

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 194

GEOLOGIA N.º 14

RUY OZORIO DE FREITAS

Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru

(Estado de São Paulo)



SÃO PAULO — BRASIL
1955

Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

The "Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo" are edited by the different Departments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned, Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: - Prof. Dr. Alipio Corrêa Netto

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Diretor: - Prof. Dr. Eurípedes Simões de Paula

Secretário: - Lic. Odilon Nogueira de Mattos

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA

Diretor:

Prof. Viktor Leinz, Ph. D.

Professor Cooperador:

Josué Camargo Mendes (Liv. Doc.)

Livre Docente:

Ruy Ozório de Freitas, D. Sc.

Assistentes:

Setembrino Petri, D. Sc.

Sérgio Estanislau de Amaral, D. Sc.

Reinholt Ellert, Lic. Sc.

Alfredo J. Simon Bjornberg, Lic. Sc.

Auxiliares de Ensino:

Ana Maria Vieira de Carvalho, Lic. Sc.

Roberto de Freitas

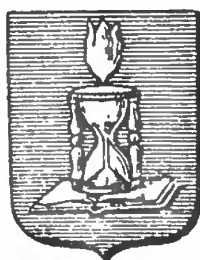
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 194

GEOLOGIA N.º 14

RUY OZORIO DE FREITAS

**Sedimentação, Estratigrafia e
Tectônica da Série Bauru**
(Estado de São Paulo)



SÃO PAULO
1955

SECÇÃO GRÁFICA da Faculdade de Filosofia, Ciências
e Letras da Universidade de São Paulo *imprimiu.*

ÍNDICE

ABSTRACT	9
I — INTRODUÇÃO	11
II — TRABALHOS PRÉVIOS	12
III — TÉCNICA DE ESTUDO	15
IV — SEDIMENTAÇÃO	22
A — CARACTERES FÍSICOS DOS SEDIMENTOS.....	22
a) ANÁLISE MECÂNICA	22
1.º GRANULOMETRIA	22
1 — Amostras de superfície	22
2 — Amostras de sondagens sem cota	23
3 — Amostras rudáceas	24
4 — Amostras da sondagem de Catanduva	24
5 — Amostras de sondagem de Tanabi ..	28
6 — Amostras da sondagem de Jales	28
7 — Amostras da sondagem de Lins	30
8 — Amostras da sondagem de Marília ..	30
9 — Amostra da formação Caiuá	33
2.º ANÁLISE TEXTURAL	33
1 — Amostras de superfície	33
2 — Amostras de sondagem	34
3 — Caracteres da textura areia	34
4 — Caracteres da textura silte	35
5 — Discussão dos caracteres texturais ..	39
b) ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
1.º MEDIANA	45
1 — Amostras de superfície	45
2 — Amostras de sondagem	47
2.º QUARTÉIS	52
1 — Amostras de superfície	52
2 — Amostras de sondagem sem cota	53
3 — Amostras de sondagem com cota	53
3.º DESVIO ARITMÉTICO DOS QUARTÉIS ..	54
1 — Amostras de superfície	54
2 — Amostras de sondagem sem cota	55
3 — Amostras de sondagem com cota	55

4.º	COEFICIENTE DE SELEÇÃO	56
1 —	Amostras de superfície	56
2 —	Amostras de sondagem sem cota	57
3 —	Amostras de sondagem com cota	57
4 —	Discussão	58
5.º	GRAU ARITMÉTICO DE SIMETRIA	61
1 —	Amostras de superfície	61
2 —	Amostras de sondagem sem cota	62
3 —	Amostras de sondagem com cota	62
4 —	Mérito do grau aritmético de simetria	63
6.º	GRAU GEOMÉTRICO DE ASSIMETRIA ..	64
1 —	Amostras de superfície	65
2 —	Amostras de sondagem sem cota	65
3 —	Amostras de sondagem com cota ..	65
4 —	Mérito do grau geométrico de assimetria	66
c)	ANÁLISE DE MATURIDADE TEXTURAL ..	68
1.º	AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE	74
2.º	AMOSTRAS DE SONDAGEM SEM COTA ..	74
3.º	AMOSTRAS DE SONDAGENS COM COTA ..	75
d)	TEOR DE CALCAREO	75
1.º	DETERMINAÇÃO DO TEOR	75
2.º	AMOSTRAS DE SONDAGEM COM COTA..	75
3.º	AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE	77
4.º	DISCUSSÃO	77
e)	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	79
1.º	ANÁLISE QUANTITATIVA	80
1 —	Minerais alotígenos	80
2 —	Minerais autógenos	89
3 —	Granulação	89
2.º	ANÁLISE QUALITATIVA	90
1 —	Resistência física	90
2 —	Resistência química	91
3 —	Nomenclatura	91
B —	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SEDIMENTOS ..	93
a)	ARREDONDAMENTO	93
1.º	AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE	94
2.º	AMOSTRAS DE SONDAGEM SEM COTA..	94
3.º	AMOSTRAS DE SONDAGEM COM COTA ..	94
4.º	DISCUSSÃO	95
b)	POROSIDADE	99
c)	DENSIDADE	104
d)	TEXTURA SUPERFICIAL	105
e)	CÔR DAS ROCHAS	106

C — AMBIENTES GEOLÓGICOS	110
a) AMBIENTE DA EROSÃO	110
1.º PRODUÇÃO DO SEDIMENTO DA SÉRIE BAURU	110
1 — Textura	110
2 — Composição dos óxidos	111
3 — Estabilidade química dos minerais ..	112
2.º ROCHAS MATRIZES	113
3.º TRANSPORTE DO MATERIAL	115
1 — Agente	115
2 — Características	116
4.º CLIMA	118
b) AMBIENTE DA DEPOSIÇÃO	118
1.º NATUREZA DO SEDIMENTO	119
1 — Composição textural	119
2 — Análise estatística	119
3 — Teor de calcáreo	119
4 — Estruturas rochosas	120
5 — Litologia	120
2.º NATUREZA DOS FÓSSEIS	121
3.º CONDIÇÕES GEOGRÁFICAS	121
4.º ENERGIA DO AMBIENTE	122
c) CONTROLE TECTÔNICO DA SEDIMENTAÇÃO	122
1.º TIPO DE TECTONISMO	123
2.º GRAU DE TECTONISMO	123
1 — Maturidade textural	124
2 — Maturidade mineralógica	124
3 — Ausência da acamamento	125
4 — Espessura da série Bauru	125
3.º ELEMENTOS TECTÔNICOS	127
4.º ASSOCIAÇÕES LITOLÓGICAS TECTO- TOPAS	129
5.º CICLO TECTÔNICO	131
V — ESTRATIGRAFIA	132
A — ESTRUTURAS SEDIMENTARES	132
a) ESTRUTURA MACIÇA	132
b) ESTRUTURA GRADUAL	133
c) ESTRUTURA LAMINADA	133
1.º LAMINAÇÃO INCLINADA PARALELA ..	134
2.º LAMINAÇÃO INCLINADA CRUZADA ..	134
3.º LAMINAÇÃO HORIZONTAL	135
d) ESTRUTURA DESLIZANTE	136
e) ESTRUTURA DELTAICA	136

B —	ESPESSURAS	136
a)	PERFIS DE SONDAGENS	136
b)	SECÇÕES GEOLÓGICAS	138
c)	DISCUSSÃO	143
C —	FACIES	143
D —	RITMOS CLÁSTICOS E CALCÁREOS	144
E —	DIVISÃO	145
a)	NOMENCLATURA	146
b)	POSIÇÃO	148
1.º	PERFIS DE SONDAGEM	148
2.º	SECÇÕES GEOLÓGICAS	150
3.º	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DA SÉRIE BAURU	152
4.º	GRAU DE ARREDONDAMENTO	152
c)	FORMAÇÃO CAIUA	152
1.º	GRANULOMETRIA	156
2.º	NÚMERO DE CLASSES TEXTURAIS	158
3.º	VALOR DA CLASSE MAIS FREQUENTE ..	159
4.º	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	159
5.º	SÍTIOS DE COLETA	160
6.º	CONSIDERAÇÕES FINAIS	161
F —	ÁREA DA SÉRIE BAURU	162
G —	GEOCRONOLOGIA	162
H —	ESTRUTURA GEOLÓGICA	163
VI —	TECTÔNICA	164
A —	BACIA DO PARANÁ	164
a)	DISCREPÂNCIAS ENTRE A ESTRATIGRAFIA E ALTITUDE	164
b)	ESPESSURA E ÁREA DE EXPOSIÇÃO VERSUS ALTITUDE	165
1.º	ESPESSURAS	165
2.º	ESTRATIGRAFIA E ALTIMETRIA	166
B —	SÉRIE BAURU	168
a)	ELEMENTOS INDIRETOS	168
b)	ELEMENTOS DIRETOS	168
c)	DIREÇÕES TECTÔNICAS	169
VII —	SUMÁRIO E CONCLUSÕES	170
VIII —	BIBLOGRAFIA	181
	FOTOGRAFIAS	187

ABSTRACT

The Bauru series in the state of São Paulo, Brazil, comprises just one lithologic formation divided into two members: — the inferior or Itaqueri, and the superior or Bauru. The author applies to its study the modern methods of sedimentology, first introduced to Brazil in 1937 by LEINZ.

On the bases of granulometric, textural, and statistics analyses these sediments bear evidence of fluvial origin. The material for study was supplied by surface samples and the majority came from drilling for water supply. The fine admixture dominates the granulometric distribution in all the sediments, where the median diameter is located nearer to the first quartile. The more frequent textural class falls in the 1/8-1/16 mm grade, and comprises 8 classes of textural range. The sorting coefficient varies much from a minimum of 1.30 to a maximum of 11.20, but mostly is grouped around 2.00. There was a classification operated laterally from the river to the flood plains, and downstream change in the particles dimensions.

The sediments are immature and submature with respect to the textural maturity concept of FOLK. This means slow drainage on the deposition area, including rapid to moderate basin subsidence. The mineral composition indicates that the quartz is the chief component, not exceeding 85%. In second place comes the clay, the textural diluent of the other classes. The heavy minerals indicate a major contribution from basaltic rocks, — the well known Paraná lava field, which means simultaneously a larger area of these basic rocks exposed farther to the south and to the east beyond the present outcrop limit on the Paraná basin. Next contributor are the metamorphic rocks of the embasement.

The roundness is expressed by 0.4 and 0.5 values of WADELL scale, in accordance with fluvial deposits. The number of roundness values in each sample is the same as that of the textural classes. This fact signifies that these sediments were originally fine and were released in humid and warm source area climate. As a result the rate of chemical weathering of the parent rocks took advantage with reference to the ve-

locity of the erosion, which means on the other hand an area submitted to a peneplanization cycle. This fact is also impressed in the sediments by unstable and stable minerals converted into chemical oxides and clays, specially ferrous hydroxide, the main component governing the rock colour. This chemical decay in the source area did not go to the last degree of decomposition because many stable, and few unstable minerals (basaltic hornblend and pigeonite) are still found well preserved in the heavy suite. Because of its finer sizes the hydroxide came to rest with the clays and became a part of the clays. These red argillites and sandstones therefore, accordingly to PETTIJOHN, may be originated under intermittently rainy, arid or subarid climates. They are typically fluvial deposits upon a land with flood plains, ponds, fluvial deltas, and river channels with "cut and fill structures".

The fossils encountered were biotopes of rivers, ponds, being reptiles, fishes, and fresh water mollusks.

The tectonic element of the deposition area was an intra-cratonic basin, that could be classified as epeiric basin, because only epeirogenic forces were applied and involved to and in its formation. The tectotopes of this peculiar environment are comprised of conglomerates, sandstones, siltstones, and argillites. The sandstone is most frequent rock (sub-gray-wacke type), and on the other hand the clastic-calcareous sedimentation dominates the sedimentary column.

The bedding is quite often absent; the sedimentary units exhibits current bedding structures, and also laminations due to the fluvial flow during the deposition process. It is common the graded structure where the water became quieter.

The Bauru series overlaps the Paraná trapp of triassic age, coming to rest on its surface with desconformity. This fact denies the existence of the Caiuá formation, formerly assumed to be placed in between the basaltic lava and the Bauru series. As a result the Caiuá formation now is restricted to the banks of the Paraná river and larger tributaries, being of fluvial origin, with current bedding, and of tertiary age as BAKER formerly pointed out. The granulometric distribution of the sediments are typically bi-modal, and consequently the UDDEN's fourth law of size analyses under application proves the aqueous origin to the Caiuá formation to the same extension as to the Bauru series.

The Bauru series supported deformations of cenozoic tectonics, being mostly warping and uplift, though many normal faults are observed in

its structure. This uplift changed the original cretaceous area of sedimentation to a cenozoic area of erosion, as it is today observed on the Paraná basin. The tectonic directions were similar to those observed in the Brazilian shield, that is: 1.º ENE-WSW and 2.º NNE-SSE.

The Bauru series is dated of late cretaceous age on the basis of the gen. Titanosaurus, a terrestrial reptile of the superior epoch of the cretaceous period, as the result of von HUENE paleontological research.

I — INTRODUÇÃO

Devemos a LEINZ (44) a introdução no Brasil dos modernos métodos de investigação da petrografia de sedimentos aplicados como instrumento geológico.

O principal interesse do geólogo reside no conhecimento do passado da terra, objetivo este que só pode ser atingido plenamente através do estudo das rochas sedimentares. Os métodos analíticos dos sedimentos, embora petrográficos, são ferramentas geológicas, mesmo porque processos, ritmos, estágios, ambientes, e facies acham-se eloqüentemente selados nas rochas sedimentares.

O presente trabalho tem por escopo o estudo da série Bauru segundo a aplicação dos modernos métodos de petrografia de sedimentos, procurando continuar a escola científica inaugurada por LEINZ.

Sob o nome de série Bauru designamos uma única formação geológica, originalmente denominada "Gres de Bauru" por GONZAGA DE CAMPOS (23); graças à sua boa documentação paleontológica foi-lhe conferida idade cretácea superior por HUENE (26).

A série Bauru ocupa a posição de capa do mesozóico na Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. Alguns autores a estendem para o Triângulo Mineiro, e estados de Goiás e Mato Grosso. Econômicamente contém 2/3 da área cultivada do estado de São Paulo, constitui excelente armazenador de água subterrânea e oferece ainda, em algumas localidades, concentrações de calcáreo de certo valor econômico.

A importância da série Bauru justifica a escolha do tema, pois pode ser apresentada como chave das condições geológicas do fim do mesozóico no que concerne à paleogeografia, clima, condições de erosão, transporte e sedimentação, natureza da área alimentadora da sedimentação, ambientes e tectônica, de cujas condições veio a depender o quadro geo-

lógico cenozóico do Brasil meridional. O estudo desta série toca marginalmente no problema estratigráfico da formação Caiuá.

A literatura geológica arrola alguns trabalhos prévios sobre a série Bauru, sinal evidente da sua importância estratigráfica. Temos a satisfação de assinalar dentre eles o de autoria de MORAES REGO (49). Lamentamos, porém, a inexistência de uma pesquisa conduzida pelos modernos métodos de petrografia de sedimentos e a ausência de dados quantitativos que exprimissem os caracteres físicos e geológicos da série.

Limitamos o nosso estudo ao estado de São Paulo em cujo território dispunhamos de perfis de sondagens e testemunhos de poços abertos para captação de água subterrânea, nos quais se baseia o nosso trabalho. A extensão da área fora do referido estado alongaria demasiadamente o tempo disponível e demandaria recursos financeiros que não contávamos.

Tratando do fator tempo desejaríamos falar perfuntoriamente sobre a elaboração deste trabalho no que concerne à morosidade da coleta de dados experimentais sobre os caracteres físicos e propriedades do sedimento analisado. Os especialistas conhecem a laboriosidade e paciência nos trabalhos de laboratório na parte de decantação, peneiração e separação de resíduos pesados, maximé se tendo em conta o elevado número de amostras. Muito tempo foi consumido na análise estatística, na determinação do grau de arredondamento, na montagem de lâminas, determinação e contagem das frações leve e pesada. Graças, porém, a esta minuciosa investigação pudemos acumular boa cópia de dados quantitativos, os quais corporificam o nosso desejo de que esta pesquisa contribua para o conhecimento científico de mais um capítulo da geologia do sul do Brasil, com especial referência à bacia do Paraná no estado de São Paulo.

