77.
- Mezzalana, S. & Arid, F.M. 1981. Contribuição preliminar à bioestratigrafia da Formação Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.116-129.
- Mezzalana, S.; Azevedo, A.A.B.; Tominaga, L.K.; Pressinotti, M.M.N.; Massoli, M. 1981. Léxico estratigráfico do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (5):1-161.
- Miall, A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Science Reviews*, 22(4): 261-308.
- Milani, J.M.; Kinoshita, E.M.; Araújo, L.M. de; Cunha, P.R. da C. 1990. Bacia do Paraná: possibilidades petrolíferas da calha central. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, 4 (1):21-34.
- Milward, G.B. 1935. Contribuição para a geologia do Estado de Goiás. *Escolas Profissionais Salesianas*, 98p.
- Molina E.C.; Ussami, N.; Sá, N.C. de; Blitzkow, D. 1989. Interpretação dos dados gravimétricos da parte norte da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(2): 187-196.
- Moraes Rego, L.F. de. 1983. As formações cenozóicas de São Paulo. *Anuario da Escola Politécnica*, 2: 231-267.
- Pacheco, J.A.A. 1913. Notas sobre a geologia do vale do Rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até sua confluência com o Rio Paranaíba. In: Comissão Geográfica e Geológica. *Exploração do Rio Grande e seus afluentes*. São Paulo, Comissão Geográfica e Geológica. p.33-38.
- Petri, S. 1987. Cretaceous paleogeographic maps of Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59(1/3):117-168.
- Petri, S. & Fúlfaro, J.V. 1983. Geologia do Brasil. São Paulo, T.A. Queiroz/EDUSP. 634p.

- Pereira, M.J.; Barbosa, C.M.; Agra, J.; Gomes, J.B.; Aranha, L.G.F.; Saito, M.; Ramos, M.A.; Carvalho, M.D.de; Stamato, M.; Bagni, O. 1986. Estratigrafia da Bacia de Santos: análise das seqüências, sistemas deposicionais e revisão litoestratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., Goiânia, 1986. *Anais. Goiânia, SBG. v.1, p.65-79.*
- Pires, F.R.M. 1982. Formação Bauru: controvérsias. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 54(2):369-393.
- Ponçano, W.L.; Carneiro, C.D.R.; Bistrichi, C.A.; Almeida, F.F.M. de; Prandini, F.L. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Publicação IPT, 1183. Escala 1:1.000.000.
- Ponçano, W.L.; Stein, D.P.; Almeida, F.F.M. de; Almeida, M.A. de; Melo, M.S. de. 1982. A Formação Itaqueri e depósitos correlatos no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, 1982. *Anais. Salvador, SBG. v.4, p.1339-1350.*
- Popp, J.H. & Bigarella, J.J. 1975. Formações cenozóicas do Noroeste do Paraná. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 47(supl.):465-472.
- Price, L.I. 1950. Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru do Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 22(4):473-490.
- Raja Gabaglia, G.P. 1990. Paleossismicidade e sedimentação. evidências no compartimento sul da Bacia do Recôncavo (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. *Boletim de Resumos. Natal, SBG/Núcleo NE. p.13.*
- Reineck, H.E. & Singh, I.B. 1980. *Depositional sedimentary environments*. 2.ed. Berlin, Springer-Verlag. 549p.
- Riccomini, C. 1989. O rift continental do sudeste do Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP). 256p.
- Riccomini, C.; Gimenez Filho, A.; Pires Neto, A.G.; Stein, D.P.; Almeida, F.F.M. de; Dehira, L.K.; Melo, M.S. de; Braga, T.de O.; Ponçano, W.L. 1981. Características da porção basal da Formação Caiuá no noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.34-46.*
- Riccomini, C.; Chamani, M.A.C.; Agena, S.S.; Fambrini, G.L. Fairchild, T.R.; Coimbra, A.M. 1992. Earthquake-induced liquefaction features in the Corumbataí Formation (Permian, Paraná Basin, Brazil) and the dynamics of Gondwana. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 64(2):210.
- Saad, A.R.; Campanha, V.A.; Cabral Jr., M.; Etchebhere, M.L.C.; Puleghini Filho, P.; Motta, J.F.M.; Silva, F. de P. E. 1988. Cenários do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém, 1988. *Anais. Belém, SBG. v.2., p.894-904.*
- Sad, J.H.G.; Cardoso, R.N.; Costa, M.T. 1971. Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, 1(1):2-21.
- Salamuni, R.; Landim, P.M.B.; Slongo, T.T.; Sobreiro Neto, A.F.; Paiva Filho, A. 1981. Observações sobre o ambiente de deposição da Formação Caiuá no noroeste do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.25-33.*
- Serra Jr., E. & Maranesi, D.A. Investigação e caracterização da desagregabilidade de rochas sedimentares arenosas. experiência com os arenitos Caiuá nos locais de implantação das usinas hidrelétricas Porto Primavera e Rosana. (em preparo).
- Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. 1981. Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Rio de Janeiro, DNPM. Escala 1:2.500.000.
- Scorza, E.P. 1952. Considerações sobre o arenito Caiuá. *Boletim DGM/DNPM*, (139):1-62.
- Scorza, E.P. 1956. O Arenito Caiuá e a crítica inconsistente. *Notas preliminares e estudos. DGM/DNPM*, (97):1-14.
- Serra Jr., E.; Magalhães, F.S.; Azevedo, A.A. 1986. Análise de feições estruturais para estudo do estado de tensões naturais no maciço basáltico de UHE Taquaraçu. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DE MECÂNICA DE ROCHAS, 2., Porto Alegre, 1986. *Anais. Porto Alegre, Assoc.Bras.Mec.Solos. v.2, p.252-262.*
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24(3):151-158.

- Silva, R.B. & Delmonte, E. 1987. Mineralizações de trona na Bacia do Paraná: uma possibilidade. *Brasil Mineral. Engenho e Arte*, ed.espec.,jan.1987, 5: 24-34.
- Sloss, L.L. 1963. Sequences in the cratonic interior of North America. *Geological Society of America Bulletin*, 74(2):93-114.
- Soares, P.C. & Landim, P.M.B. 1976a. Depósitos cenozóicos na região centro-sul do Brasil (1). *Notícia Geomorfológica*, 16(31):17-39.
- Soares, P.C. & Landim, P.M.B. 1976b. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in south Brazil. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 48(supl.):313-324.
- Soares, P.C.; Landim, P.M.B.; Fúlfaro, V.J. 1974. Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intracratônicas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. *Anais*. Porto Alegre, SBG. v.4, p.61-83.
- Soares, P.C.; Landim, P.M.B.; Fúlfaro, V.J.; Sobreiro Neto, A.F. 1979a. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Boletim de Resumos*. Rio Claro, SBG/Núcleo SP. p.30-31.
- Soares, P. C.; Landim, P.M.B.; Fúlfaro, V.J.; Amaral, G.; Suguio, K.; Coimbra, A.M.; Sobreiro Neto, A.F.; Giancesi, F.; Correa, W.A.G.; Castro, C.G.L. 1979b. Geologia da região sudoeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. Rio Claro, SBG/Núcleo SP. v.2, p.307-319.
- Soares, P.C.; Landim, P.M.B.; Fúlfaro, V.J.; Sobreiro Neto, A.F. 1980. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10(3):177-185.
- Soares, P.C.; Barcellos, P.E.; Csordas, S.M.; Mattos, J.T.; Ballieiro, M.G.; Menezes, P.R. 1982. Linçamentos em imagens de Landsat e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., Brasília, 1982. *Anais*. Brasília, Instituto de Pesquisas Espaciais. v.1, p.143-156.
- Sobreiro Neto, A.F.; Paiva Filho, A.; Araújo, C.H.A.; Slongo, T.T.; Seignemartin, C.L.; Couto, E.A.; Salamuni, R. 1981a. Estruturas sedimentares primárias de ambiente flúvio-deltaico da Formação Caiuá. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.60-68.
- Sobreiro Neto, A.F.; Bartorelli, A.; Araújo, C.H.A.; Nico Jr., E.L.; Seignemartin, C.L.; Couto, E. A. do; Suguio, K. 1981b. Fácies fanglomerática das formações Caiuá e Santo Anastácio no Norte do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, SBG/Núcleo SP. v.2, p.47-59.
- Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo. 1981. MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. 129 p.
- Sousa Jr., J.J. de. 1984. O Grupo Bauru na porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais*. Rio de Janeiro, SBG. v.2, p.944-957.
- Spiegel, M.R. 1972. *Estatística*. São Paulo, Mac Graw-Hill. 580p.
- Stein, D.P.; Melo, M.S. de; Bistrichi, C.A.; Almeida, M.A. de; Hasui, Y.; Ponçano, W.; Almeida, F.F.M. de. 1979. Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. Rio Claro, SBG/Núcleo SP. v.2, p.291-306.
- Stokes, W.M.L. 1968. Multiple parallel-truncation bedding planes. A feature of wind-deposited sandstone formations. *Journal of Sedimentary Petrology*, 38(2): 510-515.
- Suguio, K. 1973. Formação Bauru: calcários e sedimentos detríticos associados. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências). 2v.
- Suguio, K. 1981. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.15-26.

- Suguio, K.; Fúlfaro, V.J.; Amaral, G.; Guidorzi, L.A. 1977. Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, SBG/Núcleo SP. p.231-247.
- Suguio, K. & Barcelos, J.H. 1983a. Paleoclimatic evidence from Bauru Group, Cretaceous of the Paraná basin, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(4):232-236.
- Suguio, K. & Barcelos, J.H. 1983b. Significado paleoambiental de estrutura "boudinóide" e outras feições presentes na seção tipo da Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru, Estado de São Paulo. *Boletim IG-USP*, 14:49-54.
- Suguio, K. & Barcelos, J.H. 1983c. Calcretes of the Bauru Group (Cretaceous), Brazil: petrology and geological significance. *Boletim IG-USP*, 14:31-47.
- THEMAG Engenharia. 1982a. Geologia da região limitada pelos paralelos 22º e 23º S e meridianos 51º e 52º W, RT227/82; bloco SF-22-O (ACS-43).
- THEMAG Engenharia. 1982b. Geologia da região limitada pelos paralelos 24º e 25º S e meridianos 52º e 53º W, RT242/82; bloco SF-22-B (ACS-75).
- THEMAG Engenharia. 1982c. Geologia da região limitada pelos paralelos 23º e 24º S e meridianos 53º e 54º W, RT249/82; bloco SF-22-S (ACS-72).
- Tucker, M.E. 1988. *Sedimentology Petrology: An Introduction*. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 252p.
- Turner, P. (ed). 1980. *Continental red beds*. Amsterdam, Elsevier. 562p.
- Walker, R.G.(ed). 1984. Facies, facies sequences and facies models. In: *Facies Models*. 2.ed. Toronto, Geological Association of Canada. (Geosciences Canada. Reprint Series, 1). p.1-9.
- Warren, A. 1972. Observations on dunes and bi-modal sands in the Ténéré desert. *Sedimentology*, 19(1):37-44.
- Washburne, C.W. 1930. Petroleum geology of the state of São Paulo. Brasil. *Boletim da Comissão Geographica e Geológica*, 22:1-282.
- Wilson, I.G. 1972. Aeolian bedforms. Their development and origins. *Sedimentology*, 19(3/4):173-210.
- Zalán, P.V. 1989. A evolução estratigráfica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1., Rio de Janeiro, 1989. *Boletim de Resumos*. Rio de Janeiro, SBG/Núcleo SP. p.206-207.
- Zalán, P.V.; Conceição, J.C.J.; Wolff, S.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.I.; Neto, E.V.S.; Cerqueira, J.R.; Zanotto, O.A.; Paumar, M.L. 1986. Análise regional integrada da Bacia do Paraná. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. (inédito).

Legenda de fotos

1. Vista aérea de anomalia local de relevo: cabeceiras de drenagem em anfiteatro de encostas mais inclinadas; afluente da margem direita do Rio Paranapanema, Pontal do Paranapanema.

2. Mesma feição da foto anterior, cabeceiras da água Vermelha (Faz. Santa Maria, SW de Nova Londrina, PR). Próximo do ponto NL 113.

3. Vista a partir do topo do Morro dos Três Irmãos (ponto GC 62), elevação anômala regional sustentada por rocha silicificada, em relevo suave de colinas amplas, típico dos arenitos Caiuá (ao fundo).

4. Face nordeste do Morro dos Três Irmãos (PR). Ponto GC 62.

5. Face oeste do Morro do Diabo (SP): elevação anômala sustentada por rocha silicificada. Ponto SA 94 (rod.SP 613).

6. Morrotes alongados segundo a direção N80E, formando relevo anômalo sustentado por arenito parcialmente silicificado. Margem esquerda do Rio Paraná, próximo de Porto Rico, PR. (ponto LO 60).

FOTOS

1

2

3

4

5

6

Legenda de fotos

7. Arenito Caiuá silicificado, com estratificação cruzada tabular. Fazenda Santa Ida, SP (ponto RP 27). Cor original: marron claro (rosado), alterada no processo de reprodução xerográfico.

8. Relevo colinas de topo plano e encostas com cornijas, típico da Formação Adamantina. Norte de Planalto do Sul, PR.

9. Relevo de morrotes, residual de superfície de aplainamento associada com formação de crostas limoníticas, próximo de Umuarama (ponto UM 35).

10. Depósito rudáceo de fragmentos angulosos de arenito limonitizado em matriz arenosa, encontrado na base de colúvio arenoso, acima do contato com arenitos Caiuá (ponto UM 64).

11. Superfícies de truncamento de primeira ordem (st1). Parede esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), imediações da estaca 45, entre cotas 252 e 263m.

12. Depósitos de construções eólicas barcanóides de grande porte em arenitos da unidade Rio Paraná. Corte transversal à direção predominante de paleoventos, exibindo padrão festonado (ponto PV 44, corte SW).

13. Estratificação cruzada tabular de grande porte, em arenitos da unidade Rio Paraná, em corte paralelo à direção predominante de paleoventos. Corte da rodovia Cruzeiro do Oeste/Umuarama (ponto UM 33). Cor original: marron avermelhado, alterada no processo de reprodução xerográfico.

Legenda de fotos

14.Estratificação cruzada de grande porte, tangencial na base, em arenitos da unidade Rio Paraná: depósitos de *foresets* de dunas barcanóides (litofácies Df), em corte subparalelo à direção dominante de paleoventos, com intercalações de depósitos de interdunas secas (litofácies Di). Parede direita da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), imediações da estaca 32, entre cotas 242 e 263m.

15.Detalhe de estratificação cruzada tabular tangencial na base. Parede esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34), próximo da estaca 42, cota do piso: 263m.

16.Laminação subhorizontal de depósito de interduna (litofácies Di), ponto NL 100.

17.Lamelas encurvadas de lama (*curled mudflakes*), assinaladas com c, em depósitos de interduna úmida. Abaixo das lamelas ocorre uma lente de lamito argiloso (a). Ponto TP 89.

18.Arenitos da unidade Rio Paraná: Df - litofácies com estratificação cruzada tabular de grande porte, correspondente a depósitos de *foresets* de dunas e Di - litofácies constituída por intercalações de bancos subhorizontais maciços, de maior imaturidade textural, com espessura decimétrica, correspondente a depósitos de interdunas secas. Parede esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34).

19.Detalhe da estratificação em arenito da unidade Rio Paraná (testemunho da sondagem SP 7). Margem esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34).

20.Detalhe da laminação subhorizontal em arenito da unidade Rio Paraná (testemunho da sondagem SP 7). Margem esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34).

21.Parte inferior de dunas exibindo realce da estratificação cruzada por crostas carbonáticas. Margem esquerda do Rio Paraná, a montante do ponto PB 59. Cor original: marron avermelhado, alterada no processo de reprodução xerográfico.

22.Único caso de construção eólica do tipo *seif* (longitudinal) verificado em campo. Ponto TP 31.

14

~20 m

Di

Df

1 m

15

16

17

18

19

Df

Di

20

21

1 m

22

Legenda de fotos

23. Arenitos da unidade Rio Paraná com estratificação cruzada tabular, exibindo estrato lenticular criado por fluxos de grãos. Margem esquerda do Rio Paraná (ponto LO 53).
24. Detalhe da estrutura descrita na foto anterior, em amostra retirada no mesmo local (ponto LO 53).
25. Estruturas de deformação criada por deslizamentos na parte frontal de dunas, com fragmentos rotacionados formando brecha interestratal (ponto CL 4). Cor original: marron arroxeado, alterada no processo de reprodução xerográfico.
26. Arenito de granulação grossa (pouco freqüente), em arenitos da unidade Rio Paraná, em corte da rodovia SP 613, no sopé do Morro do Diabo (ponto SA 94).
27. Arenito de cor esverdeada. Margem direita do Rio Paraná (ponto LO 93).
28. Contato inferior da unidade Rio Paraná a Formação Serra Geral. Entre o topo do basalto e arenitos com estratificação cruzada (alto da foto) ocorre um banco de arenito texturalmente imaturo, maciço ou localmente com estratificação subhorizontal mal definida (paleossolo), que preenche fraturas do topo do basalto (diques cláticos). Ombreira esquerda, jusante da área de montagem da Usina de Porto Primavera (ponto LO 34).
29. Brecha basal da unidade Rio Paraná, com cerca de 1 metro de espessura, constituída por clastos angulosos de basalto em matriz argilo-arenosa (ponto PN 79).
30. Parte basal da unidade Rio Paraná, exibindo arenito com laminação subhorizontal passando a maciço, com cimentação carbonática e nódulos de argila. Margem esquerda da eclusa de Porto Primavera (testemunho da sondagem SP 7).
31. Crosta (c) em arenito com cimento carbonático (calcretes) na porção basal da unidade Rio Paraná. Margem direita do Rio Paraná (MS), obras da Usina de Porto Primavera (testemunho da sondagem SP 20).
32. Ondulação de adesão no contato entre estratos subhorizontais (depósitos de interduna) e inclinados (depósitos de *foresets* de duna). Testemunho de sondagem SP 7, da margem esquerda da eclusa de Porto Primavera.