O presente trabalho foi totalmente elaborado no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, sob a direção do Prof. catedrático Dr. Viktor Leinz, a quem devemos, por justiça, apresentar os nossos agradecimentos pela alta cooperação científica e dedicada assistência técnica e material.

II — TRABALHOS PRÉVIOS

A série Bauru foi reconhecida no campo, designada e descrita em 1905 por GONZAGA DE CAMPOS (23), no seu relatório de reconhe-

cimento geológico do oeste do estado de São Paulo, efetuado para a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil. O nome original proposto foi "Gres de Bauru", posteriormente modificado para "Arenito de Bauru" ao ser enquadrado na denominação petrográfica da nomenclatura brasileira. Posteriormente a Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo passou a empregar o nome de "Formação Bauru". Do ponto de vista da geologia de campo a descrição e caracterização de GONZAGA DE CAMPOS (23) é excelente, permitindo reconhecê-la no campo e provendo base incontrovertida para a mapeação no terreno.

Em 1907 FLORENCE (13) referindo-se ao reconhecimento geológico efetuado no rio Tietê, desde a barra do rio Jacaré Guaçú até ao rio Paraná, por conta da Comissão Geográfica e Geológica do estado de São Paulo, descreve a presença da formação Bauru em vários trechos do mencionado rio.

Participando de um reconhecimento geológico para a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, ARROJADO LISBOA (2), em 1909, trata do *arenito de Bauru* nos seus trabalhos prospectores, sem contudo fornecer detalhes.

Em 1913 PACHECO (51) executando serviços geológicos no vale do rio Grande encontrou ossos, escamas de peixes e conchas, como material fóssil do *arenito de Bauru*. Porém IHERING (28), em data anterior (1909), descrevera fósseis da formação supra coletados por várias pessoas no município de Rio Preto S. P. e os classificara como dentes de crocodilos dos gen. *Goniopholis* ou *Machimosaurus*.

Coube a HUENE (25) (26) (27) conferir idade cretácea superior à série Bauru à custa do material fóssil que lhe fôra enviado para exame. Segundo êsse autor os *Titanosaurus* do *arenito de Bauru* são idênticos aos da formação senoniana da Patagonia, República Argentina, devendo por isso ter a mesma idade.

Trabalhando no trecho da E. F. Noroeste do Brasil, de Araçatuba a Jupiá S. P., WANDERLEY (69), em 1934, publica os resultados da sua investigação geológica, apresentando secções e alguns fósseis da série Bauru.

Ainda no terreno dos reconhecimentos geológicos existe a obra de MILWARD (48), sobre a Triângulo Mineiro, campanhas de 1922 e 1923, porém publicada em 1935.

MORAES REGO (49), em 1935, publica o melhor estudo geológico até então realizado sobre a série Bauru. Suas observações cingem-

se aos fatos da geologia de campo, oferecendo valiosos dados empíricos sobre estrutura, litologia, composição mineralógica do resíduo pesado, estratigrafia, facies, alteração, fisiografia, recursos econômicos e correlações, ao lado de um apanhado sobre os conhecimentos paleontológicos daquela data. Esse autor recusa a existência da formação Caiuá como unidade estratigráfica no estado de São Paulo situada entre a base da série Bauru e o topo da série São Bento. Em todas as suas seções geológicas a série Bauru vem de descansar, em discordância erosiva, sobre a lava ou sobre o arenito de Botucatu.

WASHBURN (70), no seu relatório sobre a geologia do petróleo do estado de São Paulo transcreve rapidamente os conhecimentos disponíveis sobre a série Bauru, sem apresentar nenhuma contribuição especial.

ROXO (58) (59) aborda, igualmente, como paleontólogo o conteúdo fóssil da série Bauru, descrevendo principalmente os crocodilianos. Propõe no seu trabalho de 1936 (58) a nova espécie *Goniopholis paulistanus*.

Merece menção dentre os paleontólogos que estudaram a série Bauru o nome de STAESCHE (65) que, em 1937, descreveu uma tartaruga fóssil encontrada perto do km 102 da antiga variante da E. F. Noroeste do Brasil de Araçatuba a Jupiá S. P., sob o nome de *Podocnemis brasiliensis*. sp. n. Há uma outra espécie, mais antiga, a *Podocnemis harrisi*, Pacheco, 1913, achada em Colina, S. P.

OLIVEIRA (50), pouco antes de falecer, manteve correspondência com o paleontólogo Friederich von Huene, bastante versado no material fóssil da série Bauru. Segundo resposta desse cientista à pergunta formulada por Euzebio de Oliveira acerca da idade das camadas de Bauru verifica-se que HUENE (50) afirma categoricamente não haver dúvidas quanto à idade senoniana da série Bauru, isto é, época superior do período cretáceo. Por esta razão este autor designa a formação Bauru por série Bauru, correspondendo a uma época na unidade tempo.

BARBOSA (5) abordando a geologia do Triângulo Mineiro estuda sedimentos que cobrem as formações tufíticas de Uberaba M. G. correlacionando-os à série Bauru, baseando-se em caracteres litológicos e petrográficos, louvando-se principalmente no sequeito dos minerais pesados. Identificou magnetita, ilmenita muito abundantes, hornblenda comum, crisoberílio, zirconita e picotita, também titanita, escassas, constantes do poço número 2.

Em uma pequena nota BARBOSA (6) defende seus conceitos sobre a inexistência da formação Caiuá como unidade estratigráfica abaixo da série Bauru. Segundo êsse autor, a formação Caiuá, nos lugares citados na nota referida, consiste em *arenito de Bauru*, em nada se justificando sua separação.

Em 1950 PRICE (55) revendo o material enviado a STAESCHE (65) determinou uma nova espécie de tartaruga *Roxochelys Wanderleyi*, sp. n. O mesmo autor reviu em 1950 (56) os crocodílios da série Bauru.

ALMEIDA & BARBOSA (7), em 1953, contribuem para maior esclarecimento da litologia da série Bauru, dividindo-a em duas formações: inferior ou Itaqueri e superior ou Marília. Êsses autores descobriram novas áreas de ocorrência da série Bauru, notadamente no planalto de São Carlos, Serras de Itaqueri, Cuzcuzeiro e Morro Grande.

Recentemente SCORZA (63) apresentou uma contribuição petrográfica sobre a formação Caiuá. Em 10 amostras estudadas granulometricamente 1 refere-se ao arenito Botucatú, 6 ao Bauru e 3 ao Caiuá.

III — TÉCNICA DE ESTUDO

O estudo petrográfico da série Bauru baseou-se principalmente em amostras coletadas nos perfis de sondagem para captação de água subterrânea; secundariamente em amostras coletadas na superfície, em afloramentos artificiais ao longo de cortes.

As investigações de laboratório dirigiram-se para as propriedades fundamentais do sedimento: 1) granulação; 2) contorno e arredondamento; 3) texturas superficiais e 4) composição mineralógica. Os trabalhos de campo cobriram: 1) estruturas rochosas e estruturas geológicas; 2) côres; 3) espessuras; 4) ritmos; 5) estratigrafia; 6) área e 7) tectônica.

A — AMOSTRAGEM

As amostras foram retiradas uma de cada camada selecionada macroscopicamente pela litologia e pela estrutura, tomando-se por base uma modificação física. Esta regra foi obedecida tanto na coleta de material da superfície como de sondagem. Naturalmente fundamos na premissa de que toda e qualquer variação do sedimento possa ser tra-

duzida fisicamente na litologia, estrutura e côr, isto é, em uma equivalente resposta macroscópica. Outra premissa obedecida reside na assunção de que tôda camada de um sedimento possui homogeneidade nos seus atributos, de modo que a sua amostra representa-o com grau de confiança no todo.

a) AMOSTRAS DE SONDAGEM

As amostras de sondagens foram obtidas graças à cooperação do Instituto Geográfico e Geológico, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, devidas a atenção e gentileza do Eng. Benedito Ferreira. Os testemunhos catalogam-se em 5 sondagens distintas, — as únicas existentes em 1950 com os dados de profundidade conservados. As amostras vão arroladas no quadro I.

Na localidade de Itajobí S. P. havia testemunhos de dois poços sem especificação da profundidade das amostras; as do primeiro poço foram designadas F-A e as do segundo F-B, conforme rol do quadro II.

b) AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE

Foram coletadas na zona não intemperizada do sedimento. Referem-se às seguintes localidades do estado segundo especificação do quadro III.

c) PROCESSAMENTO

118 amostras foram analisadas quantitativamente, sendo 85 de sondagens com cota, 6 de sondagens sem cota e 27 de superfície. Há, portanto, maior número de amostras de sondagens, fato que permitiu usar material fresco, com côres primárias, tendo o sedimento seus atributos petrológicos intactos.

Cada amostra forneceu quatro partes distintas: 1 — para análise mecânica, textural e estatística; 2 — para referência; 3 — para densidade e 4 — para porosidade. A amostragem para a análise mecânica forneceu: a) granulometria, b) teor em calcáreo, c) composição mineralógica, d) contôrno, e) arredondamento, f) textura superficial. A amostra para referência forneceu: a) côr, b) estruturas rochosas e c) facies.

QUADRO I

SONDAGENS	AMOSTRAS	NÚMERO	PROFUNDIDADE
CATANDUVA	"G"	17	91 metros
TANABI	"H"	17	67 metros
JALES	"J"	25	130 metros
LINS	"K"	15	90 metros
MARÍLIA	"L"	11	101 metros

PROCEDÊNCIAS DAS SONDAGENS

QUADRO II

AMOSTRAS	LOCALIDADE	OBSERVAÇÃO
F-1A F-2A F-3A	ITAJOBÍ ITAJOBÍ ITAJOBÍ	1.º POÇO
F-1B F-2B F-3B	ITAJOBÍ ITAJOBÍ ITAJOBÍ	2.º POÇO

PROCEDÊNCIAS DAS SONDAGENS SEM COTA

QUADRO III

AMOST.	LOCALIDADES	Km	ALTITUDE
B-1	ESTRADA MONTE ALTO-VISTA ALEGRE	Km 5	690m
B-2	" " " " "	"	689m
B-3	" " " " "	"	689m
B-4	" " " " "	"	689m
B-5	" " " " "	"	689m
B-6	" " " " "	Km 6	660m
B-7	" " " " "	"	650m
B-8	" " " " "	"	640m
B-9	" " " " "	"	640m
C-1	ESTRADA MONTE ALTO-TABARANA	Km 10	643m
C-2	" " " "	"	642m
D-1	ESTRADA MONTE ALTO-CÂNDIDO RODRIGUES	Km 3	740m
D-2	" " " " "	Km 3	739m
D-3	" " " " "	Km 6	650m
D-4	" " " " "	Km 7	638m
D-5	" " " " "	Km 7	637m
I-1	CORTE DO LEITO EST. FER. ARARAQUARENSE	702Km	513m
I-2	" " " " "	"	510m
I-3	" " " " "	"	500m
M-1	RODOVIA MARÍLIA-GETULINA	Km 18	420m
M-2	" " "	Km 14	430m
M-3	" " "	Km 11,5	438m
M-4	" " "	Km 11	450m
M-5	" " "	Km 8,5	500m
M-6	" " "	Km 8,4	510m
M-7	" " "	Km 8,2	522m
M-8A	" " "	Km 8,0	538m
M-8B	" " "	Km 8,0	539m
M-9	" " "	Km 7,7	560m
M-10	RODOVIA MARÍLIA-NOVA COLÔMBIA	Km 16	580m
N-1	RODOVIA PRESIDENTE PRUDENTE-PIQUEROBÍ	Km 12	430m
O-1	RODOVIA IEPÊ-RANCHARIA	Km 17	432m
P-1	BARRANCA RIO PARANÁ-PÓRTO EPITÁCIO		240m

PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS

As figuras 1,2 e 3 referem-se às secções geológicas onde foram coletadas as amostras de superfície B, C, e D.

B — DESAGREGAÇÃO

As rochas da série Bauru exibem dois tipos de agregação: — a) rochas com cimento calcáreo (CaCO_3) e b) rochas sem cimento calcáreo, usualmente argiloso. Em face destes dois tipos estabeleceu-se duas técnicas diferentes. O material usado consistiu em 100 g, previamente exsicado em estufa a 50°C durante três dias.

a) ROCHAS SEM CIMENTO CALCÁREO

Texturalmente consistem em rochas areníticas, siltíticas e argiliticas. A marcha da desagregação obedeceu aos seguintes trâmites:

1.º Imersão em água destilada, em cuba de vidro, durante 2 dias, com pH mantido a 8 com adição de amoníaco.

2.º Normalmente a rocha desagregava-se ao cabo deste período. O material mais consolidado era a seguir agitado em um batedor elétrico de baixa rotação durante algumas horas, findas as quais se achava devidamente desagregado.

3.º O material desagregado era, a seguir, submetido a um agitador elétrico de alta rotação para dispersar os grãos na água, vindo a formar um sistema disperso grosseiro.

Muitas dispersões coagularam. Nestes casos a floculação dependia sempre do pH da solução. Após a terceira fase as amostras estavam prontas para a decantação.

b) ROCHAS COM CIMENTO CALCÁREO

Removeu-se o cimento calcáreo (CaCO_3) pela ação do ácido clorídrico diluído, segundo a marcha:

1.º Imersão em uma cuba de vidro com um litro de água destilada de 100 g de material.

2.º Adição de ácido clorídrico diluído, a frio, até terminar a reação, segundo KRUMBEIN & PETTIJOHN (37, p. 48).

3.º Neutralização da solução pela adição de amoníaco, até a alcalinidade pH 8.

4.º Filtração. O material retido pôsto na estufa a 50°C até secar.

5.º Processamento do material como rocha sem cimento calcáreo. Pesa-se antes o material sêco e a diferença para 100 g dá o conteúdo em CaCO_3 .

C — ANÁLISE MECÂNICA

A série Bauru apresenta dois tipos texturais de sedimentos para a análise mecânica: têrmos rudáceos (conglomerados) e têrmos finos (areia, silte e argila). Os têrmos rudáceos foram analisados numèricamente e os finos ponderalmente. Os finos foram decantados de 1/256 mm a 1/32 mm; o grosso remanescente foi peneirado, usando-se peneiras sêcas U. S. Standard 1,000 mm, 0,500 mm, 0,297 mm, 0,260 mm, 0,246 mm, 0,210 mm, 0,125 mm, 0,105 mm, 0,074 mm, 0,062 mm, 0,053 mm, 0,043, sendo o fundo descarregado na classe 1/16 1/32 mm da escala de Wentworth.

D — REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Escolhemos o tipo gráfico mais simples para representar a análise mecânica, isto é, histogramas, de acôrdo com KRUMBEIN & PETTI-JOHN (37, p. 184). Utilizamos o tipo aritmético, com os diâmetros na abcissa em têrmos da classificação de Wentworth. As curvas cumulativas foram desenhadas, uma para cada amostra; devido o seu número não foram representadas neste trabalho.

E — ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística permite visualizar sob números o comportamento e funcionamento dos agentes geológicos responsáveis pela longa história escrita nas rochas sedimentares. Usamos as seguintes medidas estatísticas: a) Mediana, b) Quartéis, c) Coeficiente de seleção, d) Logaritmo da seleção, e) Desvio aritmético dos quartéis, f) Grau aritmético de simetria dos quartéis e g) Grau geométrico de assimetria dos quartéis.