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

Legenda de fotos

33. Intercalações de espessura métrica de arenitos com estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte (litofácies df) e bancos subhorizontais maciços a mal estratificados (litofácies di). Cimentação e crostas carbonáticas (calcretes) são comuns nestas litofácies (unidade Goio Erê). Ponto MB 16

34. Detalhe do afloramento da foto 33: crostas carbonáticas concordantes com a estratificação e uma subhorizontal, discordante (ponto MB 16). Cor original: marron arroxeado, alterada no processo de reprodução xerográfico.

35. Estratificação cruzada acanalada com cimentação e concreções nodulares de carbonáticas (ponto MB 14). Cor original: marron arroxeado claro, alterada no processo de reprodução xerográfico.

36. Concreções carbonáticas nodulares em bancos subhorizontais de arenitos maciços ou com estratificação plano-paralela mal definida, em depósitos de interdunas úmidas (litofácies di, unidade Goio Erê). Ponto MB 15.

37. Vista geral do corte de rodovia descrito na foto 33.

38. Planos de falhas direcionais de atitude EW/subverticais. Parede esquerda da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34).

39. Falha normal de deslocamento centimétrico em arenito. Montante do muro esquerdo da Usina de Porto Primavera (ponto LO 34).

Legenda de fotos

40. Deformações convolutas da estratificação atribuídas a atividades sísmicas sinsedimentares ocorridas na bacia (sismitos). Parede direita da eclusa de Porto Primavera (ponto LO 34, entre estacas 43 e 47, entre cotas 248 e 263m). Ver seção C2, Figura 14.

41. Arqueamento de estratos subhorizontais em arenitos da unidade Goio Erê (prováveis deformações de origem tectônica pós-sedimentar). Ponto SF 28.

42. Deformação da estratificação em arenitos da unidade Rio Paraná (de provável origem tectônica pós-sedimentar). Margem esquerda do Rio Paraná, a montante do ponto PB 59.

43. Estratificação (e) dobrada por prováveis deformações pós-sedimentares de origem tectônica. Ponto UM 75.

44. Voçorocamento na cobertura coluvionar com cerca de 12m de profundidade, em área de ocorrência da Formação Rio Paraná. Cabeceiras do Córrego Fuzeta, imediações de Nova Londrina (PR).

45. Depósitos de deflação da litofácies Mairá (Formação Santo Anastácio), constituídos por conglomerados de matriz arenosa, textural e mineralogicamente imatura, e clastos de arestas arredondadas, centimétricos (até 15 cm), com intercalações de lentes arenosas. Frequentemente os clastos apresentam forma tetraédrica característica de ventifactos e textura superficial com brilho sacaróide devido à deposição posterior de sílica. Esta litofácies ocorre na área de transição entre as formações Santo Anastácio e Rio Paraná, considerada como zona periférica do "campo de dunas Caiuá" (ponto IP 148).

46. Ventifactos da litofácies Mairá (ponto IP 148). Escala em centímetros.

40

10m

41

42

1m

44

43

e

45

46

Legenda de fotos

47.Aspecto típico da Formação Santo Anastácio: arenitos em bancos maciços, às vezes com estratificação incipiente de baixa inclinação a subhorizontal (ponto PE 17). Cor original: marron avermelhado claro, alterada no processo de reprodução xerográfico.

48.Situação excepcional de contato brusco entre arenitos da Formação Rio Paraná (rp) e da Formação Santo Anastácio (sa). Logo acima do contato ocorrem seixos (s) de formas irregulares, esparsos, constituídos por grãos de areia cimentados por sílica (possíveis silcretes?). Ponto CL 150.

49.Arenito fino de aspecto maciço da Formação Santo Anastácio, silicificado e seccionado por vênulas da calcita. Fazenda da Floresta, Pontal do Paranapanema, SP (ponto RA 105).

50.Lente de lamito na porção basal da Formação Santo Anastácio, pouco acima do contato com a Formação Serra Geral (ponto AS 188).

51.Exposição em corte de rodovia de litofácies típicas da Formação Adamantina na área: arenitos essencialmente finos, maciços, em corpos tabulares de até 1 metro de espessura, com intercalações lenticulares de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada e de lamitos maciços, de até 30 cm de espessura. Neste local, no lado oposto da rodovia (corte W), foram encontrados dois fragmentos semelhantes de ossos fósseis, ocorrência mais meridional da Bacia Bauru. Rodovia PR 317, km 83,6 (ponto CL 135).

52.Detalhe em banco de arenito texturalmente imaturo, com fragmentos de lamito associados a estratificação cruzada acanalada, indicativos de retrabalhamento de depósitos marginais (canibalismo). Formação Adamantina. Rod. PR 317, km 82,5 (ponto CL 137).

53.Um dos fragmentos de ossos encontrados no ponto CL 135 (foto 51). Tem forma achatada (seção transversal elíptica, com 3,5 cm de eixo maior, 1,5 cm de eixo menor), 20 cm de comprimento, com discreta curvatura. Encontrava-se imerso em arenito maciço, fino a muito fino, com clastos siltosos de dimensões centimétricas. A ocorrência situa-se pouco acima de uma lente de lamito siltoso.

54.Suposto ambiente deposicional da Formação Adamantina: sistema fluvial entrelaçado, com extensas planícies aluviais associadas a lagos efêmeros, onde houve melhores condições para o desenvolvimento da vida, Cretáceo Superior. (Ilustração de Guta, CIÊNCIA HOJE, 1984, vol.3, n° 15)

Legenda de fotomicrografias

55.Laminação característica, criada por segregação granulométrica típica de processos eólicos. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra C, ponto LO 61, polarizadores paralelos, aumento original de 38 vezes. Unidade Rio Paraná.

56.Detalhe de grão constituído por rocha básica (esqueleto de ripas de plagioclásio), em avançado estado de alteração (diagenética). Quartzo-arenito; seção delgada da amostra A, ponto CL 135, polarizadores paralelos, aumento original de 150 vezes. Formação Adamantina.

57.Arenito silicificado, exibindo contornos originais de grãos. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra G, ponto GC 62, polarizadores paralelos, aumento original de 150 vezes. Morro dos Três Irmãos, unidade Rio Paraná.

58.Detalhe do revestimento de poros por sílica, com desenvolvimento de faces de cristalização. Quartzo-arenito silicificado; seção delgada da amostra A, ponto GC 62, polarizadores paralelos, aumento original de 380 vezes. Morro dos Três Irmãos, unidade Rio Paraná.

59.Crescimento secundário de sílica durante a sedimentação ou em fase inicial da diagênese (arcabouço sem compactação química, grãos em contato pontual). Quartzo-arenito subarco-seano; seção delgada da amostra A, ponto IP 148, polarizadores cruzados, aumento original de 150 vezes. Formação Santo Anastácio, litofácies Mairá.

60.Revestimento de poros por sílica. Quartzo-arenito silicificado; meV de amostra do ponto PE 18, aumento original de 400 vezes. Unidade Rio Paraná.

61.Revestimento de poros por argila autigênica (notar que no contato entre grãos não ocorre deposição) A película de óxido de ferro que envolve os grãos, no entanto, está ligada a processos sinsedimentares ou no máximo pré-soterramento. Quartzo-arenito; seção delgada da amostra C, ponto LO 61, polarizadores cruzados, aumento original de 380 vezes. Unidade Rio Paraná.

62.Quartzo-arenito submaturo. Seção delgada da amostra G (matriz dos fragmentos de ossos), ponto CL 135, polarizadores paralelos, aumento original de 38 vezes. Formação Adamantina.

Legenda de fotomicrografias (m.e.v.)

63.Esmectita autigênica, revestindo grãos detríticos arredondados. Aumento original de 600 vezes. Amostra A do ponto MB 16, unidade Goio Erê.

64.Esmectita autigênica revestindo grãos detríticos, com maior detalhe, em outra amostra do mesmo local. Aumento original de 1.600 vezes. Amostra C do ponto MB 16, unidade Goio Erê.

65.Caulinita autigênica. Aumento original de 4.000 vezes. Amostra A do ponto MB 13, unidade Goio Erê.

66.Caulinita autigênica vermiforme. Aumento original de 4.000 vezes. Amostra B do ponto PE 17, Formação Santo Anastácio.

67.Caulinita autigênica. Aumento original de 1.500 vezes. Amostra A do ponto CL 137, Formação Adamantina.

68.Esmectita detrítica. Aumento original de 5.000 vezes. Amostra B da sondagem SP 14, da eclusa de Porto Primavera, unidade Rio Paraná.

69.Esmectita detrítica (d, à esquerda) passando a autigênica (a, à direita). Aumento original de 3.500 vezes. Amostra E da sondagem SP 02, da eclusa de Porto Primavera, unidade Rio Paraná.

70.Feldspato (f) em alteração, passando a esmectita autigênica (e). Aumento original de 6.000 vezes. Amostra C do ponto PN 19, Formação Rio Paraná.

FOTOMICROGRAFIAS (m.e.v.)

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria SHEPARD(1954)	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais (RX e/ou mev)	Litofácies
IAS 1	395	130 km a WNW de Cuiabá Paulista (SP)	RP	larenito silicificado	IRX,MEV	-	-	k	Df
IAS 2	580	Astorga	SA	larenito fino, macico	IML,MP,RX,MEV	-	-	e,k(a)	la
IAS 3 A	580	Vale do rio Bandeirantes do Norte	Ad(/SA?)	larenito medio, macico	IGR,PT,RX,MEV	areia	-	e,k(a),i?	pt
IAS 3 B	580	Idem	Ad	larenito medio, estr.plano-paralela	IML,MP,RX,MEV	-	-	e(a)	pt
IAS 3 C	580	Idem	Ad	larenito fino,estrat.plano-paralela	IRX,MEV	-	-	k(a),e	pt
IAS 3 D	580	Idem	Ad	siltito	IRX,MEV	-	-	e,i?	pt
IAS 3 E	580	Idem	Ad	larenito fino,estrat.plano-paralela	IGR,PT,RX,MEV	areia siltica	qz-arenito	e(a),k,i?	pt
IAS 3 F	580	Idem	Ad	siltito (mesma camada de AS 3D)	-	-	-	-	pt
ICL 4 A	435	Rodovia Colorado/Maringá	RP	larenito fino,estr.(lamin.)cruzada	IML,MP,RX,MEV	areia	-	e(a)	Df
ICL 4 B	435	Idem	RP	larenito fino,estr.(lamin.)cruzada	IML,MP,RX,MEV	areia	-	e(a)	Df
ICL 4 C	435	Idem	RP	larenito fino,estr.(lamin.)cruzada	IGR,RX,MEV	areia argilosa	-	e(a)	Df
ICL 4 D	435	Idem	RP	larenito fino,estr.(lamin.)cruzada	IGR,RX,MEV	areia	-	e(a)	Df
ICL 4 E	435	Idem	RP	larenito fino,estr.(lamin.)cruzada	PT,RX,MEV	-	-	e(a),i?,k?	Df
ICL 5 A	500	Rodovia Colorado/Maringá	Ad/SA	larenito fino, macico	IRX,MEV	-	-	k(a)	pt
ICL 5 B	500	Idem	Ad	larn.fino/m.fino,estr.pl.-paralela	IRX,MEV	-	-	e?,k?	pt
ICL 5 C	500	Idem	Ad	larn.fino/m.fino,estr.pl.-paralela	IRX,MEV	-	-	i,k(a)	pt
ICL 5 D	500	Idem	Ad/SA	larenito fino, macico	IRX,MEV	-	-	k(a),i	pt
ICN 6	-	Cianorte	RP	larenito silicificado	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	Df
ICN 7	480	Cianorte	GE	larenito medio,estr.cruzada(lamin.)	IRX,MEV	-	-	k	df
ICN 8	480	Cianorte	GE	larn.fino/m.fino.laminado	IRX,MEV	-	-	e(a)	di
ICS 9 A	490	Rod.Guaraci/Centenário do Sul(PR 70)	Ad	larenito medio/fino, macico	IRX,MEV	-	-	e(d?)	pt
ICS 9 B	490	Idem	Ad	larn.fino/silt.,estr.pl.-par.incip.	IML,MP,RX,MEV	-	-	e(d/a),i	pt
ICS 10 A	490	Rod.Guaraci/Centenário do Sul(PR 70)	Ad	larenito medio/fino, macico	IGR,RX,MEV	areia	-	k,i,cm??	pt
ICS 10 B	490	Idem	Ad	larn.fino/siltito,estr.pl.-paralela	IGR,RX,MEV	areia argilosa	-	k,i,e??	pt
ICS 10 C	490	Idem	Ad	larenito medio, estrat. cruzada	IGR,PT,ML,MP,RX	areia	qz-ar.sa.sl.	k,i,cm?	bc
IGA 11	320	Rodovia BR 272	RP	larn.fino/m.fino,estr.cruz.(lamin.)	IML,MP,RX,MEV	-	-	k(a)	Di
IMB 12 A	645	Rodovia Campo Mourão/Goio Ere	GE	larn.fino, estrat.cruz.(laminacao)	IRX,MEV	-	-	k(a),cm,i??	df
IMB 12 B	645	Idem	GE	larenito fino, macico	IML,MP,RX,MEV	-	-	k(a)	di
IMB 12 C	645	Idem	GE	larn.fino,laminacao subhorizontal	-	-	-	-	df
IMB 13 A	600	Rodovia Campo Mourão/Goio Ere	GE	larenito fino, estrat.cruz.(lamin.)	IML,MP,RX,MEV	-	-	k(a)	df
IMB 13 B	600	Idem	GE	larenito fino, macico	IRX,MEV	-	-	k,h?	di
IMB 14 A	579	Rodovia Campo Mourão/Goio Ere	GE	larenito fino, estrat.cruz.(lamin.)	IRX,MEV	-	-	e(a)	di
IMB 14 B	579	Idem	GE	larn.fino/m.fino,lam.pl.-par.subh.	IML,MP,RX,MEV	-	-	e(a)	di
IMB 15 A	540	Rodovia Campo Mourão/Goio Ere	GE	larenito fino, macico	IML,MP,RX,MEV	-	-	e(a)	di
IMB 15 B	540	Idem	GE	larenito fino,estr.pl.-paral.subh.	IRX,MEV	-	-	e(a)	di

Anexo 3

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria SHEPARD(1954)	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais (RX e/ou mev)	Litofácies
IMB 15 C	540	Idem	GE	calcrete nodular	IPT,RX,MEV	-	qz-ar.sa.	e(a)	di
IMB 16 A	520	Rodovia Campo Mourão/Goio Ere	GE	larenito fino, macico	IRX,MEV	-	-	e(a)	di
IMB 16 B	520	Idem	GE	larn.fino,estr.plano-paralela subh.	IRX	-	-	e,k,cm??	di
IMB 16 C	520	Idem	GE	larn.fino/medio,estr.cruz.(lamin.)	IRX,MEV	-	-	e(a)	df
IPE 17 A	365	Vale do rio Santo Anastacio (SP)	SA	larenito fino, estratific. cruzada	IGR,HL,MP,RX,MEV	areia	-	k(a)	df
IPE 17 B	365	Idem	SA	larenito fino, macico	IGR,RX,MEV	areia	-	k(a)	la
IPE 17 C	365	Idem	SA	larn.fino,estr.plano-paralela subh.	IPT,RX,MEV	areia	qz-ar.sa.	k(a),i	la
IPE 17 D	365	Idem	SA	largilito, macico	IGR,RX,MEV	argila siltica	-	k(a),i	di
IPE 18	340	Fazenda Alegria (SP)	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	-	-	-	-	df
IPN 19 A	360	Indianópolis	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	IRX,MEV	-	-	k(a)	df
IPN 19 B	360	Idem	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	IRX	-	-	k?	df
IPN 19 C	360	Idem	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	MEV	-	-	e(a)	df
IPN 19 D	360	Idem	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	-	-	-	-	df
IPN 19 E	360	Idem	RP	larn.fino,estrat.cruz.,silicificado	-	-	-	-	df
IPN 20	320	Rodovia Tapira/Cidade Gaucha	RP	larn.fino,arg.,estr.pl.-par.,carb.	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	Di
IPN 21	320	INE de Cidade Gaucha	RP	larenito medio/fino,estrat.cruzada	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	Di
IPR 22	410	Rodovia BR 272, a 4 km E de Guaiporã	RP	larenito fino,estrat.cruzada	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	df
IRA 23 A	380/400	Vale do correço das Antas (SP)	Ad	larn.fino e silte/argil.,intercal.	IGR,MEV	areia argilosa	-	k??	pt
IRA 23 B	380/400	Idem	Ad	larn.fino e silte/argil.,intercal.	IGR,HL,MP,RX,MEV	areia siltica	-	k?	pt
IRA 23 C	380/400	Idem	SA/Ad	larenito fino, macico	IGR,MEV	areia siltica	-	e(a)	pt
IRA 23 D	380/400	Idem	Ad	larenito fino com niveis argilosos	IGR,RX	areia	-	e,i?	pt
IRA 24 A	380/400	Vale do correço da Jacutinga (SP)	SA	larenito fino/medio, macico	IPT,RX,MEV	-	-	k(a)	la
IRA 24 B	330/80	Idem	SA	larenito fino/medio, macico	IRX,MEV	-	-	k(d)	la
IRA 24 C	330/80	Idem	SA/Ad	larenito muito fino/fino, macico	IPT	-	qz-ar.sa.sl.	-	la
IRA 24 D	330/80	Idem	Ad	larenito muito fino/fino, macico	IRX,MEV	-	-	e(d)	pt
IRA 24 E	330/80	Idem	Ad	larenito muito fino/fino, macico	IRX,MEV	-	-	e,i?	pt
IRA 24 F	330/80	Idem	Ad	larenito muito fino, macico	IGR,RX,MEV	areia	-	e(d)	pt
IRA 24 G	(330)/80	Idem	Ad	larn.muito fino/silt.,estr.pl.-par.	IPT,MEV	-	qz-arenito	e(a)	pt
IRA 25 A	380/410	Cabeceira, correço da Jacutinga(SP)	Ad	larenito fino/m.fino,estrat.cruzada	IRX,MEV	-	-	e(d),i	bc
IRA 25 B	380/410	Idem	Ad	larn. muito fino/fino,estr.pl.-par.	IRX,MEV	-	-	e(d),i	pt
IRP 26	410	Bairro Santa Ida (SP)	SA/Ad	lar.fino,est.pl.-par.;ar.med.macico	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	pt
IRP 27 A	390	Fazenda Santa Ida (SP)	RP	larn.medio,estr.cruz.,silicificado	-	-	-	-	df
IRP 27 B	390	Idem	RP	larn.medio,estr.cruz.,silicificado	IGR,RX,MEV	areia	-	e,k(a)	df
IRP 27 C	(~400)	Idem	RP/SA	larn.medio/fino,macico,silicificado	IRX	-	-	k,e?	la
IRP 27 D	(~400)	Idem	RP/SA	larn.medio/fino,macico,silicificado	MEV	-	-	k(a)	la