TABELA 1

ANALISE GRANULOMETRICA

	B-2	B-3	B-4	B-5	B-7	B-8	B-9	C-1	C-2	D-1	D-3	D-4	D-5	F-1 A	F-2 A	F-3 A	F-1 B	F-2 B	F-3 B	I-1	J-2	I-3	M-1	M-3	M-4	M-7	M-8 A	M-8 B	N	O	P	M-10	
mm																																	
0.500	0	2	0	0.5	0	0	2.0	5.5	2.0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	4	2	5	3	1	0	1	1	19	
0.297	4	2	0.5	4.5	10.5	1.0	16.0	27.0	22.0	9.0	8	13	15.0	1.0	2	5	4	7	2	1.5	1	2	5	15	16	12	18	15	8	0	9	55	41
0.246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-	7	14	-	
0.210	4	2	0.5	5.0	13.0	1.0	17.0	25.0	14.0	14.0	9	13	15.0	2	3	20	6	9	4	8.0	6	7	12	21	17	12	16	20	15	4	8	6	14
0.125	6	5	1.5	6.5	21.0	1.0	20.0	21.0	14.0	19.0	21	20	23.0	8	5	43	17	15	8	21.0	23	18	30	25	22	17	20	23	23	40	25	8	12
0.105	3	3	1.5	3.0	6.5	0.5	4.0	4.0	4.0	5.0	10	11	6.0	6	8	8	7	6	11	8.0	8	6	10	7	6	7	6	6	7	20	5	1	3
0.074	1	-	2.0	1.0	0.5	0.5	1.0	3.0	4.0	1.0	3	8	2.0	10	6	4	6	9	26	11.0	13	6	10	7	6	11	5	5	8	20	5	1	2
0.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	0.2	
0.053	25	17	22	8.5	12.5	7.0	11.0	2.0	4.0	21.0	13	14	17.0	10	8	3	7	6	19	8.5	8	10	5	4	4	10	5	3	6	1	1	0.2	1
0.044	5	9	11	4.5	3.0	5.0	5.0	10	3.0	3.0	3	3	3.0	7	7	3	4	6	8	6.0	4	8	3	3	2	6	2	2	4	1	2	0.2	1
0.031	21	18	26	18.0	11.5	39.0	7.0	2.0	16.0	7.0	8	3.5	5.0	9	23	3	9	8	7	14.0	20	17	2	8	10	8	2	2	10	1	2	0.4	2
0.015	6	8	7	10.0	5.5	2.0	3.0	0.2	3.5	6.0	3	0.5	1.5	6	6	1	10	5	6	6.0	4	6	2	1	4	1	2	1	2	1	1	1	-
0.007	2	3	2	9.0	5.5	11.0	2.0	0.2	3.0	2.0	2	0.5	1.0	6	3	1	1	4	1	2.0	3	8	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	-
0.003	15	0.5	2	1.5	3.0	7.0	1.0	0.8	2.0	2.0	2	0.5	1.0	6	4	1	3	3	1	1.5	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	-
mas fino 0.003	1.5	8	3	15.0	4.0	11.0	2.0	1.5	3.5	3.0	4.5	2.0	2.0	20	14	2	20	10	2	4.0	2	3	10	2	3	3	5	10	4	3	21	4	-
CaCO ₃	9	8	15	9.0	1.0	6.0	6.0	4.0	5.0	6.0	7	4.0	6.0	7	5	3	2	2	3	5.0	4	5	-	-	-	-	6	3	3	-	-	-	-
perda	11	14.5	6	4.0	2.5	8.0	3.0	2.8	0	2.0	4.5	5.0	2.5	2	6	2	4	10	2	35	2	2	5	2	3	8	4	5	5	5	9	6	4
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* em peso

AMOSTRAS SUPERFICIAIS

F — COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

O material resultante da decantação e peneiração foi reunido em um tubo de amostragem, fornecendo 15 gramas para a separação do resíduo pesado pelo bromofórmio. Recuperado o bromofórmio e lavado o material com álcool, as frações leve e pesada foram montadas em lâminas para exame microscópico, compreendendo determinação mineralógica, contagem, projeção do contorno para medida do grau de arredondamento, verificação da textura superficial.

G — OUTRAS PROPRIEDADES FÍSICAS

A amostragem para referência foi usada para o estudo da cor do sedimento. A terceira amostragem para a medida de densidade pela balança modelo STOE, e a quarta para medida da densidade e porosidade pelo picnometro.

IV — SEDIMENTAÇÃO

A — CARACTERES FÍSICOS DO SEDIMENTO

Os caracteres físicos são os elementos integrantes de um sedimento que servem para sua classificação e distinção, usados pela petrografia, ao passo que as propriedades físicas são qualidades do sedimento, sem expressão sistemática.

Os caracteres físicos estudados nas rochas da série Bauru são os seguintes: a) granulometria, b) maturidade textural, c) análise estatística e d) composição mineralógica.

a) ANÁLISE MECÂNICA

1.º — GRANULOMETRIA

1 — *Amostras de superfície*

A tabela 1 apresenta os resultados da análise mecânica dos sedimentos de superfície para 26 amostras finas e 1 rudácea (M-10), incluindo-se naquelas 6 de sondagens sem cota.

Nas amostras B-2 e B-3 a granulação mais freqüente, respectivamente 25% e 18%, fica nos diâmetros de 0,060 a 0,053 mm e de 0,044 a 0,031 mm equivalentes à fração textural silte.

Nas amostras B-4 e B-5 o tamanho mais freqüente, 26% e 18%, coloca-se nos diâmetros de 0,043 a 0,031 mm, também na fração silte. Tais fatos indicam apenas a localização da granulação mais freqüente em termos da análise das malhas das peneiras. O agrupamento destas malhas em termos da escala de Wentworth pode eventualmente resultar em classes mais freqüentes diferentes da observada na análise granulométrica. Entretanto nota-se uma tendência da percentagem maior da análise granulométrica acompanhar a classe textural mais freqüente da classificação de Wentworth, fato a ser documentado na análise textural.

Na amostra B-7 predominam os diâmetros entre 0,125 e 0,210. Na B-8 entre 0,044 e 0,031 mm, e na B-9 entre 0,210 e 0,125 mm.

As amostras "B" provém de uma mesma área, admitindo uma certa variação vertical da litologia, segundo os pontos de coleta (fig. 1).

Como se observa na fig. 1, a amostra B-4 consiste em um delgado leito entre B-1 e B-2, com granulação mais fina, de modo que às variações estruturais correspondem também variações granulométricas. Quanto mais maciça é a estrutura tanto mais grosseira é a granulação mais freqüente.

Nas amostras C-1 e C-2 a granulação mais freqüente fica entre 0,500 e 0,297 mm, com 27% e 22%, classificando-se na areia média.

A amostra D-1 consiste em um arenito com estratificação diagonal, observável na fig. 3, e a granulação mais freqüente abrange os diâmetros entre 0,061 e 0,053 mm com 21%. Confirma-se a ligação existente entre estruturas rochosas e granulação, neste caso uma estrutura diagonal ligada à uma granulação fina.

As amostras D-3, D-4 e D-5 são mais grosseiras que D-1 e, conseqüentemente, não apresentam estruturas particulares.

As amostras M, com exceção de M-10 (conglomerado) apresentam diâmetros mais freqüentes entre 0,210 e 0,125 mm.

2 — Amostras de sondagens sem cota

Correspondem às amostras F, sendo A do primeiro poço e B do segundo. F-1A e F-1B possuem diâmetros mais freqüentes entre 0,007 e 0,003 mm, na fração argila, enquanto as demais (F-2A, F-3A, F-2B

e F-3B) possuem diâmetros mais freqüentes respectivamente entre 0,044 e 0,031 mm, 0,210 e 0,125 mm, 0,210 e 0,125 mm, 0,074 e 0,105 mm. Verifica-se que a granulação mais freqüente varia muito de dimensão segundo as malhas das peneiras utilizadas.

3 — Amostras rudáceas

A amostra M-10 refere-se a um conglomerado. Na tabela 1 consta exclusivamente a análise mecânica do cimento, vindo a parte grossa dos seixos tabulada no quadro IV.

Em termos ponderais o conglomerado M-10 possui 1.254 g de peso para a parte grossa e 3.143 g para a parte fina ou cimento (total 4.397). Ponderalmente os seixos formam (tamanho superior a 2mm) 28% e o cimento 72%. Na parte grossa domina a granulação com o diâmetro entre 2 e 4 mm (83%) e no cimento a com entre 0,500 e 0,297 mm.

A composição qualitativa vasada no quadro IV é bastante instrutiva. Verifica-se que predomina a contribuição de rochas cristalinas ígneas e metamórficas de granulação grosseira graças à presença do quartzo com a maior percentagem (86, 20%), seguido pelo feldspato (3,40%), arenito (3,30%) e quartzito (3,00%). Evidentemente o quartzo, arenito e quartzito são altamente seletivos no transporte, porém a maioria dos seixos de quartzo, pelo seu tamanho, só pode provir de rochas ígneas de granulação grossa, enquanto o quartzito de rochas metamórficas. A percentagem de seixos de feldspatos reforça a idéia de uma contribuição em maior escala feita pelas rochas ígneas e metamórficas, porém submetidas a um adequado grau de intemperismo químico que se acelerou em relação ao estágio erosivo. A presença de silex, calcedonea, arenito e folhelho demonstram uma certa contaminação com as séries sedimentares pré-Bauru.

Tomando-se a granulação e relacionando-a com a composição verifica-se que a quantidade de quartzo aumenta para o lado mais fino, como se observa no quadro IV. Os demais componentes acompanham esta tendência, que não é resultante da área de alimentação mas exclusivamente do ótimo do transporte.

4 — Amostras da sondagem de Catanduva, S. P.

Predominam os diâmetros entre 0,210 e 0,125 mm, correspondendo às amostras G-1, G-3, G-4, G-5, G-6, G-7, G-9, G-10, G-16 e G-17, perfa-

QUADRO IV

COMPOSIÇÃO	64 a 32mm	32 a 16mm	16 a 8mm	8 a 4mm	4 a 2mm	TOTAL	%
QUARTZO-PORFIRO	1	1	1	—	—	3	0.10
GRANITO	1	2	7	27	38	75	3.00
QUARTZITO	2	5	7	—	23	37	1.40
CALCEDONIA	1	—	—	1	—	2	0.08
GNAIS	—	2	6	19	15	42	1.72
ARENITO	—	1	12	10	57	80	3.30
MARMORE	—	—	4	4	—	8	0.30
FOLHELHO	—	—	3	5	—	8	0.30
SILEX	—	—	1	2	—	3	0.10
FELDSPATO	—	—	—	13	76	89	3.40
QUARTZO	—	15	76	198	1961	2250	86.20
LIMONITA	—	—	—	3	—	3	0.10
TOTAIS	5	26	117	282	2170	2600	100.00

COMPOSIÇÃO QUALITATIVA
AMOSTRA M-10 — PARTE RUDÁCEA

zendo 10 sobre 17 do conjunto. Verifica-se, neste caso, uma constância da classe mais freqüente ao contrário do postulado para as amostras de superfície, onde existe certa variação (tabela 2).

As amostras G-2, G-11, G-12, G-13, G-14 e G-15 exibem o predomínio da fração argila, com granulação mais freqüente abaixo de 0,0038 mm.

TABELA 2

ANALISE GRANULOMETRICA

mm	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	G-11	G-12	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17
0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.297	4	0	0	5	4	4	1	1	1	1	0	0	3	5	1	4	10
0.246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	2	3	1	4	8
0.210	20	10	4	12	10	21	10	2	2	1	0	2	2	3	1	4	8
0.125	47	0.5	53	28	48	46	58	4	28	34	0	14	8	14	7	19	27
0.105	6	0.5	14	5	9	6	8	1	21	17	1.0	5	3	3	4	15	4
0.074	7	1.0	13	5	5	5	4	7	21	19	1.0	10	7	7	9	2	4
0.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0.5	4	3	4	4	1	1
0.053	2	2.0	4	2	3	2	1	17	6	2	0.5	4	3	4	4	1	1
0.044	1	1.0	1	1	1	1	1	7	1	1	0.5	5	3	3	3	1	1
0.031	3	7.0	2	6	5	3	3	18	3	2	0.5	4	11	14	13	1	6
0.015	2	7.0	2	4	4	3	2	3	3	2	2.0	7	6	7	6	8	3
0.007	1	7.0	1	3	2	2	2	2	3	2	4.0	6	8	5	3	4	2
0.003	1	1.0	1	2	2	2	2	2	3	2	8.0	4	6	4	6	4	2
mais fino 0.003	3	10.0	3	7	3	3	6	5	4	5	70.0	15	30	20	35	18	15
Ca CO ₃	-	58.0	-	15	-	-	-	20	-	-	10.0	7	-	-	-	7	-
perda	3	4.0	2	5	4	2	2	11	4	7	2.0	12	5	4	3	7	8
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- SONDAJEM CATANDUVA -

Somente a amostra G-8 se enquadra na fração silte com classe mais freqüente entre 0,044 e 0,031 mm.

Compulsando-se a granulometria desta sondagem em função do diâmetro mais freqüente ressaltam imediatamente duas seqüências: — de

um lado a granulação “areia fina” dominante e de outro a granulação “argila” subsidiária. Tal fato denota um ritmo na deposição composto de fases quedas, com possibilidade da sedimentação argilosa, alternadas ou seguidas de outras fases com alguma turbulência quando se depositaria a fração areia fina. Esta oscilação, embora de pequena amplitude na maioria dos casos, parece ser um fato normal na sedimentação da série Bauru.

TABELA 3

ANALISE GRANULOMETRICA

mm	H-0	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8A	H-8B	H-9	H-10	H-11	H-12	H-13	H-14	H-15
0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.297	1.0	1	1	1	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1	1	3.0	2	1	3	3	3
0.246	0.5	1	1	0.5	1.0	8.0	0.5	1.0	3.0	1	2	5.0	8	1	2	2	2
0.210	0.5	1	2	0.5	4.0	10.0	0.5	3.0	5.0	1	2	11.0	15	1	3	4	1
0.125	18.0	34	41	8.0	42.0	37.0	13.0	42	21.0	10	18	31.0	27	9	20	16	14
0.105	9.0	16	15	17.0	11.0	5.0	10.0	13.0	3.0	7	9	4.0	9	5	7	9	8
0.074	15.0	24	20	34.0	21.0	3.0	14.0	13.0	3.0	14	13	3.0	9	10	12	16	13
0.061	5.0	4	4	7.0	0.5	0.5	4.0	3.0	1.0	4	4	1.0	2	5	3	5	4
0.053	4.0	5	5	11.0	0.5	0.5	4.0	3.0	0.5	4	3	0.5	3	5	5	4	5
0.044	2.0	1	1	1.0	0.5	0.5	7.0	3.0	0.5	4	4	0.5	1	8	5	6	7
0.031	8.0	5	3	13.0	0.5	0.5	6.0	3.0	1.0	10	3	1.0	4	8	5	5	8
0.015	13.0	1	1	1.0	1.0	2.0	6.0	2.0	1.0	9	3	1.0	2	6	3	4	4
0.007	7.0	2	1	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	9	2	1.0	2	4	2	3	3
0.003	1.0	1	1	1.0	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	5	2	1.0	2	3	1	1	3
mais fino 0.003	11.0	2	3	2.0	2.0	2.0	10.0	3.0	4.0	18	9	2.0	12	14	5	2	5
Ca CO ₃	—	—	—	—	10.0	18.0	7.0	—	49.0	—	21	31.0	—	13	10	15	15
perda	5	2	1	2	3.0	8.0	10.0	8.0	5.0	3	4	4.0	2	7	14	5	5
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

— SONDADEM TANABI —

A análise em termos de diâmetros em milímetros, resultante da análise mecânica por peneiração, é mais efetiva do que a dos histogramas onde êstes diâmetros entram em composição de grupos arbitrados se-

gundo a escala de classes de tamanhos adotada, que no caso presente é a de Wentworth.

Além da variação clástica, a sondagem de Catanduva oferece exemplo de ritmos calcáreos. A amostra G-2 possui 58% de CaCO_3 , mostrando uma súbita mudança do facies de clástico para químico com predominância, na fase de sedimentação. Apresentam, também, facies calcáreo as amostras G-4(15%), G-8(20%), G-11(10%), G-12(7%) e G-16(7%).

Esta coluna de amostras exprime uma indiferença entre o valor da granulação em diâmetros e o teor de calcáreo. Esta independência estabelece que o processo de deposição do calcáreo não se subordina aos fatores responsáveis pela sedimentação da parte clástica.

5 — Amostras da sondagem de Tanabí S. P.

Com referência à granulometria das amostras desta sondagem apura-se, como aconteceu com a de Catanduva, que a maioria dos testemunhos possui granulação com diâmetros mais freqüentes entre 0,210 e 0,125 mm, equivalentes à "areia fina", como sejam as amostras H-0, H-1, H-2, H-4, H-5, H-7, H-8A, H-9, H-10, H-11, H-13, H-14, H-15, em um total de 13 amostras sobre 17 do conjunto, segundo a tabela 3.

As amostras H-3 e H-6 exibem uma granulação com diâmetros mais freqüentes entre 0,105 e 0,074 mm, classificando-se na fração "areia muito fina".

Averigua-se que as amostras H-8B e H-12 possuem diâmetros mais freqüentes e mais finos que 0,0038 mm, já na fração argila.

Os membros calcáreos são mais numerosos, tais como H-4(10%), H-5(18%), H-6(7%), H-8A(49%), H-9(21%), H-10(31%), H-12(13%), H-13(10%), H-14(15%), H-15(15%).

Não se pode estabelecer uma correlação entre a granulometria e o teor de calcáreo.

6 — Amostras da sondagem de Jales S. P.

A sondagem de Jales, tabela 4, apresenta o maior número de testemunhos no seu perfil, sendo também a mais profunda.

A granulação mais freqüente, em 15 amostras sobre 25 do total, situa-se entre 0,210 e 0,125 mm, classificável em "areia fina". Mantém-se, desta maneira, a tendência dos perfis anteriores no tocante à granulação

mais freqüente. Apresentam tais caracteres granulométricos as amostras J-1, J-3, J-6, J-7, J-8, J-10, J-11, J-13, J-14, J-16, J-17, J-21, J-23, J-24, J-25.

Apura-se que três amostras detêm o diâmetro mais freqüente entre 0,105 e 0,074 mm, como J-9, J-15, J-17, cabendo-lhes a classificação de "areia muito fina".

TABELA 4

ANALISE GRANULOMETRICA																									
mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.297	10	2	1	1	7	1	1	8	1	1	4	0	1	2	1	1	2	1	0	2	2	0	3	2	2
0.246	3	1	2	1	2	1	1	10	0.5	1	3	0	1	5	1	2	2	1	1	2	2	0.5	6	2	11
0.210	4	2	4	1	3	2	4	13	0.5	1	4	0	3	11	1	4	3	1	1	3	4	0.5	8	2	15
0.125	17	10	22	10	9	21	24	30	21	26	18	1	31	51	10	21	31	2	0.5	6	25	1	27	17	34
0.105	7	6	10	3	3	11	13	4	19	12	7	1	11	8	10	10	15	1	0.5	7	9	1	8	7	7
0.074	10	8	14	7	6	17	18	4	22	11	10	1	9	5	25	20	20	3	1	17	10	1	13	16	9
0.061	4	3	4	3	3	5	5	2	4	3	3	1	2	1	7	5	4	3	1	8	2	1	4	5	2
0.053	4	4	6	5	3	8	6	1	6	3	4	1	2	1	12	7	5	8	2	9	2	4	5	8	2
0.044	5	8	7	11	9	9	7	2	6	4	6	7	2	1	13	6	4	23	7	11	3	18	6	11	4
0.031	5	8	6	11	10	7	5	4	3	6	6	28	2	1	8	4	2	21	33	7	3	23	3	8	2
0.015	5	6	3	7	6	2	2	3	1	4	4	18	1	1	2	2	1	7	9	2	2	8	1	5	1
0.007	3	4	2	5	3	2	1	2	1	1	2	6	1	1	1	1	1	3	8	4	2	2	2	2	1
0.003	3	4	1	4	3	1	1	2	1	2	2	5	1	1	1	1	1	2	7	1	3	3	1	2	1
mais fino 0.003	7	12	4	14	10	2	2	9	1	5	9	12	30	1	4	6	4	6	25	6	14	30	3	6	2
CaCO ₃	4	15	9	0	12	8	9	0	10	15	7	7	0	4	0	0	0	10	0	6	10	0	7	0	0
perda	9	7	5	17	11	3	1	6	3	5	11	12	3	6	4	10	5	8	4	9	7	7	3	7	7
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

— SONDAGEM JALES —

(% em peso)

- SONDAGEM JALES -

(used wa %)

Três amostras enquadram-se na granulação siltica, como J-12, J-18 e J-19, com diâmetros mais freqüentes respectivamente entre 0,044 e

0,031 mm para J-12 e J-19, tendo J-18 diâmetro mais freqüente entre 0,053 e 0,044.

Quatro amostras denotam uma granulação mais freqüente da ordem da fração argila, tais como J-2, J-4, J-5 e J-22.

Evidencia-se a preponderância da granulação "areia fina" na maioria das amostras da sondagem bem como a variação do teor de calcáreo é independente da natureza clástica do sedimento.

7 — Amostras da sondagem de Lins S. P.

Examinando-se a tabela 5 certifica-se que os diâmetros mais freqüentes destas amostras discrepam dos observados nas sondagens anteriores. A granulação detentora dos diâmetros mais freqüentes se encontra abaixo de 0,0038 mm, na textura argila, correspondendo às amostras K-2, K-5, K-6, K-8, K-9, K-11, K-13, K-14 e K-15, correspondendo a 9 amostras sobre um total de 15.

Três amostras tem a granulação mais freqüente na fração silte, como K-3, K-4 e K-7. K-1, K-10 e K-12 classificam-se na fração "areia muito fina" e "areia fina".

Este caráter clástico evidentemente pronuncia-se a favor de condições físicas diferentes na sedimentação desta seqüência, acarretando uma classificação textural bimodal típica de veículo e ambiente fluviais. Houve neste caso particular uma maior quiescência do veículo. A fração silte não encontrou um ótimo na deposição da série Bauru, dividindo-se a granulação mais freqüente entre os diâmetros da fração areia e os da argila, deixando em minoridade a fração silte.

No perfil de Lins averigua-se a mesma indiferença da sedimentação química com respeito à clástica. São calcáreos as amostras K-2(5%), K-3(13%), K-4(7%), K-6,(10%), K-7(8%), K-9(22%), K-12(10%) e K-14(13%), perfazendo um total de 8 sobre 15 do conjunto.

8 — Amostras da sondagem de Marília S. P.

Nesta sondagem, tabela 6, a granulação mais freqüente retoma a tendência primitiva dos diâmetros mais freqüentes colocados na fração arenosa na proporção de 8 para 11 do total. Temos as amostras L-1, L-4, L-5 e L-10 com granulação mais freqüente entre 0,210 mm e 0,125 mm; L-2 e L-3, entre 0,500 e 0,297 mm; L-6 e L-7 entre 0,105 e 0,074 mm,

respectivamente enquadradas em “areia fina”, “areia média” e “areia muito fina” nos termos da classificação granulométrica de Wentworth.

As amostras L-8, L-9 e L-11 recaem granulométricamente no textura argila.

Todos os testemunhos, com exceção de L-9, são providos de cimento calcáreo, revelando uma sedimentação clastoquímica uniforme. De um

TABELA 5
ANALISE GRANULOMETRICA

mm	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	K-14	K-15
0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.297	1	1	0	0	1	1	0	1	0	9	1	4	1	0	4
0.246	1	1	0.5	0	1	0.5	1	1	1	5	0.5	7	0.5	1	3
0.210	1	1	0.5	0	1	0.5	1	1	1	7	0.5	9	0.5	1	3
0.125	25	10	7	1	16	1	4	6	3	40	3	30	1	5	19
0.105	18	7	7	1	7	1	3	3	1	7	2	3	1	2	3
0.074	25	14	11	4	10	8	18	7	1	8	3	1	2	5	5
0.061	5	5	5	5	3	6	11	4	1	2	3	0.5	1	1	1
0.053	5	4	7	12	4	9	19	4	1	2	6	0.5	1	3	2
0.044	7	7	14	27	6	14	13	8	3	4	15	1	6	10	3
0.031	3	9	11	20	7	11	5	10	3	3	16	1	15	14	7
0.015	2	4	6	3	4	5	1	6	9	1	10	1	13	9	4
0.007	0	2	3	2	5	3	1	5	9	1	4	1	4	5	1
0.003	0	3	2	1	1	5	1	3	9	1	2	1	5	7	2
mais fino 0.003	3	26	6	4	30	16	5	38	17	7	27	22	42	15	33
CaCO ₃	0	5	13	7	0	10	8	0	22	0	0	10	0	13	0
perda	4	1	7	13	4	9	9	3	19	3	7	8	7	9	10
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

— SONDA GEM LINS —

modo geral o arenito-calcáreo ocorre em qualquer posição altimétrica dos perfis, desfazendo a crença de que a série Bauru admitiria uma divisão em formação superior ou sem calcáreo e formação inferior, com calcáreo.

TABELA 6

ANALISE GRANULOMETRICA

% em peso	mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0.500	2	15	4	0	0	0	0	0	0	1	0
	0.297	12	21	28	1	2	1	1	4	3	1	1
	0.246	6	5	13	2	3	1	0.5	2	2	5	1
	0.210	7	4	10	2	5	1	0.5	2	3	10	1
	0.125	14	7	13	17	30	8	20	14	16	28	5
	0.105	3	1	1	6	8	9	4.0	4	8	7	2
	0,074	2	1	1	12	8	23	18	7	10	8	3
	0.061	1	1	0.5	4	2	6	8	3	3	3	2
	0.053	1	1	0.5	4	2	8	12	3	3	3	2
	0.044	1	0.5	0.5	6	2	10	14	7	6	4	4
	0.031	1	0.5	0.5	6	2	4	6	8	6	4	7
	0.015	2	1	1	4	2	1	2	7	3	1	7
	0.007	1	1	1	2	2	1	2	5	3	2	5
	0.003	2	1	1	2	2	1	2	3	1	2	5
mais fino 0.003	10	2	3	15	11	1	8	15	26	4	22	
CaCO	29	34	11	11	13	12	18	3	0	15	20	
perda	6	4	11	6	6	13	2	13	7	2	13	
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

-SONDAGEM MARILIA -

QUADRO V

[illegible]

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE — CLASSE TEXTURAL MAIS FREQUENTE

9 — *Amostra da Formação Caiuá*

Foi coletada uma amostra de arenito Caiuá, P-1, na localidade clássica onde WASHBURN (70) descreveu esta unidade estratigráfica na coluna geológica do estado de São Paulo.

A análise granulométrica, tabela 1, exibe notável diferença com respeito à série Bauru. O diâmetro mais freqüente fica compreendido entre 0,500 e 0,297, com 55% do total da granulação. Na série Bauru, embora ocorram rochas com granulação mais freqüente nesses diâmetros em mm, nunca se estabeleceu tão alta percentagem. Existe, pois, uma concentração da granulação nesses diâmetros que merece ser apurada com um estudo mais detalhado da formação Caiuá com a aplicação de modernos métodos da petrografia de sedimentos.

2.º — ANÁLISE TEXTURAL

Tendo o processo de decantação na análise granulométrica obedecido a escala de Wentworth, êste autor estendeu também para a peneiração o uso desta classificação da textura dos sedimentos. Aliás KRUMBEIN & PETTIJOHN (37, p. 88) acham tanto a escala de Wentworth como a de Atterberg indiferentes no uso, pois chegam aos mesmos resultados na petrografia de sedimentos.

1 — *Amostras de superfície*

Os dados granulométricos da tabela 1 foram grupados na classificação de Wentworth fornecendo a seguinte distribuição por classes texturais, abrangendo 26 amostras: (QUADRO V).

1/2	a	1/4 mm		1
1/4	a	1/8 mm		0
1/8	a	1/16mm		17
1/16	a	1/32mm		8
TOTAL				26

Pelo exposto averigua-se que a maioria da textura das rochas da série Bauru, das amostras de superfície, se classifica na areia muito fina (arenitos) e 8 caem na classe silte. A amostra classificada texturalmente na categoria de 1/2 a 1/4 refere-se ao cimento do conglomerado M-10.

A amostra P-1 possui classe textural mais freqüente de $1/2$ a $1/4$, discrepando portanto das características das rochas da série Bauru.

2 — Amostras de sondagem

As amostras de sondagem, em número de 85, enquadram-se na mesma classificação textural das suas congeneres de superfície segundo dados apurados no quadro VII. A classe mais freqüente repete a sua posição na “areia muito fina”, isto é, $1/8$ a $1/16$ mm em 57 amostras, seguindo-se na classe inferior, $1/16$ a $1/32$ mm, silte, em 18 amostras. Em minoria temos 2 amostras com a classe mais freqüente situada em $1/4$ a $1/8$ mm e 8 em abaixo de $1/256$ mm, já na textura argila.

3 — Caracteres da textura areia

O quadro VI apresenta uma comparação textural efetuada entre arenitos e areias das mais variadas origens, procedências e idades. Os dados numéricos não foram apresentados em percentagem para ressaívar o valor absoluto das amostras examinadas.

No concôrto de outros sedimentos arenosos a série Bauru possui como caráter primacial a sua granulação mais fina, dominando a classe de $1/8$ a $1/16$ mm com 78 amostras (superfície + sondagem). As demais rochas, arenitos e areias, oferecidos à comparação enquadram-se na classe $1/4$ a $1/8$ mm. Nesta classe estão os arenitos Caiuá do estado do Paraná estudados por BIGARELLA (9), tabulados no quadro VI. Com as mesmas características texturais aparecem os arenitos de Botucatú, também estudados por BIGARELLA (9) no estado do Paraná. Averigua-se que os arenitos Caiuá e Botucatú do estado do Paraná são texturalmente iguais e diferentes dos arenitos da série Bauru no estado de São Paulo.

PETTIJOHN (54) apresenta vários histogramas de areias e arenitos. O arenito *JORDAN*, cambriano, tem por classe mais freqüente a textura $1/4$ a $1/8$ mm. O arenito *S. PETER*, ordoviciano, computa sua classe mais freqüente na textura de $1/2$ a $1/4$ mm. Ambos são admitidos como de origem marinha e, de fato, sua textura se identifica com os sedimentos marinhos de praias arenosas; o arenito *JORDAN* texturalmente se classifica na mesma categoria dos depósitos de praias atuais da PRAIA GRANDE S. P. e GUARUJA' S. P. estudados por FREITAS (19)

QUADRO VI

CLASSES mm	(FREITAS) FORMAÇÃO BAURU'	(BIGARELA) FORMAÇÃO "CAIUA"	(BIGARELA) FORMAÇÃO BOFUCATU	(BIGARELA) FORMAÇÃO PIFAMBÓIA	(PETTIJOHN) ARENITO JORDAN	(PETTIJOHN) ARENITO S. PETER	(PETTIJOHN) PRAIA L. MICHIGAN	(FREITAS) PRAIA GRANDE	(FREITAS) PRAIA GUARUJA'	(UDDEN) AREIAS FLUVIAIS	(FREITAS) AMOSTRA P-1	(KRUMBEIN) DEPÓSITO LACUSTRE
1 a 1/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1/2 a 1/4	1	4	2	2	0	1	10	0	0	1	1	0
1/4 a 1/8	2	24	20	1	1	0	7	8	2	9	0	0
1/8 a 1/16	78	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1/16 a 1/32	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/32 a 1/64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/64 a 1/128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/128 a 1/256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abaixo 1/256	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAIS	117	28	26	3	1	1	17	8	3	12	1	1

ANÁLISE COMPARATIVA TEXTURAL DAS CLASSES MAIS FREQUENTES

(20) e na das praias do Lago Michigan estudadas por PETTIJOHN (52).

O quadro VII informa que os arenitos da série Bauru se afastam texturalmente dos seus congeneres, antigos e modernos, de origem marinha para serem com maior propriedade comparáveis aos fluviais segundo histogramas de PETTIJOHN (54) e KRUMBEIN & SLOSS (38).

Não se pode negar que existe a possibilidade dos arenitos fluviais serem confundidos texturalmente com os marinhos na sua classe mais freqüente, como acentua PETTIJOHN (54, p. 234): "*Uma inspecção das tabelas 56 e 57 mostra que areias de rios e praia são muito semelhantes em tamanhos e classificação*". Entretanto, os depósitos fluviais em seu abôno possuem maior extensão em classes texturais, abrangendo 7 classes de tamanhos, enquanto que os sedimentos marinhos não abissais se classificam rigorosamente numa amplitude de 4 classes. Os depósitos lagunares, paludais, lacustres, também apresentam histogramas largos, enfeixando 7 classes de tamanhos, porém com expansão maior para o lado fino como observaram KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 203, fig. 7-7).