Anexo 3

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria (SHEPARD(1954))	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais (RX e/ou xev)	Litofácies
IRP 27 E	424	Idem	Ad	larn.medio, macico(?), silicificado	RX,MEV	-	-	k(a)	pt?
IRP 27 F	444	Idem	Ad	larn.medio, macico(?), silicificado	GR,ML,MP,RX,MEV	areia	-	k,i	pt?
IRP 27 G	445	Idem	Ad	larn.medio, macico(?), silicificado	-	-	-	-	pt?
IRP 27 H	445	Idem	-	lpseudomorfos de pirita?	-	-	-	-	-
ISF 28 A	560/80	Iguaracu	GE/SA	larenito fino,estrat.plano-paralela	ML,MP,RX,MEV	-	-	e(d)	la
ISF 28 B	560/80	Idem	GE/SA	larenito fino,estrat.plano-paralela	RX,MEV	-	-	e	la
ISF 28 C	560/80	Idem	GE/SA	larenito fino,estrat.plano-paralela	ML,MP,RX,MEV	-	-	e,k?	la
ISF 28 D	560/80	Idem	GE/SA	larn.medio/fino,estrat.pl.-paralela	RX,MEV	-	-	e	la
ISF 28 E	560/80	Idem	GE/SA	larn.medio/fino,estrat.pl.-paralela	ML,MP,RX,MEV	-	-	e(a)	la
ISF 28 F	560/80	Idem	GE/SA	lcalcedonia	IMEV	-	-	-	-
ISF 28 G	560/80	Idem	GE/SA	larenito medio/fino,estrat.cruzada	IRX,MEV	-	-	e(a),i	df
ICS 29	325	Rodovia Lupionopolis/Santo Inacio	SG	larenito fino/siltito	IRX	-	-	i,e?	itp
ISI 30 A	380	Santo Inacio	Ad(/SA?)	larenito medio/fino, macico	IRX,MEV	-	-	e(a)	pt
ISI 30 B	380	Idem	Ad	larenito medio, estratific. cruzada	RX,MEV	-	-	k(d?)	bc
ISI 30 C	380	Idem	Ad	larn.fino/siltito,estr.pl.-paralela	RX,MEV	-	-	k,i	pt
ITP 31	310	Corrego 215	RP	larenito fino, estratific.cruzada	GR,RX,MEV	areia	-	k,e?(a)	Df
ITP 32	360	Ivate	RP	lar.fino e medio,estr.cruz.(lamin.)	IRX	-	-	k	Df
IUM 33 A	440	Cruzeiro do Oeste	RP	larn.fino/m.fino e medio,estr.cruz.	GR,RX	areia	-	k	Df
IUM 33 B	440	Idem	RP	larn.fino/m.fino e medio,estr.cruz.	GR,ML,MP,RX	areia	-	k	Df
ILO 34 A	218	U.H.E. Porto Primavera (SP)	SG	lbasalto "pouco denso"	-	-	-	-	der
ILO 34 B	218	Idem	RP	lar.fino/medio,estr.cruz.,cim.carb.	-	-	-	-	Df(b)
IUM 35 A	460	Umuarama	RP	larenito fino, macico	IRX	-	-	k	Df(?)
IUM 35 B	460	Idem	QT	lcrosta limonitica	-	-	-	-	crl
IUM 36	478	INE de Umuarama,morrote das torres	QT	larn.fino,macico;crostas limonitic.	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	crl
IBT 37 A	350/60	Canal de Pereira Barreto (SP)	SA	larenito fino, macico	IMEV	-	-	e(d)	la
IBT 37 B	350/60	Idem	SA	larenito fino, macico	GR,MEV	areia siltica	-	e	la
IBT 37 C	350/60	Idem	SA	lar.fino,macico,fossil.(frag.ossos)	IMEV	-	-	e	la
IBT 37 D	350/60	Idem	SA	lar.fino,macico,fossil.(frag.ossos)	IMEV	-	-	e	la
IBT 37 E	350/60	Idem	SA	lar.fino,macico,fossil.(frag.ossos)	-	-	-	-	la
IBT 37 F	350/60	Idem	SA	lar.fino,macico,fossil.(frag.ossos)	IMEV	-	-	e(d)	la
IHA 38	565	Rodovia BR 373, proximo a Iguatemi	GE	larn.fino/m.fino,estr.cruz.(lamin.)	nao amostrado	nao amostrado	-	nao amostrado	df
IHA 39	580	Rodovia BR 376, ao lado de Guadiana	GE	larn.fino/m.fino,estr.cruz.(lamin.)	ML,MP,RX	-	-	k	df
IJI 40 A	360	Rod.S.Carlos do Ivaí/Paraíso do Norte	GE	lbrecha:frag.basalto/matriz arenosa	-	-	-	-	pls
IJI 40 B	360	Idem	GE	larn.fino e medio,laminacao subhor.	-	-	-	-	di
IPV 41 A	360	Sudeste de Tamboara	GE	larn.medio/fino,laminacao subhoriz.	-	-	-	-	di

Anexo 3

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria	Petrografia	Argilominerais	Litofácies
						ISHEPARD(1954)	Dott(1964)	(RX e/ou mev)	
IPV 41 B	360	Idem	GE	larenito médio/fino, macico	-	-	-	-	di
IPV 41 C	360	Idem	SG	basalto vesículo/amigdaloidal	-	-	-	-	der
IPV 41 D	360	Idem	SG	basalto vesículo/amigdaloidal	-	-	-	-	der
IPV 42 A	380	Vale do rio Anhumai, E de Tamboara	GE	larenito médio, estratific. cruzada	IRX	-	-	k, cm??	df
IPV 42 B	380	Idem	GE	larn. médio/fino, laminação subhoriz.	IRX	-	-	e, k?	di
IPV 42 C	380	Idem	SG	basalto vesículo/amigdaloidal	-	-	-	-	der(ip)
IPV 43 A	390	Ribeirão da Cigarra, faz. Santa Lucia	GE	larn. fino/m. fino, estr. subhor., carb.	IPT	-	qz-arenito	-	di
IPV 43 B	390	Idem	GE	larn. fino/m. fino, estr. subhor., carb.	-	-	-	-	di
IPV 44 A	435	Rod. BR 376, km 501, prox. Paranavai	RP	larn. fino/médio, estr. cruz. (lamin.)	IPT, RX	-	qz-ar. sa.	k	Df
IPV 44 B	435	Idem	RP	larn. fino/médio, estr. cruz. (lamin.)	IRX	-	-	k	Df
IPV 44 C	435	Idem	RP	larn. fino/médio, estr. cruz. (lamin.)	IML, MP, RX	-	-	k	Df
IPV 45 A	395	Afluente ma. dir. da água do Gafanhoto	RP	lar. médio e fino/m. fino, estr. cruz.	IML, MP	-	-	-	Df
INE 46 A	400	Faz. Teodoro, prox. a Nova Esperança	GE	larenito fino, estr. cruz. incipiente	-	-	-	-	df
INE 46 B	400	Idem	GE	larenito fino, estr. cruz. incipiente	-	-	-	-	df
INE 47 A	430	Ribeirão do Caiapo, prox. a Uniflor	GE	larn. fino, estr. cruz. incip., silicif.	-	-	-	-	df
INE 47 B	430	Idem	SG	basalto alterado	-	-	-	-	der(tp)
INE 47 C	430	Idem	GE	larn. fino, estr. cruz. incip., silicif.	-	-	-	-	df
IPY 48 A	380	Vale r. S. Fco., prox. S. João do Caiua	RP	lar. médio, est. cruz. (espac. c. métrico)	-	-	-	-	Df
IPY 48 B	380	Idem	RP	lar. médio, est. cruz., cim. limonítica	-	-	-	-	Df
ISJ 49 A	340	Vale do ribeirão Caiua	RP	larenito médio/fino, laminado	IML, MP	-	-	-	Df(b)
ISJ 49 B	340	Idem	RP	larenito médio/fino, laminado	-	-	-	-	Df(b)
ISA 50 A	278	Rib. Marabá, prox. S. Antonio do Caiua	RP	lar. médio, est. cruz. (espac. c. métrico)	-	-	-	-	Df
ISA 50 B	278	Idem	RP	lar. médio, est. cruz. (espac. c. métrico)	-	-	-	-	Df
ISJ 51	340	Cor. Jacareí, prox. S. João do Caiua	GE/RP	larn. fino, lamin. subh., cim. carbonat.	-	-	-	-	di
ILO 52 A	235	R. Paraná, m.e., mont. de Porto S. José	RP	lar. fino, est. cruz. (esp. cm/d. métrico)	IGR, RX	areia	-	e, k?	Df
ILO 52 B	235	Idem	RP	larn. fino, estrat. cruzada (lamin.)	IGR, RX	areia	-	e, k?	Df
ILO 53 A	235	R. Paraná, m.e., mont. de Porto S. José	RP	lar. med./fino, est. cr. (esp. c. métrico)	-	-	-	-	Df
ILO 53 B	235	Idem	RP	lar. med./fino, est. cr. (esp. c. métrico)	-	-	-	-	Df
ILO 53 C	235	Idem	RP	lar. med./fino, est. cr. (esp. c. métrico)	IPT	-	qz-ar. sa.	-	Df
ILO 54	235	R. Paraná, margem esq., Porto S. José	RP	larenito fino/médio, estrat. cruzada	IRX	-	-	e, k?	Df
ILO 55 A	(235)	R. Paraná, m.e., jusante Porto S. José	RP	lar. fino/med., est. cr. (esp. c. métrico)	IGR, ML, MP	areia	-	-	Df
ILO 55 B	(235)	Idem	RP	lar. fino/med., est. cr. (lamin. subh.)	IGR	areia silítica	-	-	Df(b)
ILO 55 C	(235)	Idem	RP	lar. fino/med., est. cr. (esp. c. métrico)	IGR	areia	-	-	Di
ILO 56	(235)	R. Paraná, m.e., jusante Porto S. José	RP	lar. fino, est. cruz. (esp. cm/d. métrico)	-	-	-	-	Df
ILO 57	(235)	R. Paraná, m.e., montante de Porto Rico	RP	lar. fino/med., est. cr. (esp. c. métrico)	-	-	-	-	Df

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Parana)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			
						Granulometria SHEPARD(1954)	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais (RX e/ou mev)	Litofacies
ILO 58 A	(~235)	IR.Parana,m.e.,montante de Porto Rico	RP	larn.fino/med.,est.cr.(esp.cenotrico)	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df
ILO 58 B	(~235)	Idem	RP	larn.fino,estratif.cruzada(lamin.)	-	-	-	-	Df(b)
IPB 59	(~235)	IR.Parana,m.e.,mont.de Porto Brasiliol	RP	larn.fino,est.cruz.(lamin.),carbon.	IPT,ML,MP,RX	-	-	e	Df
ILO 60 A	320	IProx.R.Parana,m.e.,faz.Porto Rico(?)	RP	larenito fino, silicificado	IPT	-	qz-ar.sa?(si)	-	ind
ILO 60 B	320	Idem	RP	silicito	-	-	-	-	ind
ILO 61 A	(~235)	IR.Parana, m.esquerda, Porto Florestal	RP	larn.fino,estr.cruz.(lamin.),silic.	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df
ILO 61 B	(~235)	Idem	RP	larcostas de arenito silicificado	-	-	-	-	Df
ILO 61 C	(~235)	Idem	RP	larn.fino,estr.cruz.(lamin.),silic.	IPT	-	qz-ar.sa?(si)	-	Df
IGC 62 A	430/639	IMorro dos Tres Irmaos,topo morro NW	RP	larn.fino/medio,estrat.cruz.,silic.	IPT	-	qz-ar.(si)	-	Df(?)
IGC 62 B	430/639	Idem,proximo do topo	RP	larn.fino/medio,estrat.cruz.,silic.	-	-	-	-	Df(?)
IGC 62 C	430/639	Idem,proximo do topo	RP	larn.fino/medio,estrat.cruz.,silic.	-	-	-	-	Df(?)
IGC 62 D	430/639	Idem,prox.prim.patawar,meia enc.base	RP	larn.fino/medio,estrat.cruz.,silic.	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df(?)
IGC 62 E	430/639	Idem, base	RP	larn.fino/medio,estrat.cruz.,silic.	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df(?)
IGC 62 F	430/639	Idem,morrote de sudeste	RP	larn.m.fino(?),estr.cruz.,silicif.	IPT	-	qz-ar.(si)	-	Df
IGC 62 G	430/639	IMorro dos Tres Irmaos(NW),morrote SE	RP	liltito(?),estrat.cruz.,silicif.	IPT	-	qz-ar.(si)	-	Di
IGC 62 H	430/639	Idem,morrote de sudeste	RP	larn.muito fino,estr.cruz.,silicif.	-	-	-	-	Di(?)
IGC 62 I	430/639	Idem,morrote de sudeste	RP	larn.fino,estr.cruz.(?),silicif.	-	-	-	-	Df(?)
IUM 63 A	445	IMorrote prox.a rod.Umuarama/Icaraima	QT	larenito com cimento limonitico	-	-	-	-	crl
IUM 63 B	445	Idem	RP	larenito medio/fino, alterado	IGR	areia	-	-	ind
IUM 64	445	IRodovia Umuarama/Icaraima	QT	larn.com cimento limonitico(bloco)	-	-	-	-	crl
IUM 65	400	INW de Serra dos Dourados, rod. terra	RP	larenito fino, macico(?)	-	-	-	-	ind
IUM 66 A	340/50	ICorrego Agua Bonita,NW de S.Dourados	RP	larn.fino,estrat.cruz.(lamin.)	-	-	-	-	Df(b)
IUM 66 B	340/50	Idem	Q	lsexios de arenito Caiua	-	-	-	-	ind
IUM 66 C	340/50	Idem	RP	larenito fino, macico	-	-	-	-	Df
IUM 67	400	IMediacoes da Serra dos Dourados	RP	larn.fino,estrat.cruz.(lamin.)	nao amostrado	-	-	nao amostrado	Df
IIC 68	330	IRod.terra,prox.Nova Cafe,NW Umuarama	RP	larenito fino, macico (?)	IML,MP,RX	-	-	k	Di(?)
IIC 69 A	240	IRio Parana,m.e.,mont.dePorto Camargo	RP	larenito fino, estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
IIC 69 B	240	Idem	RP	larenito fino, estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
IIC 70 A	230	IRio Parana,m.e.,mont.dePorto Camargo	RP	larenito fino, estratif.cruzada	IGR,ML,MP,RX	areia	-	k	Df
IIC 70 B	230	Idem	RP	larenito fino, estratif.cruzada	IGR,RX	areia	-	k,i	Df
IIC 71 A	230	IR. Parana,m.e.,jus. de Porto Camargo	RP	larenito fino, estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
IIC 71 B	230	Idem	RP	larenito fino, estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
ITP 72	240	IRio Ivai, m.e., norte de Merculandia	RP	larenito fino, estratif.cruzada	IGR,RX	areia	-	e,i	Df
IUM 73	420	IRod.Maringa/Umuarama, E de Umuarama	RP	larenito fino, estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
IUM 74	395	IRod.Maringa/Umuarama,tv.Maria Helena	RP	larenito fino, estratif.cruzada	IGR,RX	areia	-	k	Df