O quadro VIII mostra a expansão das classes texturais dos arenitos da série Bauru. As amostras de superfície exibem maior expansão do que as de sondagem, tendo 9 classes contra 8 de sondagem.

Falando da classe mais freqüente de algumas areias de praia do Lago Michigan, estudadas por UDDEN (67, p. 703), apura-se que existe grande variação como instrui a respeito a tabela 7. Evidentemente, a classe mais freqüente não depende do agente geológico mas da sua competência. Uma comparação perfuntória entre a tabela 7 e o quadro VII demonstra claramente a pequena competência do veículo da sedimentação da série Bauru.

Não existe, também, identidade textural entre os arenitos lacustres e os da série Bauru, segundo averiguação do quadro VI.

4 — Caracteres da textura silte

A composição textural do silte lacustre revela-se semelhante ao marinho, fato que mereceu o comentário de TWENHOFEL (66, p. 828): "argilas e siltes lacustres são muito semelhantes aos de origem marinha".

QUADRO VII

CLASSES mm	SONDAGEM CATANDUVA	SONDAGEM TANABI	SONDAGEM JALES	SONDAGEM LINS	SONDAGEM MARLIA	SOMA
1/4 a 1/8	0	0	0	0	2	2
1/8 a 1/16	11	16	18	5	7	57
1/16 a 1/32	3	1	7	6	1	18
1/32 a 1/64	0	0	0	0	0	0
1/64 a 1/128	0	0	0	0	0	0
1/128 a 1/256	0	0	0	0	0	0
Abaixo 1/256	3	0	0	4	1	8
TOTAIS	17	17	25	15	11	85

ANÁLISE TEXTURAL DE AMOSTRAS DE SONDAGEM
CLASSES MAIS FREQUENTES

QUADRO VIII

NÚMERO DE CLASSES	ARENITOS BAURU' (SUPERF.)	ARENITOS BAURU' (SONDAGEM)	AREIAS FLUVIAIS	AREIAS DUNAIS	AMOSTRA P-1	AREIAS PRAIAIS	AREIAS LACUSTRES
2	—	—	—	2	—	23	—
3	—	—	9	9	—	49	4
4	—	—	20	23	—	14	2
5	—	—	37	18	—	4	—
6	1	3	56	1	—	1	—
7	1	3	35	—	—	—	—
8	5	54	9	—	—	—	—
9	12	4	4	—	1	—	—
TOTAIS	19	64	170	53	1	91	6

SEDIMENTOS ARENOSOS
DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CLASSES TEXTURAIS

TABELA 7

CLASSES mm	105 %	106 %	107 %	108 %	109 %	110 %
4 a 2	0,6	—	—	—	—	—
2 a 1	1,0	1,5	0,6	10,6	5,0	3,2
1 a 1/2	37,8	27,2	15,8	41,4	30,0	27,9
1/2 a 1/4	35,2	61,8	37,9	47,8	65,0	68,8
1/4 a 1/8	25,4	9,5	45,7	—	—	—

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE AREIAS DE PRAIAS

LACUSTRES SEGUNDO UDDEN

tres, os primeiros aqui apresentados na tabela 8 e os segundos na tabela 9 sob os números originais de UDDEN 111, 112 e 113; as indicações B-2 e B-5 referem-se aos siltes da série Bauru estudada por êste autor (tabela 9). Pelos dados de UDDEN (67) averigua-se que os siltes marinhos se expandem da classe 1/4-1/8mm até 1/512-1/1024 mm, desprezando-se as percentagens inferiores a 1%, segundo dados da tabela 8.

Temos, pois, para os siltes marinhos estudados por UDDEN (67) 6 a 7 classes de tamanhos (tabela 8), enquanto os siltitos da série Bauru se expandem até 8 ou 9 classes texturais (quadro IX).

Da inspeção dêstes dados não se pode negar uma grande aproximação entre o número de classes texturais dos siltes marinhos e os siltitos da série Bauru, fato que não se apurou com referência aos arenitos. Tratando-se de sedimentos mais finos o caráter do agente geológico vai se desligando do sedimento, até que os sedimentos mais finos são completamente "desmemoriados". Em todo caso tal fato mostra que as condições físicas da deposição dos siltes marinhos são semelhantes as da dos siltitos da série Bauru, isto é, tranquilidade do meio aquoso.

Resta-nos comparar os siltes fluviais e lacustres com os siltitos da série Bauru, o que é feito no quadro X. Os primeiros foram estudados por UDDEN (67) e os segundos por êste autor. Do exame do quadro X resulta uma maior semelhança entre os siltitos fluviais e lacustres com os siltitos da série Bauru, do que com os marinhos examinados previamente.

5 — *Discussão dos caracteres texturais*

O quadro XI exprime a composição textural dos sedimentos da série Bauru. O número de classes texturais do grupo dos arenitos é de 8 a 9, admitindo uma expansão de 6 a 9 no conjunto segundo dados do quadro VIII, tratando-se dos testemunhos de superfície. Os arenitos de sondagem exibem apenas 8 classes e os de superfície 9; comparando-se então com outros arenitos referidos por PETTIJOHN (54, p. 254) (tabela 58) e por UDDEN (67, p. 703) (tabela 11), englobados no quadro VIII apura-se que os arenitos da série Bauru fogem texturalmente aos tipos usuais de composição em número de classes estabele-

TABELA 8

CLASSES	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133
mm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
4	0,2	—	—	—	—	—	0,2	—	—	0,3	—	—	—
2	0,1	—	—	—	—	—	0,2	0,3	—	0,2	—	—	—
1	0,5	0,2	—	0,4	0,2	0,2	0,9	1,2	—	0,7	—	0,4	0,2
1/2	0,6	0,4	0,6	0,2	0,1	0,3	0,5	0,7	—	0,7	—	0,5	0,1
1/4	12,6	16,7	9,8	3,3	4,5	2,3	3,0	5,0	—	2,2	0,4	0,8	0,2
1/8	52,9	22,9	16,4	13,0	11,4	21,3	7,1	9,4	3,1	8,6	5,3	4,8	1,4
1/16	24,2	21,1	33,1	45,1	45,6	30,6	19,5	15,6	12,4	17,2	13,2	13,2	9,7
1/32	6,8	12,7	27,4	27,4	28,5	30,6	37,8	35,7	37,2	20,6	28,2	26,4	27,9
1/64	1,7	14,6	10,5	8,0	8,3	10,2	23,2	15,6	24,6	26,5	31,1	34,8	39,0
1/128	0,2	8,3	2,1	1,9	1,3	3,3	5,8	10,0	9,6	14,1	11,7	12,0	5,3
1/256	—	2,6	0,5	0,6	1,0	0,5	1,5	4,7	3,5	7,6	6,4	6,0	5,5
1/512	—	0,4	0,1	—	—	—	0,2	1,2	0,9	0,8	2,4	0,7	0,7
1/1024	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,2	0,2	0,8	0,1	0,1
1/1024 - 1/2048	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ANÁLISE MECÂNICA DE SILTES EM PORTOS SEGUNDO UDDEN

nhos como lacustres apresentam 3 classes de tamanhos e os de duna 4. Após êste exame parece-nos com maior propriedade a comparação dos arenitos da série Bauru com os de origem fluvial, pois no quadro VIII se expandem até 9 classes de tamanhos, embora a maioria fique com 6 classes.

TABELA 9

CLASSES mm	111 %	112 %	113 %	B-2 %	B-5 %
4 - 2		0.2	—	—	—
2 - 1	0.5	0.8	—	—	—
1 - 1/2	2.2	4.1	—	—	—
1/2 - 1/4	1.7	3.6	0.1	4.0	4.5
1/4 - 1/8	4.0	5.4	0.7	4.0	5.0
1/8 - 1/16	11.1	12.8	10.4	10.0	10.5
1/16 - 1/32	35.0	32.0	31.2	51.0	31.0
1/32 - 1/64	26.2	26.6	32.4	6.0	10.0
1/64 - 1/128	14.1	9.3	12.0	2.0	9.0
1/128 - 1/256	4.2	4.0	7.2	1.5	1.5
1/256 - 1/512	0.7	0.6	1.5	0.8	3.0
1/512 - 1/1024	0.3	0.1	3.1	0.5	4.0
1/1024 - 1/2048	—	—	1.0	0.2	8.0
PERDA	—	—	—	11.0	4.0
CALCAREO	—	—	—	9.0	1.0

COMPARAÇÃO ENTRE SILTES LACUSTRES E DE BAURU'
SEGUNDO UDDEN

Em 85 amostras de sondagem 59 possuem a classe mais freqüente colocada na classificação de 1/8 a 1/16mm, correspondente à “areia muito fina”; 2 de 1/4 a 1/8, isto é, “areia fina”; 16 na de 1/16 a 1/32, no “silte grosso” e 9 restantes na inferior a 1/256, equivalente à textura argila (quadro VIII). Nas amostras de sondagem sem cota a pro-

QUADRO IX

NÚMERO DE CLASSES	SILTE MARINHO	FORMAÇÃO BAURU' (SUPERFÍCIE)	FORMAÇÃO BAURU' (SONDAGEM)
5	1	0	0
6	7	0	2
7	4	0	7
8	0	3	16
9	1	3	0
TOTAIS	13	6	27

SEDIMENTOS SILTICOS
DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CLASSES TEXTURAIS

QUADRO X

NÚMERO DE CLASSES	SILTE FLUVIAL (UDDEN)	SILTE LACUSTRE (UDDEN)	FORMAÇÃO BAURU' SONDAGEM	FORMAÇÃO BAURU' S. S/COTA	FORMAÇÃO BAURU' SUPERFÍCIE
5	0	0	0	0	0
6	1	0	2	0	0
7	2	0	7	0	0
8	0	3	14	2	3
9	1	0	0	0	3
TOTAIS	4	3	23	2	6

SILTES FLUVIAL E LACUSTRE
DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CLASSES TEXTURAIS

porção é a seguinte: 4 classificam-se com a classe mais freqüente em 1/8 a 1/16mm e 2 em 1/16 a 1/32mm. Nas amostras coletadas em superfície a situação textural é a seguinte: a classe mais freqüente recai em 1/8 a 1/16 mm com 17 amostras, seguindo-se 1/16 a 1/32mm com 8 amostras, variando portanto da “areia muito fina” a “silte grosso”. Nas amostras de superfície não se encontra nenhuma classificação de tamanho mais freqüente na textura argila.

QUADRO XI

	ARENITO	SILTITO	CONGLO- MERADO	ARGILITO	SOMA
J.	18	7	—	—	25
K.	6	8	—	1	15
H.	15	2	—	—	17
L.	9	2	—	—	11
G.	12	4	—	1	17
TOTAL	60	23	—	2	85
F.	4	2	—	—	6
TOTAL	64	25	—	2	91
B.	2	5	—	—	7
C.	2	—	—	—	2
D.	4	—	—	—	4
I.	2	1	—	—	3
M.	7	—	1	—	8
N.	1	—	—	—	1
O.	1	—	—	—	1
SOMA.	83	31	1	2	117

COMPOSIÇÃO TEXTURAL

O tamanho da classe mais freqüente desliga-se da natureza do agente geológico em si para depender das condições físicas da habilidade do transporte. Não se pode relacionar o valor da classe mais freqüente com o tipo de agente geológico envolvido necessariamente na

deposição da rocha. A preponderância de uma classe de tamanho usualmente abaixo das demais tabuladas no quadro VI apenas indica com segurança uma competência mais baixa para o agente responsável pela sedimentação da série Bauru. Resulta disso a concepção de uma maior tranquilidade do veículo, menor velocidade, para permitir esta seletividade em torno da classificação textural 1/8 a 1/16 mm. Maior tranquilidade do veículo explica, por seu turno, maior expansão textural das classes de tamanhos pois permite a deposição abranger maior gama de tamanhos, desde conglomerados até argilitos, dependendo da carga.

Os fatos texturais falam a favor de um transporte fluvial, por sua natureza mobilizante de vários tamanhos, seguido de uma deposição em ambiente fluvial, como planos aluviais, canais fluviais, planos de inundação e lagoas, onde águas quiescentes permitem a expansão da textura para o lado fino, como se caracterizam os sedimentos da série Bauru.

Tratando agora do caso dos siltitos verificamos que possuem 8 classes de tamanhos, comportando uma variação de 6 a 9 classes texturais, tal como se observa no quadro IX. Um exame destes siltitos com os siltes marinhos referidos por UDDEN (67, p. 706) demonstra imediatamente a maior expansão daqueles, pois os marinhos exibem 6 classes. No caso dos siltes lacustres, também estudados por UDDEN (67, p. 704) (tabela 12) verifica-se sua semelhança textural com os siltitos da série Bauru, fato apresentado no quadro X.

Para UDDEN (67) a deposição do silte prende-se mais a um processo físico do que a um determinado agente. O processo UDDEN denominou-o de "silting", traduzível por "siltção". Consiste em uma sedimentação feita no seio de uma massa aquosa, porém com agitação suficiente para manter em suspensão a carga mais fina classificável na textura argila. Trata-se de um processo lento, operado em águas relativamente calmas, quando o veículo já se libertou do material grosso (areia e seixos) previamente a este sítio de deposição. Tais condições são reencontráveis nos lagos, nos mares e nos planos de inundação, resultando então a grande semelhança entre os siltes e siltitos destas proveniências.

Especial atenção devemos deferir à amostra P-1 coletada no local apontado como ocorrência clássica da formação Caiuá. Texturalmente apresenta os mesmos atributos de um sedimento arenoso de origem fluvial, exibindo 9 classes de tamanhos na sua classificação textural.

Existe incompatibilidade textural entre este material e uma rocha arenosa de origem eólica. Os termos eólicos oferecidos à comparação nos quadros VI e VIII possuem poucas classes texturais na sua classificação mecânica, usualmente dentro da expansão máxima de 4 classes de tamanhos. Uma discussão mais detalhada deste atributo será feita a propósito da estratigrafia da série Bauru.

b) ANÁLISE ESTATÍSTICA

A introdução da análise estatística de um sedimento trouxe indiscutivelmente bons frutos geológicos, aclarando sob a forma de números expressivos os complexos processos que atuam na longa história da sedimentação. Neste trabalho são adotadas as medidas derivadas dos quartéis, deixando de abordar as medidas de momento que, além de serem mais difíceis na manipulação, os seus resultados ainda não estabeleceram firmemente uma relação de causa e efeito nos processos geológicos da sedimentação.

1.º — MEDIANA

Na curva cumulativa os quartéis (primeiro e terceiro) limitam 50% da distribuição granulométrica da rocha. Antes do terceiro quartel (Q_3) há 25% de grãos mais grossos e depois do primeiro quartel (Q_1) apenas 25% de grãos mais finos. Estatisticamente a rocha é representada pelos 50% da granulação compreendidos entre esses quartéis, ocupando a mediana o centro aritmético. Desta sua posição resulta o seu valor como indicador das condições geológicas que operaram na deposição e no transporte do sedimento.

1 — Amostras de superfície (tabela 10)

A mediana sofre uma variação de 0,072mm a 0,230mm, bastante ampla, no caso dos arenitos. Exprime uma oscilação da competência.

Tratando-se dos siltitos a amplitude diminui, variando então de 0,053mm a 0,032mm, exprimindo uma baixa no regime da competência e uma menor oscilação do veículo.

O quadro XII ilustra numericamente os valores das medianas dos arenitos e dos siltitos, comparando-as com cutras citadas por PETTI-

TABELA 10
ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q3 (mm)	Q1 (mm)	So (mm)	Log So	QDa (mm)	SKa (mm)	SK	altitude	espessu- ra
B-2	0042	0068	0015	2.12	0,326	0,0265	-0,001	0.5	690m	20cm
B-3	0036	0066	00023	5.29	0,723	0,0318	-0,0037	0.1	690m	10 cm
B-4	0038	0055	00056	3.10	0,491	0,0247	-0,0154	0.2	690m	10 cm
B-5	0032	0063	00027	4.79	0,680	0,0301	+0,0017	0.1	690m	10 cm
B-7	0106	0200	0033	245	0,389	0,0835	+0,0210	0.6	650m	10 m
B-8	0032	0040	0007	2.36	0,372	0,0165	+0,0170	0.2	650m	10 cm
B-9	0145	0265	0045	240	0,380	0,1100	+0,0300	0.9	640m	1 m
C-1	0230	0325	0135	1.54	0,187	0,0950	0	0.8	642 m	3m
C-2	0140	0300	0037	2.84	0,453	0,1315	+0,0570	0.5	642 m	50cm
D-1	0072	0200	0038	2.28	0,357	0,0810	+0,0940	0.1	740 m	2,5m
D-3	0105	0180	0033	2.32	0,365	0,0735	+0,0270	0.5	650m	
D-4	0120	0225	0060	192	0,283	0,0825	+0,0450	0.9	638m	
D-5	0130	0230	0056	2.00	0,301	0,0870	+0,0260	0.7	638m	
F-1A	0034	0080	00027	170	0,230	0,0386	+0,0147	0.1	550m	
F-2A	0036	0070	0003	4.79	0,680	0,0335	+0,0010	0.1	540m	
F-3A	0160	0220	0110	141	0,149	0,0550	+0,0100	0.5	530m	
F-1B	0045	0130	00029	6.63	0,821	0,0635	+0,0214	0.2	540m	
F-2B	0059	0150	0007	4.58	0,660	0,0715	+0,0180	0.3	530m	
F-3B	0076	0105	0047	148	0,170	0,0290	0	0.8	525m	
I-1	0072	0140	0032	2.07	0,315	0,0540	+0,0140	0.7	504m	4 m
I-2	0076	0140	0035	2.00	0,301	0,0525	+0,0110	0.8	500m	2 m
I-3	0053	0135	0031	2.07	0,315	0,0520	+0,0300	1	498m	
M-1	0120	0185	0047	2.00	0,301	0,0690	+0,0040	0.5	420m	
M-3	0170	0265	0085	1.76	0,245	0,0900	+0,0050	1	438m	
M-4	0155	0275	0053	2.28	0,342	0,1110	+0,0090	0.6	450m	
M-7	0115	0215	0053	2.00	0,301	0,0810	+0,0190	0.7	522m	
M-8A	0155	0285	0053	2.30	0,361	0,1160	+0,0140	0.7	538m	
M-8B	0160	0265	0053	2.23	0,342	0,1060	+0,0010	0.5	538m	
M-9	0115	0201	0039	2.25	0,342	0,0810	+0,0050	0.5	580m	
M-10	0340	0470	0210	1.48	0,171	0,1300	0	0.8	580m	
N-1	0120	0160	0088	1.34	0,113	0,0360	+0,0040	0.9	430m	
O-1	0125	0210	00027	8.77	0,939	0,1036	+0,0186	0.03	432m	
P-1	0325	0400	0215	1.34	0,113	0,0925	+0,0120	0.09	240m	

AMOSTRAS SUPERFICIAIS

JOHN (54, p. 232) (tabela 56). Cifram-se 162 amostras de praias analisadas estatisticamente por aquele autor, número êste capaz de prover boa base estatística para efeito de comparação com as medianas dos sedimentos da série Bauru. Apura-se, nesse quadro, que tais medianas são de valor superior às dos arenitos e siltitos de superfície da série Bauru.

Averigua-se no quadro XIII que os valores das medianas dos arenitos fluviais apresentadas por PETTIJOHN (54, p. 232) (tabela 57) são também mais elevados do que os das medianas dos arenitos de superfície da série Bauru. As análises de PETTIJOHN (54, p. 232) oferecem um grau de confiança elevado pelo número de amostras (146) manipuladas.

Segue-se que tanto os sedimentos marinhos (quadro XII) como os fluviais (quadro XIII), da categoria dos arenitos, exibem uma maior competência do veículo comparativamente aos seus congeneres da série Bauru. Conclui-se que a competência do veículo era baixa e que a granulação era mais fina na sedimentação destas rochas da série Bauru.

2 — Amostras de sondagem (tabelas 11, 12, 13, 14, 15)

Nas sondagens sem cota a mediana varia de 0,034mm a 0,160mm, tendo os mesmos atributos das amostras de superfície examinadas anteriormente. Acentua-se, em valores absolutos, a pequena competência do veículo do sedimento Bauru e a finura da granulação predominante.

Enquanto as amostras de superfície permitem visualizar a variação estatística em área, as de sondagem oferecem um panorama da variação vertical:

ARENITOS

Sondagem de Catanduva	0,155mm a 0,027mm
Sondagem de Tanabí	0,170mm a 0,053mm
Sondagem Jales	0,150mm a 0,057mm
Sondagem Lins	0,145mm a 0,024mm
Sondagem Marília	0,325mm a 0,037mm

SILTITOS

Sondagem Catanduva	0,042mm a 0,016mm
Sondagem Tanabí	0,038mm a 0,034mm
Sondagem Jales	0,039mm a 0,021mm

Sondagem Lins

0,055mm a 0,004mm

Sondagem Marília

0,050mm a 0,007mm

No caso específico dos arenitos a mediana variou menos na sondagem de Jales e mais na de Marília. Como existe uma relação entre S_o e M_d em sedimentos fluviais, segundo pesquisas de INMAN (29), averigua-se que a seleção sobe de índice para as medianas acima de 0,180 mm. Por esta razão, na sondagem de Marília, o coeficiente de seleção

TABELA 11

ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q3 (mm)	Q1 (mm)	QDo (mm)	S_o	Lag S_o	SKa	SK	profundi- dade
G-1	0.155	0.205	0.1100	0.475	134	0,1271	+0.0025	0.8	16m
G-2	0.016	0.036	0.0028	0.0166	3.31	0,5198	+0.0034	0.4	21m
G-3	0.135	0.170	0.0940	0.0380	1.30	0,1139	-0.0030	0.8	25m
G-4	0.105	0.175	0.0027	0.0861	8.06	0,9064	-0.0323	0.04	26m
G-5	0.140	0.185	0.0800	0.0525	1.51	0,1789	-0.0075	0.7	30m
G-6	0.145	0.210	0.1100	0.0500	1.41	0,1492	+0.0150	1.0	35m
G-7	0.145	0.160	0.1100	0.0250	1.18	0,0730	-0.0010	0.8	40m
G-8	0.042	0.064	0.0150	0.0245	2.00	0,6020	-0.0025	0.5	45m
G-9	0.110	0.140	0.0660	0.0470	1.44	0,1611	-0.0070	0.8	50m
G-10	0.110	0.150	0.0650	0.0425	1.51	0,1803	-0.0025	0.8	55m
G-11	0.0016	0.0024	0.0006	0.0009	2.00	0,3010	-0.0001	0.5	66m
G-12	0.027	0.094	0.0023	0.0458	6.32	0,8010	+0.0211	0.2	71m
G-13	0.017	0.074	0.0026	0.0357	5.47	0,7385	-0.0213	0.6	76m
G-14	0.039	0.125	0.0038	0.0606	5.65	0,7525	+0.0254	0.3	81m
G-15	0.021	0.067	0.0025	0.0322	5.10	0,7074	+0.0137	0.3	82m
G-16	0.053	0.145	0.0025	0.0712	7.58	0,8817	+0.0207	0.1	87m
G-17	0.135	0.210	0.0070	0.0101	5.38	0,7385	-0.0260	0.07	91m

- SONDAGEM CATANDUVA -

médio é mais alto do que para as demais sondagens; na de Jales, pelos mesmos motivos, é o mais baixo obediente à regra de INMAN (29).

Comparando-se o valor destas medianas com as de superfície verifica-se sua absoluta semelhança, mostrando que tôdas as amostras foram bem manipuladas.

Os valores médios do diâmetro mediano (mediana) dos arenitos destas cinco sondagens arroladas são inferiores a 0,180mm. De acordo com INMAN (29) devem ser pouco selecionados e de fato o são, como exhibe claramente o exame dos quadros XII e XIII. Em valores absolu-

TABELA 12

ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q 3 (mm)	Q 1 (mm)	QDa (mm)	So	Log So	SKa	SK	profundi- dade
H-0	0.059	0.115	0.015	0.050	2.75	0,4404	+0,006	0.5	10 m
H-1	0.110	0.150	0.016	0.067	3.05	0,4842	-0,027	0,2	15 m
H-2	0.120	0.155	0.080	0.035	1.37	0,1393	-0,0025	0.8	20 m
H-3	0.084	0.110	0.056	0.027	1.37	0,1393	-0,001	0.8	25 m
H-4	0.120	0.165	0.080	0.047	1.41	0,1505	+0,0025	0.9	30 m
H-5	0.140	0.185	0.002	0.091	9.59	0,9818	-0,046	0.01	35 m
H-6	0.049	0.105	0.0028	0.0511	6.08	0,7841	+0,0049	0.1	37 m
H-7	0.120	0.170	0.064	0.053	1.61	0,2074	-0,003	0.7	40 m
H-8A	0.145	0.190	0.056	0.067	1.81	0,2592	-0,022	0.5	41 m
H-8B	0.038	0.092	0.0064	0.0428	3.71	0,5730	+0,0122	0.4	41 m
H-9	0.059	0.120	0.002	0.059	7.74	0,8890	+0,002	0.07	44 m
H-10	0.170	0.270	0.125	0.072	1.44	0,1611	+0,022	0.2	45 m
H-11	0.135	0.210	0.053	0.078	1.84	0,2657	-0,0035	0.9	50 m
H-12	0.034	0.078	0.0023	0.0378	5.83	0,7657	+0,0061	0.1	55 m
H-13	0.061	0.135	0.002	0.066	8.18	0,9130	+0,0075	0.08	61 m
H-14	0.074	0.125	0.011	0,057	3.31	0,5206	-0,006	0.2	65 m
H-15	0.053	0.110	0.003	0.053	6.00	0,7781	+0,0035	0.1	67 m

- SONDA GEM TANABI -

tos e não médios, as medianas destes sedimentos ficam em maioria abaixo de 0,180mm e, neste caso, como postulou INMAN (29), o coeficiente de seleção é melhor do que se as medianas ficassem acima de 0,180mm. Por estes motivos temos arenitos e siltitos bem selecionados, ao lado de outros mal selecionados, em função do seu valor do diâmetro mediano.

Inspecionando-se a mediana nas amostras de Catanduva apura-se que a seleção melhora com a subida de seus valores absolutos para o

lado de 0,180 mm. Na de Tanabí repete-se o mesmo fato (tabela 12); entretanto H-5 oferece uma discrepância à regra com MD = 0,140 mm

TABELA 13
ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q3 (mm)	Q1 (mm)	QDa (mm)	So	LogSo	SKa	SK	profundi- dade
J-1	0.075	0.160	0.011	0.074	3.74	0,5730	+ 0.005	0.3	22m
J-2	0.033	0.090	0.0022	0.043	6.32	0,8013	+ 0.023	0.1	26m
J-3	0.078	0.135	0.033	0.051	2.00	0,3010	+ 0.016	0.7	32m
J-4	0.036	0.066	0.0025	0.031	5.09	0,7074	+ 0.001	0.1	34m
J-5	0.036	0.100	0.0021	0.097	6.85	0,8360	+ 0.015	0.1	36m
J-6	0.078	0.125	0.044	0.040	1.67	0,2235	+ 0.007	0.8	39m
J-7	0.092	0.120	0.052	0.034	1.51	0,1808	+ 0.006	0.7	40m
J-8	0.150	0.225	0.040	0.092	2.36	0,3740	- 0.017	0.4	44m
J-9	0.094	0.120	0.051	0.034	1.51	0,1808	- 0.008	0.6	51m
J-10	0.080	0.135	0.002	0.066	8.18	0,9130	- 0.011	0.04	58m
J-11	0.057	0.135	0.0027	0.066	7.07	0,8494	+ 0.011	0.05	59m
J-12	0.021	0.035	0.0024	0.016	3.74	0,5730	- 0.002	0.1	60m
J-13	0.094	0.150	0.0027	0.073	7.41	0,8701	- 0.017	0.04	65m
J-14	0.150	0.190	0.110	0.040	1.30	0,1152	0	0.9	66m
J-15	0.070	0.103	0.046	0.028	1.48	0,1712	+ 0.004	0.9	68m
J-16	0.085	0.135	0.045	0.045	1.73	0,2385	+ 0.005	0.7	76m
J-17	0.110	0.160	0.065	0.047	1.54	0,1901	+ 0.002	0.8	80m
J-18	0.039	0.050	0.0037	0.023	3.74	0,5730	- 0.012	0.1	90m
J-19	0.022	0.039	0.0028	0.018	3.60	0,5569	- 0.001	0.2	91m
J-20	0.057	0.095	0.013	0.041	2.70	0,4317	- 0.003	0.3	93m
J-21	0.080	0.150	0.0024	0.073	7.87	0,8961	- 0.003	0.05	100m
J-22	0.031	0.075	0.0026	0.036	5.29	0,7235	+ 0.007	0.2	110m
J-23	0.110	0.180	0.052	0.064	5.83	0,7657	+ 0.006	0.4	120m
J-24	0.063	0.100	0.035	0.032	5.29	0,7235	+ 0.002	0.8	125m
J-25	0.150	0.215	0.085	0.065	1.58	0,1989	0	0.8	130m

- SONDAGEM JALES -

e So = 9,59. Poderemos explicar esta discrepância pelo alto teor de calcáreo (18%) e de areia (66,5%) combinados, em detrimento dos

TABELA 14

ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q3 (mm)	Q1 (mm)	QDa (mm)	So	Log So	SKa	SK	profundi- dade
K-1	0100	0135	0062	0036	145	0,1611	-0001	08	14 m
K-2	0044	0098	00027	0047	600	0,7781	+0012	01	17 m
K-3	0045	0076	00028	0036	5.19	0,7156	-0005	0.1	18 m
K-4	0044	0052	0007	0022	2.72	0,4346	-0014	0.2	25m
K-5	0043	0110	00027	0053	6.32	0,8010	+0023	0.1	32m
K-6	0031	0053	00023	0020	4.79	0,6808	-0003	0.1	37 m
K-7	0055	0063	0031	0016	141	0,1505	+0008	06	42m
K-8	0024	0065	00026	0031	5.00	0,6989	+0009	0.3	45 m
K-9	0004	0021	00021	0009	3.16	0,5000	+0007	2	47m
K-10	0145	0200	0076	0062	161	0,2074	-0007	06	57m
K-11	0031	0050	00026	0023	4.24	0,6276	-0004	0.1	60m
K-12	0125	0185	00023	0091	874	0,9515	-0031	02	69m
K-13	00034	0036	00024	0016	3.87	0,5880	+0015	7	75m
K-14	0016	0047	00022	0022	4.47	0,6505	+0008	04	80m
K-15	0031	0140	00024	0008	735	0,8667	+0040	0.3	90m

- SONDAGEM LINS -

TABELA 15

ANALISE ESTATISTICA

amostras	M (mm)	Q3 (mm)	Q1 (mm)	QDa (mm)	So	LogSo	SKa	SK	profundi- dade
L-1	0150	0265	00056	0129	670	08266	-0014	006	14m
L-2	0325	0480	0140	0170	184	0,2657	-0015	0.6	23m
L-3	0230	0380	0003	0188	1120	1,0501	-0038	002	28m
L-4	0048	0115	00027	0056	756	0,8779	+0010	0.1	34m
L-5	0100	0160	00025	0078	800	0,9030	-0018	0.04	45m
L-6	0059	0098	0002	0048	700	0,8451	-0009	005	47m
L-7	0050	0075	00025	0036	538	0,7385	-0011	007	70m
L-8	0037	0110	00026	0053	645	0,8116	+0019	02	75m
L-9	0048	0120	00027	0058	663	0,8217	+0013	01	85m
L-10	0110	0180	0015	0082	346	0,5395	-0012	02	98m
L-11	0007	0046	00022	0021	447	0,6505	+0017	2	101m

REPRESA NORTE - POCO Nº5

- SONDAGEM MARILIA -

teores de silte a argila, fato que não se repete no resto do perfil (tabela 17).

Na sondagem de Jales surge o mesmo fato, cabendo idêntica explicação. Na sondagem de Lins, tabela 14, onde os valores da mediana são baixos observa-se conseqüentemente So altos. Na sondagem de Marília tabela 15, também a regra de INMAN (29) é seguida com notável fidelidade. Tais fatos enquadram os sedimentos da série Bauru em uma origem fluvial típica segundo as investigações hidrodinâmicas de INMAN (29).