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria [SHEPARD(1954)]	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais [RX e/ou mev]	Litofácies
IUM 75	330	INW de Maria Helena, NNE de Umuarama	RP	larn. fino, laa. subh. (dobras convol.)	IML, MP, RX	-	-	e, i	Di
IUM 76	320	IRio Paiva, NNW de Umuarama (rodovia)	RP	larn. fino, estrat. cruz. (lamin.)	1PT	-	qz-ar. sa.	-	Df(b)
ITP 77 A	325	IRod. N. Olimpia/Cid. Gaucha, SSE Tapira	RP	larenito fino, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
ITP 77 B	325	Idem	RP	larn. fino, laminação subhorizontal	-	-	-	-	Df(b)
IPN 78	410	IRod. N. Olimpia/Cid. Gaucha, SSE Tapira	RP	larn. médio e fino, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
IPN 79 A	300/20	IRib. do Rato, rod. Rondon/Guaporema	RP	matriz argilo/arenosa da brecha	-	-	-	-	pls
IPN 79 B	300/20	Idem	RP	larn. médio/fino, lamin. mal definida	-	-	-	-	Di
IPN 79 C	300/20	Idem	RP	larenito fino/médio, laminado	-	-	-	-	Df(b)
IPN 79 D	300/20	Idem	RP	larn. fino/m. fino, argiloso, macico	-	-	-	-	Di
IPN 79 E	300/20	Idem	RP	larn. médio/fino, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
IPN 80 A	370	IRod. Rondon Paraíso do Norte, km 51,3	RP	larenito fino, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
IPN 80 B	370	Idem	RP	larn. fino, estrat. cruzada (lamin.)	-	-	-	-	Df(b)
ILO 81	335	IFaz. Peropava, WSW de Loanda	RP	crosta limonítica	-	-	-	-	crl
ILO 82	330	IRod. (terra) Icatu/Porto Brasil	RP	fragmento de sillexito	-	-	-	-	ind
ILO 83 A	325	IRod. (terra) Icatu/Porto Brasil	RP	larn. médio e fino, estrat. cruzada	IML, MP, RX	-	-	k	Df
ILO 83 B	325	Idem	RP	larn. médio e fino, estrat. cruzada	IGR, RX	areia	-	k	Df
ILO 84 A	374	IMorroto faz. Porangaba, WSW de Loanda	RP	larn. fino, estratific. cruzada (?)	-	-	-	-	Df(?)
ILO 84 B	374	Idem	QT	crosta limonítica	-	-	-	-	crl
ILO 85 A	318	IRod. S. Cruz Monte Cast./S. Isabel Ivai	RP	larn. fino/médio, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df(b)
ILO 85 B	318	Idem	RP	larn. fino/médio, estr. cruz. (lamin.)	-	-	-	-	Df(b)
ITP 86	240/56	IRio Ivai, a norte de Tapira	QT	lconglom. interc. em sedim. argilosos	não amostrado	-	-	não amostrado	pa
ITP 87	320	IRodovia Nova Olimpia/Douradina	RP	larn. fino e muito fino, estrat. subh.	-	-	-	-	Di
ITP 88	300	IRod. Tapira/Douradina, Vale Cor. do Jacu	RP	larn. médio e fino, estrat. cruzada	-	-	-	-	Df
ITP 89	280	IRod. Douradina/Ivate, rib. Indoivai	RP	lar. fino/med., est. cr. (lam.); curled	1PT, ML, MP	-	qz-arenito	-	Di
IIC 90	240	IRib. do Veado, Rod. Icaraima/Vila Alta	RP	larenito fino, estratific. cruzada	IGR, ML, MP, RX	areia	-	e	Df(b)
IIC 91	240	IRio Paraná, m.e., Porto Figueira	RP	larenito fino, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
IIC 92	255	ICorrego 215, NW de Vila Rica do Ivai	RP	larn. médio/fino, estr. cruz. (lamin.)	1PT, ML, MP, RX	-	qz-arenito	e, k	Df(b)
ILO 93 A	234	IRio Paraná (m.d.), U.H.E.P. Primavera	RP	larn. fino, estrat. cruz.; cor verde	1PT, ML, MP	-	qz-ar. sa.	-	Df
ILO 93 B	234	Idem	Q	lconglom. arcab. silicoso, matr. areia	-	-	-	-	bc
ILO 93 C	234	Idem	Q	lareia fina (aluvial)	IML, MP	-	-	-	pa
ISA 94 A	603	IMorro do Diabo (SP)	RP	larn. fino/médio, macico (?), silicif.	1PT	-	qz-ar. (si)	-	Df
ISA 94 B	603	Idem	RP	larn. fino/médio, estr. cruz., silicif.	-	-	-	-	Df
ISA 94 C	603	Idem	RP	larn. fino/médio, estr. cruz., silicif.	-	-	-	-	Df
ISA 94 D	603	Idem	RP	larenito fino/médio, silicificado	-	-	-	-	Df
ISA 94 E	603	Idem	RP	larenito fino/médio, silicificado	-	-	-	-	Df

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Paraná)	Unidade geológica	Descrição de campo	Análises de laboratório	RESULTADOS			
						Granulometria	Petrografia	Argilominerais	Litofácies
						(SHEPARD(1954))	Dott(1964)	(RX e/ou mev)	
ISA 94 F	603	Idem	RP	larn.fino/medio,estr.cruz.,silicif.	-	-	-	-	Df
ISA 94 G	603	Idem,corte da rod. SP 613	RP	larenito grosso, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
ISA 94 H	400	Idem, idem	RP	larenito grosso, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
ICP 95	370	ISW de Cuiabá Paulista	SA	larn.m.fino,estrat.pl.-paral.incip.	IML,MP	-	-	-	la
IDN 96	339	IRio Tigre, Rod. PR 182	RP	larenito medio, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
ILD 97 A	262	IRib. Areia Branca, rod. Marilena/P.S. José	RP	larenito medio/fino, laminado	-	-	-	-	Df(b)
ILD 97 B	262	Idem	RP	larn.medio/fino, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
IL0 98	275	IRibeirão Areia Branca, rod. BR 376	RP	larn.medio,estr.cruz.(esp.cmetrico)	-	-	-	-	Df
INL 99 A	360	IRio Tigre, rodovia BR 376	RP	larn.medio,estr.cruz.(esp.cmetrico)	-	-	-	-	Df
INL 99 B	360	Idem	RP	lsilexito	-	-	-	-	ind
INL 100	360	IRib. Itapira, SSW de Nova Londrina	RP	larn.medio/fino,estr.cruz.(lamin.)	-	-	-	-	Df(b)
INL 101 A	385	IRodovia Nova Londrina/Guairacá	RP	larenito fino, macico	IML,MP	-	-	-	Di
INL 101 B	385	Idem	RP	larn.medio/fino, estratíf.cruzada	IGR	areia	-	-	Df
IDN 102	280/90	IRio Paraná, m.e., U.H.E. de Rosana	RP	larn.fino/medio, estrat.cruzada	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df
IRA 103 A	380	IFaz.da Floresta,NW de Cuiabá Pta.,SP	SA	lsilexito	-	-	-	-	ind
IRA 103 B	380	Idem	SA	larenito fino, macico	-	-	-	-	la
IRA 104 A	400	IFaz. da Floresta(SP)	Ad	lar.m.fino,silt;estr.pl.-par.;carb.	IGR,ML,MP	areia silítica	-	-	pt
IRA 104 B	400	Idem	Ad	lar.m.fino,silt;estr.pl.-par.;carb.	-	-	-	-	pt
IRA 104 C	400	Idem	Ad	lar.m.fino,silt;estr.pl.-par.;carb.	-	-	-	-	pt
IRA 105 A	380	IFaz. da Floresta(SP)	SA	lar.fino,silic.,calcita em fraturas	-	-	-	-	la
IRA 105 B	380	Idem	SA	lar.fino,silic.,calcita em fraturas	PT	-	-	-	la
IRA 105 C	380	Idem	SA	lar.fino,silic.,calcita em fraturas	-	-	-	-	la
IGC 106 A	490/500	IMorro dos Três Irmãos (NW)	RP	larenito grosso, estratíf.cruzada	IML,MP	-	-	-	Df
IGC 106 B	490/500	Idem	RP	larenito medio, estratíf.cruzada	IGR	areia	-	-	Df
IGC 106 C	490/500	Idem	RP	larn.medio e grosso, estrat.cruzada	IGR	areia	-	-	Df
IGC 107 A	638	IMorro dos Três Irmãos,elev.central	RP	larenito fino(/medio?),silicificado	PT	-	-	-	Df?
IGC 107 B	638	Idem	RP	larenito fino(/medio?),silicificado	-	-	-	-	Df?
IGC 107 C	638	Idem	RP	larenito fino(/medio?),silicificado	-	-	-	-	Df?
IGC 107 D	638	Idem	RP	larenito fino(/medio?),silicificado	-	-	-	-	Df?
IGC 107 E	638	Idem	RP	lamito, silicificado	PT	-	-	-	Di(?)
ITR 108	335	IOeste de Terra Rica, Água Milagrosa	RP	larn.medio/fino, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
ITR 109 A	280	IW de Terra Rica, Rib. Coroa do Frade	RP	larn.medio/fino,lamin.subhorizontal	IML,MP	-	-	-	Di
ITR 109 B	280	Idem	RP	larn.fino/medio, estratíf.cruzada	-	-	-	-	Df
INL 110 A	360	IRod.Nova Londrina/Leanda,rib.Itapira	RP	larn.medio/fino,estr.cruz.(lamin.)	-	-	-	-	Di
INL 110 B	360	Idem	RP	larn.medio/fino, estratíf.cruzada	IML,MP	-	-	-	Df

Ponto	Cota (m)	Local (quando nao discriminado, situa-se no Parana)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			
						Granulometria ISHEPARD(1954)	Petrografia Dott(1964)	Argileominerais (RX e/ou mev)	Litofacies
INL 111	375	IFaz.Nova Marilia,SW de Nova Londrina	RP	larn.medio/grosso,estratif.cruzada	-	-	-	-	Df
INL 112	320	IFaz.S.Paulo,SW de Nova Londrina	RP	larenito fino, estratif.cruzada	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df
ILO 113 A	350	IFaz. Sta.Maria,SW de Nova Londrina	RP	larenito medio, estratif.cruzada	IGR	areia	-	-	Df
ILO 113 B	350	Idem	RP	larn.medio,estr.cruz.,grad.inversa	IGR,ML,MP	areia	-	-	Df
ILO 113 C	350	Idem	RP	larn.medio, argiloso, lamin.subhor.	IKL,MP	-	-	-	Df(b)
IDN 114	360	IOeste de Itauna do Sul	RP	larn.medio/fino, estratif.cruzada	IGR	areia	-	-	Df
IDN 115 A	380	19 km a ESE de Diamante do Norte	RP	larn.grosso,estr.cruz.,silicificado	-	-	-	-	Df
IDN 115 B	380	Idem	RP	larn.fino,estr.cruz., silicificado	-	-	-	-	Df
IDN 115 C	380	Idem	RP	larn.fino,estr.cruz., silicificado	-	-	-	-	Df
IGC 116	360	INW de Guaira, ribeirao do Corvo	RP	larn.fino/medio,estratificado	-	-	-	-	Df
IAS 117	603	IRodovia Jaguapita/Guaraci, km40	SA	larenito fino, argiloso, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
ICS 118 A	450/80	IAfl.m.d.agua do Sargento,5km Guaraci	SA	larenito fino/muito fino, macico	-	-	-	-	la
ICS 118 B	450/80	Idem	SA	lar.fino/m.fino,macico;cim.carbon.	-	-	-	-	la(sk)
ICS 118 C	450/80	Idem	SA	larenito fino/muito fino, macico	-	-	-	-	la
ICS 118 D	450/80	Idem	SA	larn.fino/m.fino,macico;c/calcrete	IGR,PT,MEV	areia	qz-ar.sa.	e(a)	la(sk)
ICS 119 A	520	11km a oeste de Bentopolis	Ad	larenito muito fino,siltoso,macico	IGR,ML,MP,MEV	arg.silt.aren.	wake sa.	e(d)	pt
ICS 119 B	520	Idem	Ad	larenito muito fino, macico	IPT	-	-	-	pt
ICS 119 C	520	Idem	Ad	lsiltito argiloso	-	-	-	-	pt
ICS 120 A	495	IAgua Piracaia, oeste de Guaraci	Ad(/SA)	lar.fino e m.fino,estr.pl.-paralela	IGR,ML,MP,MEV	lareia siltica	-	k(a,d?)	pt
ICS 120 B	495	Idem	Ad(/SA)	lar.fino e m.fino,estr.pl.-paralela	-	-	-	-	pt
ICS 120 C	490	Idem	SA	larenito fino e muito fino, macico	-	-	-	-	la
ICS 120 D	450	Idem	SA(/RP)	larenito fino e muito fino, macico	IGR,PT,MEV	areia	qz-ar.sa.sl.	e?	la
ICS 121	430/50	IAgua Piracaia, oeste de Guaraci	RP	lar.fino,estr.cruz.,cim.carbonatica	IGR,PT,MEV	areia	qz-ar.sa.	e	Df
ICL 122	440	IRod.PR 317,1km N de N.Sra.das Gracas	SA	larenito fino/muito fino, macico	IPT,ML,MP,MEV	-	qz-ar.sa.sl.	e	la
ICL 123 A	340	IRodovia PR 317, km 51,7	RP	larenito medio, estratif.cruzada	IGR,ML,MP,MEV	areia	-	e?	Df
ICL 123 B	340	Idem	RP	lar.fino,estr.pl.-par. mal definida	-	-	-	-	Di
ICL 124	462	IRod.PR 463, proximo a Colorado	SA	larn.fino,macico,c/crosta limonit.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
ICL 125	418	IRodovia PR 463, km 55,2	RP	larn.fino/muito fino,estrat.cruzada	IGR,MEV	areia	-	k	Di
ICL 126	400	IRod.PR 170, 3 km a norte de Porecatu	SG	lbasalto, macico(?)	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	der
IEN 127 A	370	IRod.PR 170, 4 km a norte de Porecatu	SG	lar.m.fino/silt.,silic.(intertrape)	-	-	-	-	itp
IEN 127 B	370	Idem	SG	lar.m.fino/silt.,silic.(intertrape)	IPT	-	-	-	itp
IPO 128	400/10	IRodovia PR 69, sudeste de Porecatu	SG	lsiltito(?)silicificado(intertrape)	IPT	-	-	-	itp
IPO 129 A	490	IRod.(terra), 3km a sul de Mirassol	Ad(/SG)	larenito muito fino/fino, macico	IGR,RX,MEV	lareia siltica	-	e,i,k	pt
IPO 129 B	490	Idem	Ad(/SG)	larenito argiloso, macico	-	-	-	-	pt
IPO 129 C	490	Idem	Ad(/SG)	larenito muito fino/fino, macico	-	-	-	-	pt

Ponto	Cota (m)	Local (quando não discriminado, situa-se no Parana)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			
						Granulometria SHEPARD(1954)	Petrografia Dott(1964)	Argilominerais (RX e/cu mev)	Litofacies
ICL 130	340/05	Rod. PR 317, km 56/57; r. Bandeirantes NI	SG	basalto macico, gran. fina	IPT	-	-	-	der
ICL 131 A	380/400	Vale do rib. Santo Inacio	GE(/SG)	lar. fino, arg, estr. subh. mal definida	-	-	-	-	di
ICL 131 B	380/400	Idem	GE(/SG)	larenito fino, estrat. cruzada	-	-	-	-	di
ICL 132	398	Vale de afl. m.e. do rib. Sto. Inacio	RP	larenito fino/medio, estrat. cruzada	-	-	-	-	Df
ICL 133	370	Rod. PR 317, km 70,5; rib. Sto. Inacio	GE	larn. fino/medio, lamin. baixa inclin.	IRX, MEV	-	-	e(d), k, i	df
ICL 134	390	Rod. PR 317, km 72; vale rib. Sto. Inacio	GE	larn. fino/medio, arg. lamin. subhor.	-	-	-	-	di
ICL 135 A	435	Rodovia PR 317, km 80,6	Ad	larn. fino, siltoso, estrat. cruzada	IGR, PT, ML, MP	areia	qz. arenito	-	bc
ICL 135 B	435	Idem	Ad	larenito fino, siltoso, macico	-	-	-	-	pt
ICL 135 C	435	Idem	Ad	siltito argiloso macico	-	-	-	-	pt
ICL 135 D	435	Idem	Ad	larenito fino, siltoso, estr. cruzada	-	-	-	-	bc
ICL 135 E	435	Idem	Ad	larn. fino/medio, estrat. cruzada	-	-	-	-	bc
ICL 135 F	435	Idem	Ad	fragmentos de ossos fósseis	-	-	-	-	pt
ICL 135 G	435	Idem	Ad	larenito muito fino, siltoso, macico	IGR, PT, MEV	areia argilosa	qz-arenito	k?	pt
ICL 136	420	Rodovia PR 317, km 81,7	SA/Ad	lar. fino, macico e estr. cz. mal defin.	IGR, PT, ML, MP, RX, MEV	areia	qz-ar. sa.	e, k, i, cm?	la; pt
ICL 137 A	410	Rodovia PR 317, km 82,5	Ad	larenito fino, estrat. cruzada	IGR, PT, RX, MEV	areia	qz-ar. sa.	e, i, k	bc
ICL 137 B	410	Idem	Ad	lar. m. fino/silt., estr. pl.-par. incip.	IGR, RX, MEV	areia siltica	-	e, i, k	pt
ICL 138	390	Rodovia PR 317, km 84,6	SA	larenito fino, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
ISI 139	410	Rod. PR 317, km 87,6 (prox. tv. S. Inacio)	Ad	siltito argiloso	IRX	-	-	e, i, k	pt, bc
ICS 140	490/510	Agua do Vinte, 3km a este de Guaraci	SA(/Ad)	lar. m. fino, macico, estr. pl.-par. subh.	IGR, MEV	areia siltica	-	k	la
ICS 141	380	Agua da Boa Esperanca	SG(/SA?)	basalto, gran. fina	-	-	-	-	der
ICS 142	520	Afl. da m.d. rib. Pacu, faz. Centenario	Ad	lar. fino/m. fino, estr. pl.-par. subh.	IGR	areia	-	-	pt
IPD 143	420	Rodovia PR 69, km 4,8	SG	basalto alterado, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	der
IPD 144 A	400	Rod. PR 69, km 10, vale do rib. Ibiti	SA(/SG)	iclastos (congl. polim., matriz arn.)	-	-	-	-	vf
IPD 144 B	400	Idem	SA(/SG)	iclastos (congl. polim., matriz arn.)	-	-	-	-	vf
IPD 144 C	400	Idem	SA(/SG)	iclastos (congl. polim., matriz arn.)	-	-	-	-	vf
IPD 145	400	Rodovia PR 69, km 12	SA	conglomerado polimitico, alterado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	vf
ICS 146	430	Rod. PR 69, km 19,2, cor. Agua Seca	SA(/SG)	larenito fino, macico	-	-	-	-	la
ICS 147	350	Rod. Centenario do Sul/Lupionopolis	SG(/SA?)	basalto macico sob coluvio arenoso	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	der
IIP 148 A	315	Rodovia (terra), a norte de Haira	SA(/SG)	lar. medio/grosso, macico/estr. incip.	IGR, PT, MEV	areia	-	e?	vf
IIP 148 B	315	Idem	SA(/SG)	larn. fino/silto-arg., estrat. cruzada	IGR, PT	areia argilosa	-	?	vf
IIP 148 C	315	Idem	SA(/SG)	larn. medio/grosso, estrat. cruzada	IGR, RX, MEV	areia	-	k(d), i?	vf
IIP 148 D	315	Idem	SA(/SG)	iclastos (agatas)	-	-	-	-	vf
IIP 148 E	315	Idem	SA(/SG)	iclastos (ventifactos)	-	-	-	-	vf
ICL 149	400	Rod. Colorado/Sto Anastacio, km 60,2	RP	lar. fino/m. fino, estr. subh. mal defin.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Di
ICL 150 A	420/30	Rod. Colorado/Santo Inacio, km 63,1	RP	larenito fino, estrat. cruzada	IGR, ML, MP, RX, MEV	areia	-	k, i	Df

Ponto	Cota (m)	Local (quando nao discriminado, situa-se no Parana)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			
						Granulometria	Petrografia	Argilominerais	Litofacies
						ISHEPARD(1954)	Dott(1964)	(RX e/ou sev)	
ICL 150 B	420/30	Idem	SA	lclastos (arenito silicificado)	IPT	-	-	-	la
ICL 150 C	420/30	Idem	SA	larenito fino, macico	IGR, ML, MP, RX, MEV	areia	-	e, k, i	la
IBT 151	330	lCanal de Pereira Barreto(SP)	SA	lcalcrete	-	-	-	-	la(sk)
IBT 152	(~330)	lCanal de Pereira Barreto(SP)	SA	larenito fino, cim. carbon. (calcrete)	MEV	-	-	e	la(sk)
IBT 153	350/60	lCanal de Pereira Barreto(SP)	SA	larenito fino, calcrete	-	-	-	-	la(sk)
ITB 154	250	lVale do rio Parana(SP)	RP	larenito fino/medio, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ITB 155	270	lVale do rio Parana(SP)	RP	larn. muito fino/fino, estr. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ITB 156	240	lVale do rio Parana(SP)	RP	larn. muito fino/fino, estr. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ITB 157	270	lVale do rio Parana(SP)	RP	larenito fino/medio, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ITB 158	240	lVale do rio Parana(SP)	RP	larenito medio, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 159	360	lCabeceiras do rio do Pau(SP)	RP	larn. medio/fino, estrat. pl.-paralela	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 160	283	lFaz. Guana Mirim(SP)	RP	larn. muito fino/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 161	240	lM.e. rio Parana(SP)	RP	larenito medio/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 162	240	lM.e. rio Parana(SP)	RP	larenito medio/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 163	285	lCorrego do Inseto(SP)	RP	larenito medio/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 164	283	lFazenda Alcidia(SP)	RP	larenito medio/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 165	255	lVale do rio Parana(SP)	RP	larenito medio/fino, estrat. cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IGN 166	308	lFazenda Ponte Branca(SP)	RP	larenito medio	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
IRA 167	335	lProximo ao corrego das Antas(SP)	SA(/Ad?)	larenito fino/medio, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
IRP 168	414	lCabeceiras do rio das Pedras(SP)	RP	larenito medio, silicificado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ICP 169	290	lVale do ribeirao do Engano(SP)	RP	larn. medio, estr. cruz., silicificado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ICP 170	260	lCorrego Cuiaba(SP)	RP	larn. medio, estr. cruz., silicificado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Df
ICP 171	350	lFazenda Floresta(SP)	SA(/RP?)	larenito medio, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
ICP 172	350	lFazenda Santo Antonio(SP)	SA	larenito fino/medio, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
ICP 173	278	lCorrego Cuiaba(SP)	RP	larn. fino/medio, estr. plano-paralela	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Di
ICP 174	400	lBairro Novo Tupa, SE de Cuiaba Pta. (SP)	SA/Ad	larn. fino/muito fino, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la, pt
ICP 175	380	lBa. Novo Oriente, SE de Cuiaba Pta. (SP)	Ad	larn. m. fino/siltoso e siltito argil.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pt
ICP 176	400	lBa. do Barreiro, SE de Cuiaba Pta. (SP)	Ad	larn. fino/muito fino e siltito	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pt
ICP 177	240/356	lM.d. do ribeirao Agua Sumida(SP)	Ad	larn. medio, m. fino/fino e siltito arg.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pt
ICP 178	463	lLeste de Cuiaba Paulista(SP)	Ad	larenito muito fino e siltito	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pt
IDN 179	280	lM.d. do ribeirao do Tigre(SP)	RP	larenito fino/muito fino, macico(?)	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	Di
ISF 180	370	lM.e. do corrego Paramirim, W de Lobato	SG/GE	lbasalto; arn. medio/fino, estr. cruz.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	di
ISF 181	400	lNorte de Florida	SG/GE	lbasalto; ar. fi. mac.; ar. med. estr. cr.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pls
ISF 182	520	lSul de Santa Fe	GE(/SA?)	larn. medio, estr. cruzada e macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	di
ISF 183	480	lSul de Santa Fe	SG/GE	lbasalto; arn. med/fi, estr. cr., macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pls

Anexo 3

Ponto	Cota (m)	Local (quando nao discriminado, situa-se no Parana)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			
						Granulometria (SHEPARD(1954))	Petrografia (Dott(1964))	Argilominerais (RX e/ou mev)	Litofacies
ISF 184	510	1K.d. do correjo do O,sul de Santa Fe	GE	larn.fino/m.fino/medio,estr.cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	di
ISF 185	480	1Ribeirao do Coqueiro, NW de Igaracu	SG/GE	lbasalto;ar.med,mac.,est.crz,silic.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pls
IAS 186	440	1Agua do Castilho, NE de Santa Fe	GE	larn.medio/fino, estratif.cruzada	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	di
IAS 187	515	1Norte/noroeste de Jaguapita	SA(/Ad)	larenito medio/fino, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
IAS 188	510	1Noroeste de Jaguapita	SG/SA	lbasalto;brecha;ar.fino/med,lamito	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
IAS 189	550	1Norte/nordeste de Jaguapita	SA(/Ad?)	larenito medio/fino, macico	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	la
IAS 190	540	1Jaguapita	(SG)/Ad	lbasalto;ar.fino,mac.;siltito-arg.	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	nao amostrado	pt

CONVENCOES:

Unidade geologica:

SG = Fm.Serra Geral (Gr.Sao Bento)
 RP = Fm.Rio Parana (Gr.Caiua)
 GE = Fm. Goio Ere (Gr.Caiua)
 SA = Fm.Santo Anastacio (Gr.Bauru)
 Ad = Fm.Adamantina (Gr.Bauru)
 QT = depositos cenozoicos
 Q = depositos quaternarios

/ = transicao

X? = provavelmente X

(/X) = proximo do contato com X

Analises de laboratorio:

G = granulometria
 PT = petrografia (secao delgada)
 ML = morfoscopia de min. leves
 MP = minerais pesados
 RX = raio X
 MEV = microscopia eletronica de varredura

Classificacao petrografica:

qz-ar. = quartzo-arenito
 sa. = subarcoseano
 sl. = sublitico
 si = silicificado

Argilominerais:

e = esmectita
 k = caulinita
 i = illita
 h = haloisita
 cm = camada mista
 d = detritica
 a = autigenica

Litofacies:

der = derrames basalticos; (tp) = topo
 itp = intertrape
 pls = paleossolo basal (fms. Goio Ere e Rio Parana)
 Df = depositos de foresets de dunas de
 medio a grande porte; (b) = parte basal
 Di = depositos de interdunas
 df = depositos de foresets de dunas de
 pequeno a medio-porte
 di = interdunas (umidas)
 la = depositos de lencois de areia; (sk) = sabkha
 vf = depositos com ventifactos
 pt = depositos de planicie de transbordamento
 bc = depositos de barra de canal
 pa = planicie aluvial
 cri = depositos de crostas limoniticas
 ind = indeterminado

Dados de afloramentos e principais resultados de analises.

Amostra	Procedencia	Sondagem	Cota da amostra (m)	Unidade Igeologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			Litofacies
							Granulometria	Petrografia	Argilominerais	
							ISHEPARD(1954)	Dott(1954)	(RX e/ou mev)	
IPB 1/01	Canal de Pereira Barreto (SP)	EH 3	289,5	SS	basalto c/frat., preench. por carbonato	-	-	-	-	der(tp)
IPB 1/02 A	Idem	EH 3	290,2	SS	basalto c/frat., preench. por carbonato	-	-	-	-	pls
IPB 1/02 B	Idem	EH 3	290,2	SS	basalto c/frat., preench. por carbonato	-	-	-	-	pls
IPB 1/03	Idem	EH 3	294,7	RP	larn. fino/medio c/conc. carbon. (calcrete)	MEV	-	-	e?	Di
IPB 1/04	Idem	EH 3	291,6	RP	larn. fino medio, macico(?), c/nod. carbon.	ISR, PT	areia	-	-	Di
IPB 1/05	Idem	EH 3	303,3	RP	larenito fino, macico	IGR, ML, MP	areia	-	-	Di
IPB 1/06	Idem	EH 3	318,6	RP	larn. fino e medio, c/estr. cruz. incipiente	IGR, PT, ML, MP	areia	-	-	Df
IPB 1/07	Idem	EH 3	328,6	SA(RP)	larn. fino/m. fino, macico, c/nodulos carbon.	IGR, ML, MP	areia	-	-	la
IPB 1/08	Idem	EH 3	332,7	SA	larn. fino/m. fino, c/cim. carb. e nod. argila	ISR, PT	areia	-	-	la
IPB 1/09 A	Idem	EH 3	333,7	SA	larn. fino/m. fino, c/cim. carb. e nod. argila	IGR, ML, MP	areia	-	-	la(sk)
IPB 1/09 B	Idem	EH 3	333,7	SA	nodulo de argila	-	-	-	-	la(sk)
IPB 1/10 A	Idem	EH 3	341,8	SA	larn. fino/m. fino e medio, macico, carbonat.	IGR, ML, MP	areia	-	-	la(sk)
IPB 1/10 B	Idem	EH 3	341,8	SA	larenito com cimento carbonat. (calcrete)	-	-	-	-	la(sk)
IPB 1/11	Idem	EH 3	342,7	SA	larn. f./med., mac. e nod. carb. (calcr.)	IGR, ML, MP	areia	-	-	la(sk)
IPB 1/12	Idem	EH 3	344,8	SA	larn. f./m. fino, macico c/cim. e nod. carbon.	IGR, PT, ML, MP	areia	qz-ar. sa. sl?	-	la(sk)
IPB 1/13	Idem	EH 3	348,2	SA(Ad)	larn. fino/m. fino, c/estratif. subhorizontal	IGR, ML, MP	areia	-	-	pt
IPB 1/14	Idem	EH 3	354,2	SA/Ad	lsiltito argiloso, macico	IGR, ML, MP	argila siltica	-	-	pt
IPB 1/15	Idem	EH 3	357,1	Ad	larn. m. fino/silt., lam. cruz. por migr. ondas	IGR, PT	silte arenoso	qz-ar. sa	-	pt
IPB 1/16	Idem	EH 3	358,1	Ad	lsiltito c/cimento carbonatico (venulas)	PT	-	lamito	-	pt
IPB 1/17	Idem	EH 3	358,6	Ad	larn. m. fino, c/lamin. cruz. por migr. ondas	IGR	areia siltica	-	-	pt
ISP 01 A	I.U.H. Porto Primavera, md, ter. aluv. (MS)	SR 345	233,2	RP	larenito medio, com estratif. cruzada(?)	IGR, RX	areia	-	e	Df(b)
ISP 01 B	Idem	SR 345	230,2	RP	larenito medio, com estratif. cruzada(?)	IGR, ML, MP, RX, MEV	areia	-	e(a), k	Df(b)
ISP 02 A	I.U.H. Porto Primavera, me, eclusa (SP)	SR 820	259,5	RP	larn. medio e fino/m. fino, estratif. cruzada	IGR, RX	areia	-	e, k	Df
ISP 02 B	Idem	SR 820	244,3	RP	larenito medio, laminado(estratif. cruzada)	IGR, ML, MP, RX	areia	-	e, k	Df(b)
ISP 02 C	Idem	SR 820	231,3	RP	larenito medio, estratificacao cruzada(?)	IGR, RX	areia	-	fp?	Df(b)
ISP 02 D	Idem	SR 820	231,3	RP	larenito medio, estratificacao cruzada(?)	IGR, PT, RX, MEV	areia	qz-ar.	e(d/a), p?	Df(b)
ISP 02 E	Idem	SR 820	230,7	RP	larenito medio, com raros nodulos carbon.	IGR, MEV	areia	-	e(d/a)	Df(b)
ISP 02 F	Idem	SR 820	227,7	SS	basalto alterado, fraturado	MEV	-	-	e(a)	der(tp)
ISP 03 A	I.U.H. Porto Primavera, me, eclusa (SP)	SR 830	257,3	RP	larenito muito fino, laminado	IGR, RX	areia siltica	-	e	Df(b) ou Di
ISP 03 B	Idem	SR 830	251,5	RP	larenito medio e muito fino, macico(?)	IGR, ML, MP, RX	areia	-	e	Df(b) ou Di
ISP 03 C	Idem	SR 830	234,4	RP	larn. medio e fino, laminado, cimento carb.	IGR, ML, MP, RX, MEV	areia	-	e(a)	Df(b)
ISP 04 A	I.U.H. Porto Primavera, me, eclusa (SP)	SR 860	258,0	RP	larenito muito fino e medio, macico(?)	IGR, ML, MP, RX, MEV	areia	-	e?(a)	Di(?)
ISP 04 B	Idem	SR 860	246,0	RP	larenito medio, estratificacao cruzada	RX, MEV	-	-	e?(a?), i	Df(b)
ISP 04 C	Idem	SR 860	235,0	RP	larn. medio, macico(?), com cim. carbonatica	IGR, ML, MP, RX	areia	-	e	Di
ISP 05 A	I.U.H. Porto Primavera, md, pedreira (MS)	SR 2122	237,3	RP	larenito fino/medio, estratif. cruzada(?)	RX, MEV	-	-	e(a)	Df(b)

Dados de sondagens e principais resultados de analises.

continua...

Amostra	Procedencia	Sondagem	Cota da amostra (m)	Unidade (geologica)	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			Litofacies
							Granulometria	Petrografia	Argilominerais	
							ISHEPARD(1954)	Dott(1964)	(RX e/ou mev)	
ISP 05 B	IIdem	SR 2122	233,3	RP	larn.f. e med., lam., cim. carb., ven. calcita	RX	-	-	e	Di
ISP 06 A	U.H. Porto Primavera, es. eclusa (SP)	SR 843	276,4	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	IGR, HL, HP, MEV	areia	-	k(d)	Df
ISP 06 B	IIdem	SR 843	267,6	RP	larenito fino/medio, macico(?)	IGR, MEV	areia	-	e, c	Di
ISP 06 C	IIdem	SR 843	267,4	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada	IMEV	-	-	e, c	Di
ISP 06 D	IIdem	SR 843	265,7	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada	IGR, MEV	areia	-	e(d)	Df
ISP 06 E	IIdem	SR 843	263,5	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	IGR, PT, HL, HP, MEV	areia	qz-ar.	k(d)	Df
ISP 06 F	IIdem	SR 843	262,6	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	IGR, MEV	areia	-	k ou c	Df
ISP 06 G	IIdem	SR 843	262,0	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	IGR, HL, HP, MEV	areia	-	e	Df
ISP 06 H	IIdem	SR 843	259,9	RP	larenito medio/fino, laminado	IGR, HL, HP, MEV	areia	-	e(d/a)	Di
ISP 06 I	IIdem	SR 843	257,7	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada	IGR, HL, HP, MEV	areia	-	e(a)	Df
ISP 06 J	IIdem	SR 843	252,7	RP	larenito fino/medio, laminado	1PT, HL, HP, MEV	-	-	e(a)	Di
ISP 06 K	IIdem	SR 843	248,2	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	1PT, HL, HP, MEV	-	qz-ar.	e(a)	Df
ISP 06 L	IIdem	SR 843	245	RP	larenito fino/medio, laminado (estr. cruz.)	1PT, HL, HP, MEV	-	-	e(a)	Df(b)
ISP 06 M	IIdem	SR 843	243,0	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada(?)	1HL, HP, MEV	-	-	e(d)	Df
ISP 06 N	IIdem	SR 843	226,4	RP	larn. fino/muito fino, lam. (?), cim. carbon.	1HL, HP, MEV	-	-	e(a)	Di ou Df(b)
ISP 06 O	IIdem	SR 843	225,3	RP	larn. medio/fino, estr. cruz., cim. carbonat.	1HL, HP, MEV	-	-	e(a)	Df(b)
ISP 06 P	IIdem	SR 843	224,5	RP	larn. fino/medio, macico, c/nod. e cim. carb.	1PT, HL, HP, RX, MEV	-	-	e(a)	Di
ISP 06 Q	IIdem	SR 843	224,0	RP	larn. fino/medio, macico, c/nod. e cim. carb.	IMEV	-	-	e(d/a)	Di
ISP 06 R	IIdem	SR 843	223,8	RP	ibrecha aren. c/fragm. bas., nod. e cim. carb.	1PT, RX, MEV	-	lamito	e(a)	pls
ISP 06 S	IIdem	SR 843	221,2	SG	lbasalto fraturado, c/cimento carbonatico	IMEV	-	-	e(a)	pls
ISP 06 T	IIdem	SR 843	223,0	SG	lbasalto alterado	IMEV	-	-	e(d)	pls
ISP 06 U	IIdem	SR 843	223	RP	lnodulo argila	-	-	-	-	pls
ISP 07 A	U.H. Porto Primavera, es. eclusa (SP)	SR 2095	226,0	RP	larenito medio, macico(?), cim. carbonatica	1HL, HP, RX, MEV	-	-	e	Di ou Df(b)
ISP 07 B	IIdem	SR 2095	222,5	SG	lnodulo de argila em basalto	-	-	-	-	der(tp)
ISP 07 C	IIdem	SR 2095	222,3	RP	larenito fino/medio, macico, c/conc. carbon.	-	-	-	-	pls
ISP 07 D	IIdem	SR 2095	225,2	RP	larenito fino/medio, laminado (estr. cruz.)	-	-	-	-	Df(b)
ISP 07 E	IIdem	SR 2095	236,9	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 07 F	IIdem	SR 2095	237,1	RP	larenito fino/medio, estratific. cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 08 A	U.H. Porto Primavera, es. eclusa (SP)	SR 2096	226,4	RP	larn. fino, macico, c/nod. e cimento carboa.	1PT, HL, HP, RX	-	-	e	pls
ISR 09 A	U.H. Rosana, estrut. de concr., es. (PR)	SR 1043	253,0	RP	larenito fino/medio, macico	IMEV	-	-	sem argila	Di
ISR 09 B	IIdem	SR 1043	250,2	RP	larenito medio/fino, estratific. cruzada	IMEV	-	-	e(d)	Df(b)
ISR 09 C	IIdem	SR 1043	247,8	RP	larenito fino/medio, laminado	IMEV	-	-	e	Di ou Df(b)
ISR 09 D	IIdem	SR 1043	245,0	RP	larenito fino/medio, laminado(?)	IMEV	-	-	e, i	Di ou Df(b)
ISR 09 E	IIdem	SR 1043	241,2	RP	larenito fino/medio, macico, c/cim. carbon.	IMEV	-	-	e(d)	Di
ISR 09 F	IIdem	SR 1043	239,6	RP	larenito fino/medio, macico(?)	IMEV	-	-	e	Di

Amostra	Procedencia	Sondagem	Cota da amostra (m)	Unidade geológica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			Litofacies
							Granulometria	Petrografia	Argilominerais	
							ISHEPARD(1954)	Dott(1964)	(RX e/ou mev)	
ISR 07 G	Idem	SR 1443	237,9	RP	larenito fino/medio, laminado(estr.cruz.)	IMEV	-	-	e	Df(b)
ISR 07 H	Idem	SR 1443	237,2	RP	larenito fino/medio, laminado(estr.cruz.)	IMEV	-	-	e	Df(b)
ISR 07 I	Idem	SR 1443	236,7	RP	lbrecha aren.c/fragm.de basalto e argila	1PT,MEV	-	-	e(d)	pls
ISR 07 J	Idem	SR 1443	235,2	SG	lbasalto vesiculo/amigdaloidal	-	-	-	-	der(tp)
ISR 10 A	U.H. Rosana, margem direita(SP)	SR 5002	250,6	RP	larenito fino/medio, estratific.cruzada(?)	1GR,PT,ML,MP,MEV	areia	-	e(d)	Df(b) ou Di
ISR 10 B	Idem	SR 5002	249,2	RP	larenito medio/fino, estratific.cruzada	1GR,PT,MEV	areia	qz-ar.sa.	e	Df
ISR 10 C	Idem	SR 5002	246,4	RP	larenito muito fino/silito, macico(?)	1ML,MP,MEV	-	-	e	Di
ISR 10 D	Idem	SR 5002	245,4	RP	larenito fino, macico	1GR,ML,MP,MEV	larena siltica	-	e(d)	Di
ISR 10 E	Idem	SR 5002	244,7	RP	larn.fino/medio,lamin.(?), c/nodul.argila	1GR	larena argilosa	-	-	Di
ISR 10 F	Idem	SR 5002	243,8	RP	larenito medio/fino, macico	1GR,ML,MP	larena siltica	-	-	Df(?)
ISR 10 G	Idem	SR 5002	240,9	RP	larn.muito fino/silt.,estrat.subh. incip.	1GR,ML,MP	larena siltica	-	-	Di
ISR 10 H	Idem	SR 5002	240,0	RP	larenito fino, laminado	1GR,PT,ML,MP	larena siltica	-	-	Di
ISR 10 I	Idem	SR 5002	238,9	RP	larn.fino/medio,c/frat.subh.,cim.carbon.	1PT	-	-	-	Di
ISR 10 J	Idem	SR 5002	237,9	RP	larenito fino/medio, macico(?)	1PT	-	-	-	Di
ISR 10 K	Idem	SR 5002	236,2	RP	larenito fino/medio, laminado(estr.cruz.)	1ML,MP	-	-	-	Df(b)
ISR 10 L	Idem	SR 5002	235,9	RP	larenito fino/medio, macico(?)	1GR	larena siltica	-	-	Di
ISR 10 M	Idem	SR 5002	234,1	RP	larenito fino/medio, laminado	1GR,ML,MP	areia	-	-	Di
ISR 10 N	Idem	SR 5002	233,5	RP	larn.fino/medio, estratific.cruzada	1GR,PT,ML,MP	areia	-	-	Df(b)
ISR 10 O	Idem	SR 5002	232,8	RP	lbrecha de matriz arenosa, c/nod.argila	1PT	-	-	-	pls
ISB 11 A	Canal de Pereira Barreto (SP)	ISRC 202 C	315,5	RP	larenito medio/fino, macico(?)	1MEV	-	-	e	Df
ISB 11 B	Idem	ISRC 202 C	321,6	SA(/RP)	larenito medio/fino, estratific.cruzada	1MEV	-	-	e	la
ISB 11 C	Idem	ISRC 202 C	319,8	RP(/SA)	larenito medio/fino, macico	1MEV	-	-	e	la
ISB 11 D	Idem	ISRC 202 C	324,3	SA	larenito fino/muito fino, macico	1MEV	-	-	e(d)	la
ISB 11 E	Idem	ISRC 202 C	320,3	SA	larenito fino/muito fino, macico	1MEV	-	-	e	la
ISB 11 F	Idem	ISRC 202 C	334,8	SA	larenito fino/medio, macico	-	-	-	-	la
ISB 11 G	Idem	ISRC 202 C	330,4	SA	larenito medio/fino, macico	-	-	-	-	la
ISB 12 A	Canal de Pereira Barreto (SP)	ISRC 209 C	316,2	RP	larenito medio/fino, estratific.cruzada	1PT,MEV	-	qz-ar.	e(a)	Df
ISB 12 B	Idem	ISRC 209 C	320,8	RP/SA	larenito medio/fino, macico	1MEV	-	-	e(a)	la
ISB 12 C	Idem	ISRC 209 C	323,6	SA	larenito medio/fino, macico	1MEV	-	-	e(a)	la
ISB 12 D	Idem	ISRC 209 C	320,8	SA	larenito fino, macico	1MEV	-	-	e(a),p	la
ISB 12 E	Idem	ISRC 209 C	334,6	SA	larenito medio/fino, macico	1MEV	-	-	e(d)	la
ISB 12 F	Idem	ISRC 209 C	330,0	SA	larenito fino, macico	1MEV	-	-	e(d/a)	la
ISB 12 G	Idem	ISRC 209 C	347,2	SA	larenito fino, macico	1PT,MEV	-	-	e(a)	la
ISP 13 A	U.H.Porto Primavera, eclusa(SP)	SR 021	234,9	RP	larenito fino, macico(?)	1RX,MEV	-	-	e(a)	Df(b)
ISP 13 B	Idem	SR 021	234,2	RP	larenito fino, macico(?)	1RX,MEV	-	-	e(d)	Df(b)

Amostra	Procedencia	Sondagem	Cota da amostra (m)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			Litofacies
							Granulometria	Petrografia	Argilominerais	
							ISHEPARD(1954)	Dott(1964)	(RX e/ou mev)	
ISP 13 C	Idem	SR 821	231,9	SG	basalto vesiculo/amigdaloidal, fraturado	INEV	-	-	e(d/a)	der(tp)
ISP 14 A	U.H.Porto Primavera, eclusa(SP)	SR 822	233,3	RP	larenito fino, macico(?)	INEV	-	-	e(d)	Df(b)
ISP 14 B	Idem	SR 822	232,7	RP	larenito fino/medio, laminado(estr.cruz.)	INEV	-	-	e(d)	Df(b)
ISP 14 C	Idem	SR 822	230,8	SG	basalto vesiculo/amigdaloidal	INEV	-	-	e	der(tp)
ISB 15 A	Canal de Pereira Barreto (SP)	SRC 217C	350,7	SA	larenito fino/medio, macico	IPT	-	-	-	la
ISB 15 B	Idem	SRC 217C	349,2	SA	larenito fino/medio, macico	-	-	-	-	la
ISB 15 C	Idem	SRC 217C	346,5	SA	larn.m.fino,macico, c/venulas de calcita	-	-	-	-	la(sk)
ISB 15 D	Idem	SRC 217C	341,5	SA	larn.muito fino,c/ nodulos carbonaticos	-	-	-	-	la(sk)
ISB 15 E	Idem	SRC 217C	340,7	SA	larn.m.fino,macico,c/conc.carb.(calcrete)	IPT	-	-	-	la(sk)
ISB 15 F	Idem	SRC 217C	336,9	RP/SA	larn.m.fino,macico,c/conc.carb.(calcrete)	IPT	-	-	-	la(la)
ISB 15 G	Idem	SRC 217C	331,0	RP/SA	larenito medio/fino, macico	-	-	-	-	la
ISB 15 H	Idem	SRC 217C	325,6	RP/SA	larenito fino, laminado	IPT	-	-	-	la
ISB 15 I	Idem	SRC 217C	320,7	RP	larenito fino/medio, las.,cim.carbonatica	-	-	-	-	Di ou Df(b)
ISB 15 J	Idem	SRC 217C	316,7	RP	larenito fino/medio, laminado(estr.cruz.)	IPT	-	qz-ar.sa.	-	Df
ISR 16 A	U.H.Rosana, gal. muro de abraco(PR)	SR 5209	242,5	RP	larenito medio/fino, estratific.cruzada	-	-	-	-	Df
ISR 16 B	Idem	SR 5209	240,6	RP	larenito fino, macico	-	-	-	-	Di
ISR 16 C	Idem	SR 5209	236,4	RP	larenito fino/medio, estratific.cruzada	-	-	-	-	Df(b)
ISR 17 A	U.H.Rosana, gal. muro de abraco(PR)	SR 5208	243,2	RP	larenito fino/medio, estratific.cruzada	-	-	-	-	Df
ISR 17 B	Idem	SR 5208	239,2	RP	larenito fino, estratificacao cruzada	-	-	-	-	Df(b)
ISR 17 C	Idem	SR 5208	233,4	SG	brecha intertrapeana	-	-	-	-	itp
ISR 18 A	U.H.Rosana, gal. muro de abraco(PR)	SR 5172	241,3	RP	larenito fino/medio, macico	-	-	-	-	Di
ISR 18 B	Idem	SR 5172	240,5	RP	larenito fino/medio, macico(?)	-	-	-	-	Di
ISR 18 C	Idem	SR 5172	238,8	RP	larenito fino/medio,estratific.cruzada(?)	IPT	-	-	-	Di ou Df(b)
ISP 19 A	U.H.P.Primavera,B.T.H.D.,ter.al(NS)	SR 344	224,1	SG+RP	basalto fraturado, com calcita	IPT	-	-	-	pls
ISP 19 B	Idem	SR 344	225,0	RP	brecha de matriz arenosa, cim.carbonat.	IPT	-	-	-	pls
ISP 19 C	Idem	SR 344	225,5	RP	lar.medio/grosso,laminado(cruz.),cim.carb.	IPT	-	-	-	Di ou Df(b)
ISP 19 D	Idem	SR 344	227,3	RP	larn. medio/grosso e fino, estrat.cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 20 A	U.H.P.Primavera,esp.defletor md(NS)	SR 649	228,0	SG+RP	larn.fino/silt.arg.,c/frag.basalto,carb.	-	-	-	-	pls
ISP 20 B	Idem	SR 649	228,3	SG+RP	larn.fino silt.arg.,c/frag.basalto,carb.	-	-	-	-	pls
ISP 20 C	Idem	SR 649	228,8	SG+RP	larn.fino silt.arg.,c/frag.basalto,carb.	IPT	-	lamito	-	pls
ISP 20 D	Idem	SR 649	230,2	RP	calcrete	-	-	-	-	Di
ISP 21 A	U.H.P.Primavera,rib.S.Anastacio(SP)	SR 2552	243,5	RP	larenito medio/grosso, estratific.cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 21 B	Idem	SR 2552	243,0	RP	larenito medio/grosso, estratific.cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 22 A	U.H.P.Primavera, rio do Peixe(SP)	SR 2348A	240,2	RP	larenito fino, macico	-	-	-	-	Di
ISP 22 B	Idem	SR 2348A	249,0	RP	larenito fino, estratificacao cruzada	-	-	-	-	Df(b)

Anexo 4

Anexo 4										
Amostra	Procedencia	Sondagem	Cota da amostra (m)	Unidade geologica	Descricao de campo	Analises de laboratorio	RESULTADOS			Litofacies
							Granulometria (SNEPARD(1954))	Petrografia (Dott(1964))	Argilominerais (RX e/ou nev)	
ISP 23 A	U.H. P. Primavera, ponte BR 267(SP)	SR 2240	225,0	RP	larenito grosso, estratificacao cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 23 B	Iidem	SR 2240	217,0	RP	larenito grosso, estratificacao cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 23 C	Iidem	SR 2240	228,0	RP	larenito grosso, estratificacao cruzada	-	-	-	-	Df
ISP 24 A	Canal de Pereira Barreto(SP)	EH 8	286,6	SG	basalto vesiculo/amigdaloidal	IRX	-	-	e, at?, cm??	der(tp)
ISP 25 A	U.H.P.Primavera, poco invest., eclusa	SR2911	222,0	SG(bpd)	brecha; fragm. basalto; frat. c/carb. e arg. (KEV)	-	-	-	k(d)	pls
ISP 25 B	Iidem	SR2911	222,7	RP	larn. med., lamoso., macico, c/nod. arg., carb. (PT)	-	-	qz-ar. sa?	-	pls
ISP 25 C	Iidem	SR2911	223,6	RP	larn. fino/m. fino, lamoso., macico, cim. carb. (PT)	-	-	qz-ar.	-	Di
ISP 25 D	Iidem	SR2911	225,0	RP	larn. medio, laminado(est. cruz.), cim. carbo. l	-	-	-	-	Df(b)
ISP 26	U.H.P.Primavera, eclusa	SR 2618	222	SG(bpd)	carbonato e palygors. (?), em frat. basalto (RX)	-	-	-	e, at?	der(tp)
ISP 27 A	U.H.P.Primavera, B.T.M.D. (MS)	SR 307	221	RP	lamito macico	-	-	-	-	pls
ISP 27 B	Iidem	SR 307	222	RP	lamito, macico	PT	-	lamito	-	pls

CONVENCOES:

Unidade geologica:

SG = Fm. Serra Geral (Gr. Sao Bento)
 (bpd) = basalto "pouco denso"
 RP = Fm. Rio Parana (Gr. Caiua)
 SA = Fm. Santo Anastacio (Gr. Bauru)
 Ad = Fm. Adamantina (Gr. Bauru)

/ = transicao
 (/X) = proximo do contato com X

Analises de laboratorio:

GR = granulometria
 PT = petrografia (secao delgada)
 ML = morfoscopia de min. leves
 MP = minerais pesados
 RX = raio X
 KEV = microscopia eletronica de varredura

Classificacao petrografica:

qz-ar. = quartzo-arenito
 sa = subarcoseano
 sl = sublitico

Argilominerais:

at = atapulgita
 c = clorita
 cm = camada mista
 e = esmectita
 fp = fluorapatita
 i = illita
 k = caulinita
 p = palygorskita

d = detritica
 a = autigenica

Litofacies:

der = derrames basalticos; (tp) = topo
 itp = intertrape
 pls = paleossolo basal (Fm. Rio Parana)
 Df = depositos de foresets de dunas de medio a grande porte; (b) = parte basal
 Di = depositos de interdunas
 la = depositos de lencois de areia; (sk) = sabkha
 pt = depositos de planicie de transbordamento
 bc = depositos de barra de canal

Dados de sondagens e principais resultados de analises.

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DO PROJETO GRUPO BAURU

Amostra	% Seixos	% Grânulos	% Areia	% Silte +Argila	% Argila	Gr/Fi	Classes Texturais	Classificação de Shepard(1954)
SP01A	0.00	0.00	80.55	19.45	10.09	4.14	4	areia
SP01B	0.00	0.00	89.64	10.37	4.01	8.64	3	areia
SP02B	0.00	0.00	83.60	16.41	10.69	5.09	4	areia
SP03A	0.00	0.00	73.25	26.75	9.89	2.74	5	areia siltica
SP03B	0.00	0.00	77.38	22.62	9.74	3.42	5	areia
SP04A	0.00	0.00	81.25	18.75	11.34	4.33	4	areia
SP06B	0.00	0.00	77.09	22.91	16.72	3.36	4	areia
SP06H	0.00	0.00	82.70	17.30	13.47	4.78	4	areia
SR10D	0.00	0.00	63.67	36.33	17.68	1.75	5	areia siltica
SR10E	0.00	0.00	73.93	26.07	16.23	2.84	4	areia argilosa
SR10G	0.00	0.00	64.70	35.30	13.10	1.83	5	areia siltica
SR10H	0.00	0.00	65.10	34.90	13.68	1.87	5	areia siltica
SR10J	0.00	0.00	74.55	25.44	11.02	2.93	5	areia siltica
SP04C	0.00	0.00	82.11	17.89	6.33	4.59	4	areia
SR10K	0.00	0.00	83.09	16.90	8.48	4.92	4	areia
SR10L	0.00	0.00	63.72	36.28	13.28	1.76	5	areia siltica
SR10M	0.00	0.00	84.83	15.17	7.42	5.59	4	areia
SR10N	0.00	0.00	86.42	13.58	8.16	6.36	4	areia
PD59	0.00	0.00	85.94	14.06	5.36	6.11	4	areia
UH75	0.00	0.00	64.11	35.90	10.74	1.79	5	areia siltica
FN80A	0.00	0.00	87.63	12.37	10.18	7.08	4	areia
PN80B	0.00	0.00	71.61	28.39	10.94	2.52	5	areia siltica
TP89	0.00	0.00	62.37	37.64	17.76	1.66	4	areia siltica
IC92	0.00	0.00	76.72	23.27	12.77	3.30	4	areia
TR109A	0.00	0.00	74.62	25.38	17.59	2.94	4	areia argilosa
TR109B	0.00	0.00	87.36	12.64	10.21	6.91	4	areia
NL110A	0.00	0.00	80.83	19.17	10.10	4.22	4	areia
NL110B	0.00	0.00	85.02	14.98	11.88	5.68	4	areia
LD113C	0.00	0.00	83.52	16.48	13.42	5.07	4	areia
GA011	0.00	0.00	75.32	24.68	18.37	3.05	3	areia
IC68	0.00	0.00	88.90	11.10	6.50	8.01	4	areia
SP02A	0.00	0.00	94.08	5.92	4.57	15.89	2	areia
SP02C	0.00	0.00	86.71	13.29	6.71	6.52	3	areia
SP02D	0.00	0.00	87.86	12.14	6.32	7.24	3	areia
SP02E	0.00	0.00	83.18	16.82	12.12	4.95	4	areia
SP06A	0.00	0.00	92.23	7.78	5.79	11.85	3	areia
SP06D	0.00	0.00	77.10	22.90	10.95	3.37	6	areia
SP06E	0.00	0.00	84.93	15.07	11.57	5.64	4	areia
SP06F	0.00	0.00	85.52	14.48	11.52	5.91	4	areia
SP06G	0.00	0.00	88.13	11.87	10.20	7.42	4	areia
SP06I	0.00	0.00	82.43	17.57	13.60	4.69	4	areia
SR10A	0.00	0.00	92.30	7.70	6.31	11.99	4	areia
SR10B	0.00	0.00	93.82	6.18	4.91	15.18	2	areia
SR10F	0.00	0.00	65.33	34.67	15.92	1.88	6	areia siltica
CL04A	0.00	0.00	89.62	10.38	8.14	8.63	3	areia
CL04B	0.00	0.00	85.76	14.24	6.93	6.02	4	areia
CL04C	0.00	0.00	71.23	28.77	19.01	2.48	3	areia argilosa
CL04D	0.00	0.00	82.65	17.35	13.30	4.76	3	areia
RP027B	0.00	0.00	85.30	14.70	9.47	5.80	4	areia
TP031	0.00	0.00	88.01	11.99	8.33	7.34	3	areia

continua ...

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DO PROJETO GRUPO BAURU

Amostra	% Seixos	% Grânulos	% Areia	% Silte +Argila	% Argila	Gr/Fi	Classes Texturais	Classificação de Shepard(1954)
UK033A	0.00	0.00	82.58	17.41	12.98	4.74	4	areia
UK033B	0.00	0.00	78.06	21.94	13.50	3.56	4	areia
LO52A	0.00	0.00	92.04	7.96	5.62	11.56	3	areia
LO52B	0.00	0.00	82.82	17.18	8.06	4.82	4	areia
LO54	0.00	0.00	93.59	6.40	4.71	14.62	2	areia
LO55A	0.00	0.00	94.69	5.31	3.86	17.83	2	areia
LO55B	0.00	0.00	73.20	26.80	13.00	2.73	4	areia siltica
LO55C	0.00	0.00	96.09	3.91	3.12	24.58	2	areia
LO58A	0.00	0.00	91.82	8.17	5.50	11.24	3	areia
LO61A	0.00	0.00	80.06	19.94	6.12	4.02	5	areia
GC62D	0.00	0.00	86.10	13.90	9.05	6.19	4	areia
GC62E	0.00	0.00	84.68	15.32	10.57	5.53	5	areia
UK63B	0.00	0.00	95.02	4.99	4.12	19.04	1	areia
IC70A	0.00	0.00	84.91	15.10	7.57	5.62	3	areia
IC70B	0.00	0.00	90.79	9.21	5.86	9.86	4	areia
TP72	0.00	0.00	80.17	19.83	14.63	4.04	4	areia
UK74	0.00	0.00	77.55	22.45	13.19	3.45	4	areia
LO83B	0.00	0.00	89.73	10.28	8.05	8.73	4	areia
IC90	0.00	0.00	81.10	18.90	9.62	4.29	4	areia
NL101B	0.00	0.00	89.23	10.77	8.68	8.29	3	areia
DN102	0.00	0.00	91.37	8.62	4.09	10.60	3	areia
GC106B	0.00	0.00	82.83	17.17	6.36	4.82	5	areia
GC106C	0.00	0.00	86.86	13.14	5.98	6.61	4	areia
NL112	0.00	0.00	80.45	19.55	16.36	4.12	3	areia
LO113A	0.00	0.00	95.73	4.27	2.75	22.42	2	areia
LO113B	0.00	0.00	93.32	6.68	4.66	13.97	3	areia
DN114	0.00	0.00	82.00	18.01	15.23	4.55	3	areia
CS121	0.00	0.00	88.76	11.24	3.28	7.90	3	areia
CL123A	0.00	0.00	95.59	4.41	3.50	21.68	2	areia
CL125	0.00	0.00	78.59	21.41	8.89	3.67	4	areia
CL150A	0.00	0.00	94.83	5.17	3.09	18.34	2	areia
PV44A	0.00	0.00	85.26	14.75	10.42	5.78	4	areia
PV44B	0.00	0.00	80.93	19.07	16.07	4.24	3	areia
PV44C	0.00	0.00	75.89	24.12	18.44	3.15	4	areia
SJ49A	0.00	0.00	83.83	16.17	10.71	5.18	4	areia
SJ49B	0.00	0.00	86.30	13.70	10.11	6.30	4	areia

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DO PROJETO GRUPO BAURU

Amostra	% Seixos	% Grânulos	% Areia	% Silte + Argila	% Argila	Gr/Fi	Classes Texturais	Classificação de Shepard(1954)
MB012A	0.00	0.00	68.72	31.28	14.34	2.20	4	areia siltica
MB012B	0.00	0.00	81.21	18.79	14.13	4.32	2	areia
MB013B	0.00	0.00	79.06	20.95	12.82	3.77	3	areia
MB014A	0.00	4.72	75.98	19.30	5.08	4.18	3	areia
MB014B	0.00	0.00	68.19	31.81	10.36	2.14	5	areia siltica
MB015A	0.00	0.00	89.73	10.27	7.52	8.74	2	areia
MB015B	0.00	0.00	63.09	36.91	12.86	1.71	6	areia siltica
MB016A	0.00	0.00	79.55	20.45	5.57	3.89	4	areia
MB016C	0.00	0.00	72.52	27.48	7.21	2.64	5	areia siltica
SF028A	0.00	0.00	68.61	31.39	10.70	2.19	5	areia siltica
SF028C	0.00	0.00	63.30	36.70	14.36	1.72	5	areia siltica
SF028D	0.00	0.00	73.73	26.27	9.25	2.81	5	areia siltica
SF028E	0.00	0.00	67.98	32.02	9.75	2.12	5	areia siltica
SF028G	0.00	0.00	76.95	23.04	10.00	3.34	4	areia
MA39	0.00	0.00	71.38	28.61	14.95	2.49	4	areia argilosa
PV42A	0.00	0.00	89.53	10.47	8.38	8.55	3	areia
PV42B	0.00	0.00	83.67	16.33	9.45	5.12	4	areia
CL133	0.00	0.00	79.90	20.10	5.67	3.98	6	areia

Formação Santo Anastácio (Litofácies la)

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DO PROJETO GRUPO BAURU

Amostra	% Seixos	% Grânulos	% Areia	% Silte + Argila	% Argila	Gr/Fi	Classes Texturais	Classificação de Shepard(1954)
PE017A	0.00	0.00	88.78	11.21	7.89	7.92	4	areia
PE017B	0.00	0.00	88.03	11.97	8.22	7.35	4	areia
PE017C	0.00	0.00	90.70	9.29	7.23	9.76	4	areia
PE017X	0.00	0.00	76.42	23.58	13.57	3.24	4	areia
CS118D	0.00	0.00	83.77	16.22	7.91	5.16	3	areia
CS120D	0.00	0.00	82.82	17.18	10.50	4.82	4	areia
CL136	0.00	0.00	80.79	19.21	7.70	4.21	4	areia
CS140	0.00	0.00	69.48	30.53	13.87	2.28	4	areia siltica
CL150C	0.00	0.00	88.70	11.30	7.22	7.85	5	areia

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DO PROJETO GRUPO BAURU

Amostra	% Seixos	% Grânulos	% Areia	% Silte +Argila	% Argila	Gr/Fi	Classes Texturais	Classificação de Shepard(1954)
AS03A	0.00	0.00	91.00	9.00	6.93	10.11	4	areia
AS03E	0.00	0.00	46.28	53.72	16.42	0.86	6	areia siltica
CS010A	0.00	0.00	79.03	20.97	14.17	3.77	4	areia
CS010B	0.00	0.00	73.72	26.28	15.34	2.81	5	areia argilosa
CS010C	0.00	0.00	85.95	14.05	11.51	6.12	3	areia
RA023A	0.00	0.00	64.76	35.24	19.91	1.84	5	areia argilosa
RA023B	0.00	0.00	60.43	39.57	14.33	1.53	4	areia siltica
RA023C	0.00	0.00	67.90	32.09	6.90	2.12	4	areia siltica
RA023D	0.00	0.00	87.55	12.45	4.79	7.03	3	areia
RA024F	0.00	0.00	76.20	23.80	8.58	3.20	5	areia
RP024F	0.00	0.00	90.70	9.30	3.34	9.75	3	areia
RA104A	0.00	0.00	50.79	49.21	12.97	1.03	6	areia siltica
CS119A	0.00	0.35	26.14	73.51	42.31	0.36	7	argila siltica arenosa
CS120A	0.00	0.00	70.43	29.56	8.68	2.38	5	areia siltica
PO129A	0.00	0.00	72.41	27.59	9.32	2.62	5	areia siltica
CL135A	0.00	0.00	92.14	7.86	6.72	11.72	3	areia
CL135B	0.00	0.00	74.44	25.57	20.45	2.91	4	areia argilosa
CL137A	0.00	0.00	97.22	2.78	1.59	34.97	2	areia
CL137B	0.00	0.00	67.78	32.22	9.89	2.10	5	areia siltica
CS142	0.00	0.00	75.10	24.90	7.81	3.02	6	areia

AMOSTRA	AM. TOTAL					TRANSPARENTES																	TOTAL		
	L	OP	SP	FE	TR	H.																	TOTAL	H.	ZTR
						GRAOS	ZR	TUR	RUT	HOEN	CPX	GRA	ESP	SIL	CIA	EP	EST	NON	AG.	APA	GRAOS				
																			SER.						
SF 28C	13	46	5	tr	36	111	12	12	1	2	1	60	0	0	0	6	6	0	0	0	108	25			
SF 20A	23	37	2	tr	39	114	9	8	P	0	0	50	0	0	0	29	4	0	0	0	123	17			
CL 123A	4	36	10	7	43	105	3	21	1	0	0	3	0	0	10	4	58	0	0	0	77	25			
CL 150A	11	69	4	10	6	113	28	21	0	0	0	0	0	0	0	6	46	0	0	0	107	49			
NL 110B	10	44	1	0	45	114	15	44	P	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	105	59			
PV 44B	2	60	5	1	32	173	30	29	0	1	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	103	59			
GA 11	31	55	8	0	6	110	47	40	3	0	2	0	0	0	0	0	8	0	0	0	100	90			
PV 44C	7	63	9	1	20	152	29	31	tr	0	0	0	0	0	0	tr	40	0	0	0	114	60			
LO 61A(HF)	41	53	0	2	4	112	18	15	0	1	18	16	0	0	0	3	29	0	0	0	119	33			
DN 102 *	65	18	15	1	1	101	35	21	1	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	104	57			
LO 61A(F)	53	22	2	1	22	129	5	25	1	2	tr	14	0	0	0	tr	46	0	7	0	123	31			
TR 109(HF)	3	78	1	8	11	112	24	65	1	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0	106	90			
SP 6E(HF)	17	37	20	11	15	103	7	17	4	0	0	53	0	0	0	8	12	0	0	0	106	28			
SP 6I(F)	26	55	1	0	18	109	18	26	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	101	44			
NL 112	32	48	tr	0	20	169	16	28	1	0	0	1	0	0	0	0	54	0	0	0	101	45			
LO 93A(F)	08	8	0	1	3	119	9	23	0	3	2	25	0	0	0	15	13	0	9	0	64	32			
GC 106A(F)	35	46	6	5	8	102	8	31	0	1	0	8	0	0	0	0	51	0	0	0	83	39			
SP 6K	27	57	6	0	10	113	19	22	2	1	0	2	0	0	0	0	54	0	0	0	94	43			
SP 6A(HF)	7	77	3	0	13	128	28	40	3	1	0	2	0	0	0	0	26	0	0	0	101	71			
LO 55A(HF)	24	65	1	7	4	110	14	30	3	0	0	0	0	0	0	2	51	0	0	0	93	47			
SP 6A(F)	28	35	0	7	31	107	6	36	0	0	0	3	0	0	0	1	54	0	0	0	114	42			
UN 35B	18	62	2	2	17	123	35	44	1	0	0	0	0	0	0	3	17	0	0	0	102	80			
LO 113B	02	4	0	0	13	119	1	49	0	0	0	1	0	0	0	0	49	0	0	0	101	50			
LO 58A	50	33	0	0	17	113	12	27	3	0	0	5	0	0	0	0	53	0	0	0	59	42			
GC 62E	71	22	2	1	4	115	51	34	2	0	0	2	0	1	0	8	2	0	0	0	98	87			
GC 62D	14	45	6	3	32	128	31	49	2	1	2	2	0	0	0	1	10	0	0	0	156	05			
LO 83A	28	47	6	2	17	155	32	29	2	0	14	1	0	0	0	P	22	0	0	0	106	63			
CL 48 *	40	2	2	0	35	121	55	30	4	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	105	89			
SP 6E(F)	12	39	0	4	45	104	2	55	0	1	0	0	0	0	0	1	41	0	0	0	125	57			
LO 55A(F)	2	73	3	1	21	104	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	104	15			
GC 106A(HF)	59	33	2	2	4	102	35	40	1	0	0	3	0	0	0	1	19	0	0	0	94	76			
IC 70A	10	73	5	3	9	118	53	25	4	0	0	1	0	0	0	1	17	0	0	0	113	82			
SP 6G	20	33	8	15	24	134	14	59	2	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	101	75			
IC 90(HF)	7	74	2	0	17	137	44	25	3	0	1	1	0	0	0	0	26	0	0	0	93	72			
IC 68	12	64	11	3	9	106	60	19	4	0	0	0	0	0	0	1	17	0	0	0	100	83			
IC 90(F)	tr	44	22	0	34	133	3	39	0	0	0	1	0	0	0	0	57	0	0	0	101	42			
SJ 49A(F)	37	30	14	6	13	111	19	57	1	0	2	P	0	0	0	P	21	0	0	0	129	77			
SF 20E	73	18	3	2	4	125	41	33	1	1	P	0	0	0	0	0	25	0	0	0	101	75			
Valor Medio	29	45	5	3	19	120	23	32	1	0	1	7	0	0	0	3	32	0	0	0	104	56			
Valor Maximo	80	78	22	15	45	173	60	65	4	3	18	60	0	1	10	29	86	0	9	0	156	90			
Valor Minimo	tr	2	0	0	1	101	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	59	15			

Unidade Rio Parana (litofaceis D1)

AMOSTRA	AM. TOTAL					TOTAL	TRANSPARENTES															TOTAL		
	L	OP	SP	FE	TR	GRADS	ZR	TUR	RUT	HORN	CPX	GRA	ESP	SIL	CIA	EP	EST	MON	AG.	APA	N.	ZTR		
																							SER.	GRADS
SP 4C(HF)	6	34	4	0	56	116	5	3	0	0	0	78	0	0	0	4	10	0	0	0	99	8		
SP 4A	21	55	12	0	12	110	17	55	3	1	2	0	0	0	0	3	19	0	0	0	104	75		
SP 1B	38	6	4	1	51	112	3	8	2	0	0	79	0	0	0	1	8	0	0	0	145	13		
SR 10F	10	68	6	0	16	124	20	45	P	1	8	0	0	0	0	P	26	0	0	0	96	65		
SP 6H	20	53	0	0	27	131	16	28	P	0	1	37	0	0	0	P	18	0	0	0	101	44		
SP 4C(F)	0	1	8	0	92	144	0	1	1	0	0	97	0	0	0	0	1	0	0	0	154	2		
SP 7A	16	48	0	0	36	117	4	8	1	0	1	76	0	0	0	1	9	0	0	0	99	13		
IC 92	18	42	10	6	24	118	24	49	2	0	P	2	0	0	0	0	23	0	0	0	103	75		
SP 6J	32	61	2	0	5	113	42	23	2	0	0	0	0	0	0	2	25	0	0	6	100	67		
PB 59	3	38	10	1	48	104	6	14	2	0	0	69	0	0	0	1	8	0	0	0	130	22		
SP 6H(HF)	24	34	13	13	16	107	24	36	2	0	0	0	0	0	0	2	37	0	0	0	106	62		
SR 10K	17	36	17	17	12	115	21	12	5	0	4	38	0	0	0	P	20	0	0	0	103	38		
SP 6L (lot 2)	54	11	19	4	12	121	23	44	8	1	0	7	0	0	0	0	17	0	0	0	115	75		
SR 10N	5	39	23	10	23	150	25	25	0	0	0	3	0	0	0	4	43	0	0	0	103	50		
SP 6H(F)	50	14	0	0	36	103	2	20	0	0	0	46	0	0	0	0	32	0	0	0	113	22		
SR 10H	14	43	14	16	13	135	20	27	5	0	2	10	0	0	0	1	35	0	0	0	116	52		
UH 75	18	17	51	3	10	109	26	56	2	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0	103	84		
LO 113C	20	54	7	0	11	157	37	17	1	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	109	55		
SP 6L (lot 1)	21	40	2	0	37	126	2	40	0	0	0	5	0	0	0	0	53	0	0	0	101	42		
SP 60	38	38	16	1	8	112	17	17	2	0	0	50	0	0	0	3	10	0	0	0	103	36		
SR 10H	11	64	1	1	23	164	19	19	2	P	P	27	0	0	0	24	10	0	0	0	124	40		
NL 101A	25	62	5	0	8	230	32	39	1	2	10	0	0	0	0	0	16	0	0	0	97	72		
SP 8A	10	35	1	1	53	108	18	6	2	0	0	69	0	0	0	0	5	0	0	0	97	26		
SP 6H	39	18	3	8	32	110	8	11	1	0	0	73	0	0	0	3	3	0	0	0	122	20		
SR 10C	24	42	9	0	25	106	20	39	1	1	5	0	0	0	0	0	34	0	0	0	102	60		
SP 3C(F)	7	22	2	2	68	124	3	13	0	0	0	77	0	0	0	0	7	0	0	0	209	16		
SP 2B(HF)	17	51	6	6	20	114	16	49	2	0	0	2	0	0	0	0	32	0	0	0	116	67		
SP 3C(HF)	8	31	15	6	40	114	8	6	1	0	0	75	0	0	0	6	2	0	0	0	125	15		
SP 6P(HF)	49	9	20	8	14	107	10	16	0	0	0	65	0	0	0	3	6	0	0	0	115	26		
SP 3B(F)	7	29	5	6	52	110	2	26	0	0	0	9	0	0	0	0	62	0	0	0	106	28		
SP 2B(F)	9	45	3	5	38	115	2	9	0	0	0	17	0	0	0	0	72	0	0	0	106	11		
SR 10D	26	30	8	0	36	110	21	48	P	0	0	1	0	0	0	0	30	0	0	0	104	69		
SR 10G	27	26	13	0	34	157	5	42	2	0	7	3	0	0	0	P	41	0	0	0	100	49		
SR 10A(F)	4	82	2	1	11	135	7	9	1	17	31	P	0	0	0	1	34	0	0	0	58	17		
TP 89	21	58	4	0	17	101	17	57	5	2	9	0	0	0	tr	0	10	0	0	0	108	79		
Valor Medio	20	38	9	3	29	124	15	26	2	1	2	29	0	0	0	2	23	0	0	0	111	43		
Valor Maximo	54	82	51	17	92	230	42	57	8	17	31	97	0	0	0	24	72	0	0	6	209	84		
Valor Minimo	0	1	0	0	5	101	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	58	2		

Unidade Goio Ere (litofaceis df+di)

AMOSTRA	AM. TOTAL																			TOTAL																			TRANSPARENTES																			TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	L																			OP																			SP																			FE																			TR																			GRAOS																			ZR																			TUR																			RUT																			HORN																			CPX																			GRA																			ESP																			SIL																			CIA																			EP																			EST																			HON																			AG.																			APA																			H.																			ZTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	L																			OP																			SP																			FE																			TR																			GRAOS																			ZR																			TUR																			RUT																			HORN																			CPX																			GRA																			ESP																			SIL																			CIA																			EP																			EST																			HON																			AG.																			APA																			H.																			ZTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	L																			OP																			SP																			FE																			TR																			GRAOS																			ZR																			TUR																			RUT																			HORN																			CPX																			GRA																			ESP																			SIL																			CIA																			EP																			EST																			HON																			AG.																			APA																			H.																			ZTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
KB 13A	6	76	4	0	14	108	33	22	1	2	0	0	0	0	0	6	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Formacao Santo Anastacio (litofaceis la)

ANO STRA	AM. TOTAL										TRANSPARENTES										TOTAL	
	N.																				TOTAL	
	L	OP	SP	FE	TR	GRAOS	ZR	TUR	RUT	THORN	CPX	GRA	ESP	SIL	CIA	EP	EST	HON	AG.	APA	N.	ZTR
																			SER.		GRAOS	
CL 150C	9	80	2	3	5	121	45	31	5	0	0	1	P	0	0	3	15	0	0	0	102	81
CL 136	0	74	3	17	6	115	7	68	1	0	0	0	0	0	0	2	21	0	0	0	85	76
AS 2	21	21	5	4	50	107	20	36	0	0	20	0	0	0	0	0	24	0	0	0	110	56
CP 95	43	31	16	8	3	166	38	38	12	0	1	1	0	0	0	3	7	0	0	0	102	98
CL 122	77	18	0	2	3	111	31	42	4	0	0	0	P	0	0	6	18	0	0	0	107	77
Valor Medio	30	45	5	7	13	124	28	43	4	0	4	0	0	0	0	3	17	0	0	0	101	76
Valor Maximo	77	80	16	17	50	166	45	68	12	0	20	1	0	0	0	6	24	0	0	0	110	88
Valor Minimo	0	18	0	2	3	107	7	31	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	85	56

Formação Indígena (litofaciés b+pl)

AMOSTRA	AM. TOTAL										TRANSPARENTES										TOTAL	
	L	OP	SP	FE	TR	GRAS	ZR	TUR	RUT	HORN	CPX	GRA	ESP	SIL	CIA	EP	EST	HON	AG.	APA	N.	ZIR
																			SER.		GRAS	
CS 10C	1	6	79	3	1	12	135	55	18	1	1	1	0	0	0	0	17	0	0	0	113	62
CS 126A	1	5	68	28	4	12	127	38	51	4	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	107	05
CS 119A	1	1	85	4	5	5	113	34	19	8	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	102	91
RP 27F	1	74	18	4	1	2	136	83	11	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	160	97
RA 23B	1	45	42	3	3	8	174	34	43	7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	164	84
CL 135A	1	11	47	11	5	25	119	2	84	6	0	0	0	0	0	0	11	12	0	0	106	86
RA 104A	1	28	44	4	3	21	103	21	17	4	0	0	38	0	0	0	13	7	0	0	104	42
AS 2B	1	7	78	5	9	1	102	4	58	14	0	0	0	0	0	0	4	20	0	0	50	82
CS 1P	1	61	32	3	3	1	125	66	15	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	105	91
Valor Medio	1	26	54	6	4	10	125	37	38	7	0	0	4	0	0	0	3	11	0	0	106	80
Valor Maximo	1	74	85	28	9	25	174	83	84	14	1	1	38	0	0	0	13	20	0	0	160	97
Valor Minimo	1	1	18	3	1	1	102	2	11	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	50	42

Obs:

L = leves
OP = opacos
SP = translucidos esbranquiçados
FE = translucidos avermelhados
TR = transparentes
ZR = zircão

TUR = turmalina
RUT = rutilo
HORN = hornblenda
CPX = clinopiroxênio
GRA = granada
CIA = cianita

EP = epidoto
EST = estauroilita
HON = nonazita
AG. SER. = agregados sericiticos
APA = apatita
ESP = espinelio
SIL = sillimanita

P = presente na lamina mas não computado
NC = não computado: numero total de graos transparentes < 50
tr = valor (%)
* = presença de 1 grau de duarodierita

Tabela de resultados de analises de minerais pesados

Pontos de descrição situados à norte da área do mapa

Afloramentos:

Canal de Pereira Barreto (SP)

- BT 37
- BT 151
- BT 152
- BT 153

Sondagens rotativas:

Canal de Pereira Barreto (SP)

- PB 1
- SB 11
- SB 12
- SB 24

Região de Presidente Epitácio (SP)

- PE 17
- PE 18
- RA 23
- RA 24
- RA 25
- RA 103
- RA 104
- RA 105

Região de Presidente Epitácio (SP)

- SP 21
- SP 22
- SP 23

INFORMAÇÕES DESTACADAS

PONTOS INTERESSANTES:

- CL 4: deformações por colapso em *foresets* de dunas.
- CS 10: Formação Adamantina.
- SA 94: seção tipo da Formação Rio Paraná, silicificada (Morro do Três Irmãos).
- RP 27: transição entre unidades, silicificação (Fazenda Santa Ida).
- SI 20: Formação Adamantina.
- TP 31: duna longitudinal.
- LO 34: seção tipo da Formação Rio Paraná, silicificada.
- JI 40: contato arenito/basalto com brecha.
- PV 44: corte transversal em dunas barcanas.
- LO 54: Formação Rio Paraná, dunas de grande porte.
- GC 62: Formação Rio Paraná, silicificada (Morro do Três Irmãos).
- UM 73: depósitos de fragmentos de crostas limoníticas.
- UM 73: Formação Rio Paraná, dunas de grande porte.
- UM 75: Estratificação arqueada.
- PN 79: contato arenito/basalto, com brecha basal.
- SA 94: Formação Rio Paraná, silicificada (Morro do Diabo).
- CS 120/121: transição entre unidades.
- CL 135: Formação Adamantina, ocorrência de fósseis.
- CL 136: Formação Santa Anastácio.
- CL 137: Formação Adamantina.
- IP 148: depósitos de ventifatos.

Silicificação, * intenso:

- AR 1 RP 27 NE 47 GC 62,107 RA 103 IP 148 CP 170
- PE 18 SF 28 LO 60 SA 94 RA 105 RP 168 SF 185
- PN 19 PV 45 LO 61 NL 99 DN 115 CP 169

Cimentação carbonática (apenas):

- PN 20 SJ 51 RA 104 CS 121
- PV 43 PB 59 RA 105

Cimentação carbonática, com concreções nodulares e/ou crostas duras:

- MB 14 MB 15 MB 16 LO 34 e sondagens (base) CS 118

▼ Brechas basais, paleossolos e

△ Brechas intraformacionais basais:

- LO 34 e sondagens (base) JI 40 PN 79 AS 118

Pontos marcados no mapa, a sul, sudeste e sudoeste de Cianorte (referidos em relatórios de mapeamento em escala 1:100.000).

✓ Depósitos com ventifatos:

- IP 148 PO 144 PO 145

L Fragmentos de crostas limoníticas:

- UM 35 UM 63 LO 81 LO 84
- UM 36 UM 64 LO 82 CL 124

✱ Fragmentos de ossos (fósseis):

- CL 135

~ Sismitos:

- LO 34

CONVENÇÕES

(O local corresponde ao centro da área assinalada)

Categoria:

- Ponto descrito em mapeamento anterior (IPT), revisito.
- Ponto de descrição de afloramento, sem amostragem.
- Ponto de descrição de afloramento, com amostragem.

Análises de Laboratório:

- ↓ Petrografia (seção delgada).
- Granulometria.
- ↑ Minerais leves e pesados.
- Argilominerais (raios X e/ou meV).

CONVENÇÕES PLANIALTIMÉTRICA

- Curva de nível (equidistância: 100m)
- Cota altimétrica
- Rede de drenagem: represa
- Limite internacional
- Cidade
- Rodovia pavimentada
- Rodovia não pavimentada
- Ferrovia

ANEXO I

MAPA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS OU SONDAJENS DESCRITOS, COM INDICAÇÃO DAS ANÁLISES EFETUADAS EM LABORATÓRIO, E INFORMAÇÕES MAIS INTERESSANTES

A COBERTURA CRETÁCEA SUPRABASÁLTICA NO PARANÁ E PONTAL DO PARANAPANEMA (SP): OS GRUPOS BAURU E CAIÚ

(FERNANDES 1992; DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, IGC/USP)

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS UTILIZADAS

FOLHAS 1:50000 (IBGE)

- AR - ARIARINHA
- AS - ASTORGA
- BV - BELA VISTA
- CS - CENTENÁRIO DO SUL
- CL - COLORADO
- CP - CUIABÁ PAULISTA
- DN - DIAMANTE DO NORTE
- EN - ESPERANÇA DO NORTE
- GC - GAIARAÇA
- GN - GUANÁ
- IP - ITORORÓ DO PARANAPANEMA
- JU - JUÇARA
- MD - MANDAGUAÇU
- MA - MARINGÁ
- NE - NOVA ESPERANÇA
- NL - NOVA LONDRINA
- PY - PARANACITY
- PV - PARANAVÁ
- PU - PEABIRU
- PO - PORECATU
- RA - RIBEIRÃO DAS ANHUMAS
- RP - RIBEIRÃO DAS PEDRAS
- SB - SABAUDIA
- SF - SANTA FÉ
- SA - SANTO ANTONIO DO CAIÚ
- SI - SANTO INACIO
- SJ - SÃO JOÃO DO CAIÚ
- JI - SÃO JORGE DO IVAÍ
- TS - TEODORO SAMPAIO
- TR - TERRA RICA
- TB - TRÊS BARRAS

FOLHAS 1:100.000 (SGM)

- CM - CAMPO MOURÃO
- CN - CIANORTE
- EL - ELDORADO
- GE - GOIO ERE
- GA - GUAÍRA
- IC - ICARAÍMA
- LO - LOANDA
- LD - LONDRINA
- MB - MAMBORÉ
- PT - PALALOTINA
- PN - PARAÍSO DO NORTE
- PR - PÉROLA
- PB - PORTO BASÍLIO
- TP - TAPIRA
- UM - UMUARAMA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

BASE PLANIALTIMÉTRICA: Simplificação das folhas DSG/1:100.000: GUAÍRA (1973); IBGE/1:250.000: LOANDA (1985), LONDRINA (1977), PRESIDENTE PRUDENTE (1979), UMUARAMA (1978); DSG/1:250.000: CAMPO MOURÃO (1982), CASCAVEL (1982); IBGE/1:100.000: RIO APA (1971).