2.º — QUARTÉIS

Preferimos o vocábulo *quartel* para designar a quarta parte, de acôrdo com os clássicos, preferivelmente ao *quartil*, do latim *quartu*, que significa quatro, o quarto, portanto ordinal, no seu maior significado.

1 — Amostras de superfície

ARENITOS: os valores do 1.º e do 3.º quartéis mostram uma variação no caso do 1.º quartel de 0,032 mm a 0,135 mm, com média 0,083 mm; no 3.º quartel de 0,140 mm a 0,035 mm, com média 0,232 mm. Em têrmos absolutos êstes valores são baixos evidentemente, significando tácitamente competência baixa. Relativamente um ao outro há certamente uma variação de muitos micra. A maior variação instalou-se do lado do 3.º quartel (grãos grossos), indicando oscilação do veículo principalmente afetando a deposição da granulação grosseira da rocha. Nestas condições estatísticas as características físicas do veículo eram tais que não afetavam a parte fina sensivelmente, fato fisicamente possível em remansos fluviais onde sempre existe uma certa movimentação da água unidirecional com pulsações segundo a intensidade do fluxo. Por esta razão todo depósito fluvial exhibe forte variação lateral e vertical motivada por esta oscilação do veículo na sua velocidade, e quem fala de velocidade fala conseqüentemente em competência.

Reencontramos tais condições em planos de inundação, onde as águas são suficientemente quedas para permitir a deposição da parte fina, mas onde há ainda movimentação para afetar a parte grossa deixando em suspensão a fina.

SILTITOS: as variações de tamanho do 1.º quartel são assaz pequenas, indo de uma mínima de 0,002 mm a uma máxima de 0,031 mm. No 3.º quartel os valores vão de 0,040 mm a 0,135 mm. Nota-se uma amplitude menor na gama dos tamanhos, naturalmente porque os siltitos são depositados em águas mais quedas do que os representantes da textura areia. Esta variação indica também uma oscilação no veículo traduzindo-se no aumento ou diminuição da parte grossa pela suspensão ou deposição da parte fina.

2 — Amostras de sondagens sem cota

De um modo geral temos valores absolutos baixos e muita variação relativa.

ARENITOS: A variação do 1.º quartel vai de 0,007 mm a 0,110 mm e a do 3.º quartel de 0,130 mm a 0,220 mm.

SILTITOS: O 1.º quartel varia de 0,003 mm a 0,002, e o 3.º de 0,070 mm a 0,080 mm. Estamos em face de uma competência baixa e de uma grande tranqüilidade do veículo, pois praticamente não se verifica grande oscilação nos valores dos quartéis.

3 — Amostras de sondagens com cota

ARENITOS: Apuram-se as seguintes variações:

Q ₁ :	Sondagem de Catanduva	0,002mm a 0,110mm
	Sondagem de Tanabí	0,002mm a 0,125mm
	Sondagem de Jales	0,002mm a 0,110mm
	Sondagem de Lins	0,002mm a 0,076mm
	Sondagem de Marília	0,002mm a 0,140mm
Q ₃ :	Sondagem de Catanduva	0,094mm a 0,210mm
	Sondagem de Tanabí	0,110mm a 0,270mm
	Sondagem de Jales	0,095mm a 0,225mm
	Sondagem de Lins	0,065mm a 0,200mm
	Sondagem de Marília	0,098mm a 0,480mm

SILTITOS:

Q ₁ :	Sondagem de Catanduva	0,002mm a 0,015mm
	Sondagem de Tanabí	0,002mm a 0,006mm

	Sondagem de Jales	0,002mm a 0,003mm
	Sondagem de Lins	0,002mm a 0,031mm
	Sondagem de Marília	0,002mm a 0,002mm
Q ₃ :	Sondagem de Catanduva	0,036mm a 0,079mm
	Sondagem de Tanabí	0,078mm a 0,092mm
	Sondagem de Jales	0,035mm a 0,100mm
	Sondagem de Lins	0,021mm a 0,076mm
	Sondagem de Marília	0,045mm a 0,075mm

Nos arenitos a variação dos quartéis é maior do que a assinalada nos siltitos, porque êstes são sedimentados em condições de maior tranquilidade do veículo. Aplicam-se os mesmos comentários expressos a propósito das amostras de superfície neste material de sondagem: trata-se de um veículo de baixa competência, mas sujeito a grande variação na quietude. Tais pulsações provocam uma flutuação da granulação na parte fina, acarretando aumento ou diminuição da parte grossa. Assim nas cheias teríamos aumento da capacidade, da carga e da competência, sedimentando-se parte grossa com fina, nos sítios de perda da velocidade. Na estiagem, a parte grossa eliminada na estação anterior, sobrevém a sedimentação de parte fina com menos grossa. Além desta seleção existe outra concomitante no processo fluvial realizada da montante para a juzante.

3.º — DESVIO ARITMÉTICO DOS QUARTÉIS

Consiste em uma medida estatística que exprime, em cada amostra, quanto varia a granulação na medida empregada entre a parte fina e a grossa nas suas dimensões, tomando-se a mediana como centro estatístico. Quanto maior fôr o desvio, tanto maior será a variação da competência em mm, a partir da Md.

1 — *Amostras de superfície*

ARENITOS: o menor valor de QDa é de 0,036mm, isto é, a habilidade do veículo comportava uma variação de 36 micra para cima ou para baixo da dimensão da mediana. O maior valor é de 0,131 mm. Em ambos os casos os índices falam de uma competência de pequena amplitude de variação.

SILTITOS: o valor de QDa é ainda menor porque se trata de rochas de granulação mais fina. Relativamente à mediana a amplitude de variação é ainda menor do que para os arenitos; o valor mínimo é 0,016 mm (B-8) e o máximo 0,052 mm (I-3).

E' preciso ter em linha de conta que êstes valores exprimem duas coisas; de um lado a medida em termos absolutos o que significa competência do veículo, e de outro lado a variação, que significa qual a habilidade do veículo para mobilizar a granulação para o lado fino e para o lado grosso da mediana. Êste fato é expresso pelo desvio aritmético dos quartéis.

2 — Amostras de sondagem sem cota

A amostra com valor mínimo para o QDa apresenta 0,034 mm de variação acima ou abaixo da mediana. A de valor máximo apresenta 0,160 mm.

3 — Amostras de sondagem com cota

ARENITOS: temos os seguintes valores e variações:

sondagem	valor mínimo	valor máximo
Catanduva (tab. 11)	0,010mm	0,086mm
Tanabí (tab. 12)	0,027mm	0,091mm
Jales (tab. 13)	0,028mm	0,092mm
Lins (tab. 14)	0,036mm	0,091mm
Marília (tab. 15)	0,048mm	0,188mm

As amostras de Marília indicam maior competência do veículo e as de Catanduva a menor. Êstes valores indicam uma permanente variação na habilidade do veículo, um predicado característico do transporte e sedimentação fluviais.

SILTITOS: o QDa da granulação destas rochas mostra a seguinte variação e valores:

sondagem	valor mínimo	valor máximo
Catanduva (tab. 11)	0,016mm	0,035mm
Tanabí (tab. 12)	0,037mm	0,042mm

Jales	(tab. 13)	0,016mm	0,097mm
Lins	(tab. 14)	0,009mm	0,022mm
Marília	(tab. 15)	0,021mm	0,036mm

A maior variação da competência é a da sondagem de Jales e a menor a da sondagem de Lins.

ARGILITOS: temos os seguintes dados:

sondagem	valor mínimo	valor máximo
Catanduva (tab. 11)	0,009mm	—
Lins (tab. 14)	—	0,031mm

A variação foi pequena no caso particular dos argilitos, fato inerente à própria textura compatível com águas quedas.

Em conclusão os valores do desvio aritmético dos quartéis exprimem competência muito baixa do veículo responsável pela seleção do material, mas por outro lado uma grande e constante variação nos valores em milímetros dessa medida estatística.

4.º — COEFICIENTE DE SELEÇÃO

O coeficiente de seleção, S_o , indica primeiramente condições do transporte e secundariamente da deposição do material do sedimento. Constitui uma medida estatística que independe do tamanho dos grãos, eliminando o valor da unidade empregada na medida das dimensões das partículas. Em amostras bem selecionadas podemos inferir teoricamente que o transporte foi longo e demorado e a deposição uniforme. A deposição turbulenta pode resultar numa expressão granulométrica diferente da classificação do material em transporte.

1 — Amostras de superfície

ARENITOS: em 19 amostras 17 exibem S_o inferior a 2.50; 1 entre 2.50 e 4.00 (C-2) e 1 acima de 4.00 (O-1). Tal fato exprime necessariamente muito boa seleção na maioria dos arenitos de superfície.

O cimento do conglomerado M-10 evidencia boa seleção ($S_o=1.48$). A amostra P-1 também ($S_o=1.41$).

Os valores de So vão de 1.34 a 8.77. Êstes arenitos são bem selecionados, porém, comparando-se seus índices nos quadros XII e XIII, verifica-se que são menos selecionados do que seus congêneres ali tabulados.

SILTITOS: em 6 amostras existem 5 com So inferior a 2.50 e 1 apenas com So superior a 4.00, fato evidente de uma boa seleção, melhor do que os índices apresentados pelos arenitos.

A variação dêstes índices consiste em um mínimo de 2.07 (I-3) a um máximo de 5.29 (B-3), comportando uma menor amplitude do que a referida para os arenitos.

2 — Amostras de sondagem sem cota

ARENITOS: encontramos os valores de 1.41, 1.48, 4.58 e 6.53, portanto duas amostras bem selecionadas contra duas outras mal selecionadas.

SILTITOS: existe uma variação de 1.70 a 4.79 em duas amostras, exibindo o fato já conhecido com os arenitos.

3 — Amostras de sondagem com cota

ARENITOS: na sondagem de Catanduva há 7 rochas bem selecionadas (So inferior a 2.50) contra 5 mal selecionadas (So superior a 4), como exprime a tabela 11. Na sondagem de Tanabí há 7 bem selecionadas contra 8 mal selecionadas. Na sondagem de Jales a proporção é de 10 bem selecionados contra 8 mal selecionados. Passando à sondagem de Lins verificamos na tabela 14 que há 2 arenitos bem selecionados contra 4 mal. Finalmente, na sondagem de Marília apuram-se 1 bem selecionado contra 8 mal selecionados. Enfrentamos uma grande variação seletiva na seguinte ordem: Marília, Tanabí, Lins, Jales e Catanduva, de menos para mais selecionados.

Comparando-se êstes valores com os dos quadros XII e XIII verificamos que são menos selecionados do que as amostras ali tabuladas.

A mediana dêstes arenitos recai na classificação de areia fina ou areia muito fina, na escala de Wentworth, enquanto que a mediana das demais amostras cogitadas nos quadros XII e XIII cai na classificação de areia média e areia fina. Por uma consequência hidrodinâmica, ana-

lisada por INMAN (29), o veículo fluvial não classifica bem os sedimentos cujo diâmetro mediano fique abaixo de 0,180mm como sóe acontecer com os arenitos da série Bauru, tanto de superfície como de sondagens. Quando a mediana ultrapassa 0,180 mm a seleção fica ainda menos pobre; êste é o caso da sondagem de Marília, onde alguns diâmetros medianos ultrapassam 0,180 mm. Nas demais sondagens nenhuma mediana ultrapassa 0,180 mm.

SILTITOS: Na sondagem de Catanduva temos 1 bem selecionado para 1 mal selecionado; na de Tanabí a proporção é de 0 para 2 mal selecionados; na de Jales o mesmo fato é representado por 0 a 4 mal selecionados; na de Lins temos 1 contra 7 mal selecionados e finalmente na de Marília há 0 para 2 mal selecionados.

Êstes resultados, tabulados nas tabelas 11, 12, 13, 14 e 15, concordam com os estudos de INMAN a respeito das relações estatísticas mantidas entre a mediana e o coeficiente de seleção. As rochas de granulação fina, onde a mediana fica necessariamente na fração fina, a seleção cai e o índice se eleva, tomando-se por base o diâmetro mediano de 0,180 mm. As rochas com diâmetro mediano abaixo de 0,180 mm são sempre mal selecionadas, quando de origem fluvial. As acima, a seleção embora pobre não fica tão mal como no caso precedente.

ARGILITOS: Na sondagem de Catanduva (tabela 11) temos um argilito bem selecionado ($So = 2.00$), e na de Lins outro mas mal selecionado ($So = 5.00$), tabela 14.

Assim pôsto parece que os arenitos se depositaram por uma sedimentação selectiva, ficando em suspensão a parte fina. Os siltitos representariam a deposição restante da carga remanescente, resultando disso sua maior pobreza seletiva e menor amplitude dos quartéis.

4 — *Discussão sôbre o coeficiente de seleção*

O coeficiente de seleção (So) constitui um índice das variações físicas do veículo no transporte, tais como velocidade, turbulência, densidade, temperatura, distância. Nas amostras bem selecionadas o transporte foi efetuado com velocidade ou então substituído pela duração longa e, neste caso, o arredondamento o confirma.

Os índices do coeficiente de seleção das areias de praia e dunas são bem mais baixos do que os apresentados pelos arenitos da série Bauru. Para as areias da Praia Grande S. P. FREITAS (19) encon-

QUADRO XII

PROCEDÊNCIAS	NÚMERO DE AMOSTRAS	MEDIANA (mm)			COEFICIENTE DE SELEÇÃO			GRAU ARITMÉTICO DE ASSIMETRIA	AUTORES
		MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO
MARGEM SUL LONG ISLAND	22	0,480	0,230	0,350	1,41	1,16	1,32	0,061	— 0,041
NORTE BAÍA CHASEPEAKE	18	0,540	0,150	0,300	1,60	1,13	1,29	0,033	— 0,036
NEW JERSEY	37	0,700	0,150	0,330	1,53	1,14	1,27	0,167	— 0,056
SUL BAÍA CHASEPEAKE	40	1,250	0,160	0,320	3,18	1,14	1,41	0,223	— 0,420
CAROLINA DO SUL E GEORGIA	9	0,300	0,160	0,210	1,54	1,10	1,31	0,075	— 0,018
FLÓRIDA	19	0,690	0,130	0,340	1,76	1,17	1,42	0,124	— 0,066
BAÍA DO CABO COD	17	0,830	0,310	0,570	1,45	1,14	1,26	0,215	— 0,020
ARENITOS BAURU SUPERFICIAIS	19	0,230	0,072	0,110	8,77	1,34	5,05	0,094	— 0,001
SILTITOS BAURU SUPERFICIAIS	6	0,053	0,032	0,047	5,29	2,07	3,68	0,030	— 0,001
ARENITOS BAURU SONDAGEM S/COTA	4	0,160	0,045	0,102	6,63	1,41	4,02	0,021	0,010
SILTITOS BAURU SONDAGEM S/COTA	2	0,036	0,034	0,035	4,79	1,70	3,28	0,014	0,001
CATANDUVA	12	0,155	0,027	0,091	8,06	1,30	4,68	0,025	— 0,001
TANABI	14	0,170	0,053	0,111	9,59	1,37	5,48	0,022	— 0,001
JALES	18	0,150	0,057	0,103	8,18	1,30	4,74	0,016	— 0,003
LINS	6	0,145	0,024	0,084	8,94	1,45	5,19	0,040	— 0,001
MARILIA	9	0,325	0,037	0,181	11,20	1,84	6,52	0,019	— 0,038
CATANDUVA	4	0,042	0,016	0,029	5,47	2,00	3,78	0,021	— 0,002
TANABI	2	0,038	0,034	0,036	5,83	3,71	4,77	0,011	0,006
JALES	7	0,039	0,021	0,030	6,85	3,74	5,29	0,023	— 0,001
LINS	8	0,055	0,004	0,029	5,19	1,41	3,30	0,015	— 0,003
MARILIA	2	0,050	0,007	0,028	5,38	4,47	4,92	0,017	— 0,011

COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE A FORMAÇÃO BAURU E AREIAS DE PRAIAS RECENTES DOS ESTADOS UNIDOS

QUADRO XIII

PROCEDÊNCIAS	MEDIANA (mm)			COEFICIENTE DE SELEÇÃO			GRAU ARITMÉTICO DE ASSIMETRIA		NÚMERO DE AMOSTRAS	AUTORES
	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO		
RIO MISSISSIPE	0,810	0,180	0,400	1,61	1,09	1,35	0,191	— 0,162	100	PETTIJOHN
RIO VERMELHO	0,250	0,110	0,160	1,29	1,21	1,24	0,012	— 0,116	4	
RIO VELHO	0,490	0,200	0,340	1,45	1,12	1,23	0,025	— 0,081	9	
RIO ATCHAFALAYA	0,510	0,280	0,370	2,08	1,15	1,49	—	—	13	
ARENITO BOTUCATÚ (1904)	0,269	0,122	0,195	1,50	1,25	1,38	0,080	— 0,025	4	BIGARELLA
ARENITO BOTUCATÚ (1905)	0,343	0,055	0,200	2,60	1,27	1,93	0,390	— 0,005	6	
ARENITO BOTUCATÚ (1943)	0,423	0,152	0,287	1,61	1,21	1,41	0,125	— 0,005	12	
ARENITO BOTUCATÚ (1931)	0,381	0,111	0,246	2,21	1,32	1,72	0,265	0,005	5	
ARENITO BOTUCATÚ (RS-1)	0,240	0,130	0,185	1,93	1,34	1,63	0,245	— 0,010	4	FREITAS
ARENITO BOTUCATÚ (RS-6)	0,246	0,235	0,240	1,26	1,22	1,24	0,065	— 0,030	2	
AREIA PRAIA GRANDE, S. P.	0,155	0,135	0,145	1,21	1,17	1,19	0,010	0	5	
AREIA DE DUNA, PRAIA GRANDE, S. P.	0,150	0,150	0,150	1,18	1,17	1,17	0,002	0	3	
AREIA DE PRAIA DO GUARUJA', S. P.	0,165	0,155	0,160	1,18	1,15	1,16	0,025	0,025	2	PETTIJOHN
AREIA DE DUNA, GUARUJA', S. P.	0,155	0,155	0,155	1,15	1,15	1,15	0,025	0,025	1	
RIO UPPER GRAND	0,550	0,160	0,270	1,23	1,14	1,19	0,048	— 0,116	8	
BACIA ATCHAFALAYA	0,410	0,210	0,320	1,31	1,15	1,21	0,012	— 0,123	12	

COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE AREIAS FLUVIAIS (U.S.A.), ARENITO BOTUCATÚ (S.P.) E AREIAS DE PRAIAS E DUNAS (S.P.)

trou índices 1.17, 1.18, 1.21; para as areias do Guarujá S. P. esse mesmo autor (20) determinou valores como 1.15 e 1.18. Para as areias de São Sebastião S. P. FREITAS (21) calculou 1.46.

Compulsando-se o quadro XII verifica-se que os arenitos e siltitos da série Bauru, na média e nos seus valores do coeficiente de seleção, apresentam um índice bem maior do que os sedimentos de praia da costa atlântica dos Estados Unidos da América e do que as areias fluviais do mesmo país, ali arroladas segundo dados de PETTIJOHN (54, p. 232) (tabelas 56 e 57). Os sedimentos da série Bauru, no seu todo, são mal selecionados, não encontrando equiparação aos congeneres tabulados nos quadros XII e XIII. Podemos compará-los aos fluviais (areias fluviais) citadas no quadro XIII, segundo dados extraídos de PETTIJOHN (54, p. 232). Esta má seleção deriva na maior parte de um transporte curto, tal é a nossa interpretação, aliás confirmada pelo grau de arredondamento.

Dos quadros XII e XIII extraímos os seguintes valores para as médias dos coeficientes de seleção:

ARENITOS:	média máxima 8.50
	média mínima 1.43
SILTITOS:	média máxima 5.54
	média mínima 2.67

Segundo INMAN (29) em 828 amostras estudadas por Wentworth verificou-se que o material que apresentava diâmetro mediano em torno de 0,180 mm era bem selecionado, tratando-se de sedimentos fluviais bem viajados. O material com a mediana superior a 0,180 mm era menos bem selecionado, caracterizado por uma assimetria ora para a esquerda, ora para a direita, na curva granulométrica. O material com a mediana inferior a 0,180 mm era pouco selecionado, porém com So pior do que o material com mediana superior a 0,180 mm, tendo assimetria exclusivamente para o lado dos grãos mais finos.

Temos assim bem caracterizados os sedimentos de origem fluvial em 828 amostras analisadas. No caso presente das amostras da série Bauru, tabela 10, tanto os siltitos com os arenitos tem usualmente medianas inferiores a 0,180 mm em cerca de 24 amostras. Apenas C-1 possui diâmetro mediano superior a 0,180 mm. A regra de INMAN (29) aplica-se inteiramente a êstes sedimentos de amostras superficiais,

e note-se que tôdas possuem assimetria para o lado dos grãos mais finos (Sk menor que 1). Nota-se, ao mesmo tempo que, nestas amostras de superfície, o coeficiente de seleção diminui de valor a medida que o diâmetro mediano se aproxima de 0,180 mm, obedecendo ao postulado por INMAN (29).

Sedimentos com êste caráter estatístico e com tais relações entre mediana e coeficiente de seleção indicam segundo INMAN (29) depósitos de águas rasas, com movimento unidirecional do veículo, em ambiente fluvial, (29, p. 64 e fig. 4 D).

Segundo RUSSELL (60) a seleção pode ser local, efetuada no sítio da deposição, ou então progressiva, para a juzante de um curso de água. Em ambos os casos os fatores que controlam a seleção são: tamanho, contôrno e densidade das partículas em transporte de um lado e de outro velocidade e densidade do veículo fluvial.

Dos estudos hidrodinâmicos experimentais chegou-se à conclusão de que os grãos de densidade 2,65, como os de quartzo, possuem um tamanho ótimo para o transporte em tôrno de 0,180 mm pelas seguintes razões: 1 — podem ser mobilizados por correntes mais fracas do que grãos maiores ou menores; 2 — uma vez em suspensão não tem tendência a permanecer nesse estado como acontece com os grãos de tamanho menor, e 3 — são mais facilmente carregados do que os grãos maiores. Assim sendo o material com tamanho abaixo ou acima de 0,180 mm é mais difícil de ser transportado por veículo fluvial e conseqüentemente são menos selecionados. Os arenitos e siltitos da série Bauru apresentam características semelhantes a êstes estudos, e portanto se enquadram nestas leis experimentais de INMAN (29).

A variação do coeficiente de seleção é grande no material de sondagem. Segundo INMAN (29) esta variação é peculiar aos depósitos fluviais arenosos, cujo valor de So pode ultrapassar o índice 5.00. Os depósitos fluviais apresentam também a chamada seleção progressiva ao longo do perfil longitudinal; INMAN (29) fez experiências no rio Mississipe averiguando que o valor de So das areias fluviais era de 3.00 logo abaixo de Cairo, estado de Illinois. Já em Nova Orleans o valor de So caiu a 1.20, com a mediana no ótimo de 0,180 mm. Abaixo dêste ponto So subiu novamente para 5.00 porque os sedimentos ficaram mais finos.

Em face destas considerações parece-nos acertado acreditar que a deposição do material da série Bauru se deu no fim dos cursos fluviais,

isto é, na parte baixa do perfil longitudinal dêles, onde os sedimentos se tornam mais finos e o coeficiente de seleção concomitantemente se eleva, podendo então ultrapassar o índice 5.00. O material melhor selecionado corresponde a um depósito de calha fluvial, enquanto o material fino fica restrito às lagoas, planos de inundação e planos aluviais.

5.º — GRAU ARITMÉTICO DE SIMETRIA

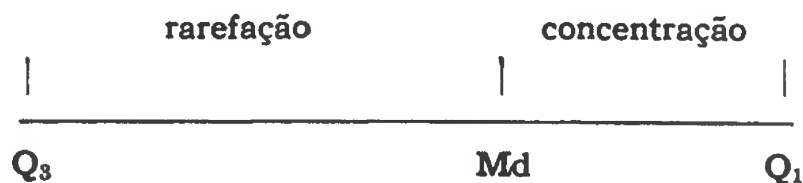
Esta medida estatística indica as relações da deposição da carga. O seu valor igual a zero ($SKa = 0$) significa que o total da granulação compreendida entre o 1.º e 3.º quartéis possui a mediana eqüidistante dêsses extremos. Traduz, por outro lado, uma classificação crescente e progressiva dos tamanhos das partículas, o que permite a mediana ocupar posição eqüidistante nessa gama contínua de tamanhos. Um transporte longo ou uma velocidade vigorosa poderiam classificar com tamanho sucesso as partículas em transporte. Êste quadro ideal nem sempre é atingido na escala granulométrica dos tamanhos.

O valor negativo de SKa indica a posição da mediana deslocada para o lado dos grãos grossos, trazendo por conseqüência uma maior amplitude na mistura fina, ganhando a curva granulométrica uma assimetria para a direita na sua distribuição. Em termos de transporte a mediana fica mais perto de Q_3 , proporcionando maior competência ao veículo. Inversamente, o valor positivo de SKa traduz a mediana colocada do lado dos grãos mais finos e, conseqüentemente, a curva da distribuição granulométrica assume assimetria para a esquerda.

1 — Amostras de superfície

Compulsando-se a tabela 10 encontram-se 0 SKa negativos contra 18 positivos nos arenitos. Nos siltitos 3 SKa negativos contra 3 positivos. Nos arenitos ainda existe um SKa igual a zero (C-1).

Os arenitos de superfície são todos de assimetria para o lado fino, traduzindo uma concentração das percentagens para o lado fino e uma rarefação para a escala do lado grosso, conforme esquema abaixo:



Estes arenitos foram depositados já com a parte grossa bem desfalcada por deposição anterior. São depósitos de águas mais calmas.

Os siltitos mostram um equilíbrio no que concerne aos valores do SKa. Assim três são negativos, com mediana para o lado grosso, denotando siltitos depositados logo após a sedimentação de arenitos, quando a parte grossa dos arenitos poderia contaminar a fina dos siltitos. Os demais siltitos referem-se a uma deposição com exclusivo material fino. Por esta razão, como veremos adiante, existe uma estrutura gradual que passa dos arenitos aos siltitos sem haver uma heterogeneidade física correspondente a esta mudança fundamental de textura clástica.

2 — Amostras de sondagens sem cota

Tanto os arenitos como siltitos são providos de SKa positivo, admitindo a mesma interpretação realizada no parágrafo anterior.

3 — Amostras de sondagens com cota

Compulsando-se a tabela 11 averigua-se as seguintes relações entre a mediana e os quartéis no grau aritmético de simetria:

SKa ARENITOS

Sondagem		Valores (—)	Valores (+)
Catanduva	(tabela 11)	7	6
Tanabí	(tabela 12)	8	7
Jales	(tabela 13)	6	10
Lins	(tabela 14)	3	3
Marília	(tabela 15)	6	3

SKa SILTITOS

Sondagem		Valores (—)	Valores (+)
Catanduva	(tabela 11)	2	1
Tanabí	(tabela 12)	0	2
Jales	(tabela 13)	3	4
Lins	(tabela 14)	4	4
Marília	(tabela 15)	1	1

SKa ARGILITOS

Sondagem		Valores (—)	Valores (+)
Catanduva	(tabela 11)	1	0
Lins	(tabela 14)	0	1

Os valores de SKa igual a zero são:

ARENITOS: Jales 2, (exclusivamente).

Nos arenitos encontram 29 SKa (+), 30 SKa (—) e 2 SKa = 0. Nos siltitos 12 SKa (+), 10 SKa (—) e nos argilitos 1 SKa (+) e 1 SKa (—). Resulta em rápido balanço 42 SKa (+), 41 SKa (—) e 2 SKa (0). (Total 85 amostras). Verifica-se que apenas duas amostras (J-25 e J-14) se enquadram nas condições ideais da classificação, confirmadas pelo ótimo índice do coeficiente de seleção (1.30) e (1.58). Nas demais amostras a mediana ora ficou do lado da granulação grossa, ora do lado da fina, em um número idêntico de amostras. Quer se trate da parte fina, quer da grossa, em termos de competência o veículo fluvial era fraco.

4 — Mérito do grau aritmético de simetria

O valor de SKa retrata as condições de deposição; ora sedimenta-se o material com concentração na parte fina (SKa +), ora com concentração na parte grossa (SKa —). Eventualmente SKa = zero e neste caso a percentagem da parte fina é igual a da grossa. Este fato da variação do valor de SKa nas amostras da série Bauru demonstra uma oscilação nas condições de sedimentação. Ora o depósito se fazia nas calhas e nos vales fluviais, enriquecendo-se a granulação com a mistura grossa (SKa —), ora nos planos de inundação e lagoas trazendo o enriquecimento da parte fina (SKa +), uma vez que a mistura grossa fôra previamente depositada junto aos cursos d'água.

Existe uma razão para o valor de SKa ser exclusivamente positivo nas amostras de superfície. Foram todas coletadas em saliências topográficas devidas à erosão diferencial; a resistência da rocha deriva-se, nessas escarpas, do cimento calcáreo. As rochas calcáreas, como veremos adiante, foram depositadas em lagoas ou nos planos de inundação,

exatamente nos sítios onde mercê das condições físicas do veículo a sedimentação se fez com preponderância da mistura fina, resultando disso o valor de SKa positivo.

A assimetria para o lado direito da granulação das amostras da série Bauru, ($SKa -$), é muito pequena; os valores de SKa vão de -0.038 a -0.001 para os arenitos e nos siltitos vão de -0.001 a -0.011 . Já as areias de praia dos Estados Unidos, nas costas atlânticas, o valor de SKa vai de -0.056 a -0.018 , segundo dados do quadro XII.

Outro fato interessante é ser a assimetria para o lado esquerdo também pequena nas amostras da série Bauru; em todo o caso esta assimetria é maior do que a para o lado direito, mostrando uma tendência para uma granulação mais fina com SKa positivo. Nas amostras da série Bauru o valor de $SKa+$ varia de $+0.094$ a $+0.021$; nas areias da costa atlântica supracitadas e tabuladas no quadro XII, a assimetria para o lado fino é ainda maior, variando $SKa+$ de $+0.223$ a $+0.033$.

Com referência às areias fluviais de alguns rios dos Estados Unidos, tabuladas no quadro XIII, verificamos que exibem um valor de SKa negativo muito superior ao das amostras da série Bauru, significando maior assimetria para o lado grosso.

Comparando-se as amostras da série Bauru com o arenito de Botucatú, tabulado no quadro XIII, apura-se que o arenito de Botucatú tem menor assimetria para o lado fino ($SKa-$) do que para o lado grosso ($SKa+$). Assim no arenito Botucatú a mediana tende mais a ficar para o lado de Q_1 do que para Q_3 , como aliás acontece com os sedimentos da série Bauru; estes porém tem menor assimetria para a esquerda do que o arenito de Botucatú, como se observa no quadro XIII em comparação com o quadro XII.

6.º — GRAU GEOMÉTRICO DE ASSIMETRIA

SK

Constitui uma das medidas estatísticas do mais alto interesse no estudo de um sedimento. Quando SK é igual a 1 indica que a moda coincide com a mediana, isto é, ambas estão a 50% da distribuição granulométrica. O valor de SK menor que 1 traduz a posição da moda no

lado da mistura grossa, portanto mais perto de Q_3 ; ao contrário SK maior que 1 denota a posição da moda do lado da mistura fina, isto é, mais próxima de Q_1 . O valor de SK simplesmente como muitos autores adotam como notação, como medida estatística, se deve ao fato de representar o ótimo do transporte em termos de competência. Esta medida independe de SKa; o primeiro (SK) refere-se a termos de habilidade do veículo, cuja competência é tanto maior quanto fôr o diâmetro modal, e o segundo (SKa) representa as condições de sedimentação que podem favorecer uma concentração ora para o lado fino, dando uma assimetria à esquerda, ora para o lado grosso, resultando em uma assimetria para a direita.

Nas rochas da série Eauru o transporte caracterizou-se pela permanência da moda do lado dos grãos grossos, enquanto a sedimentação dividiu as dimensões entre a mistura fina e a mistura grossa. Assim as condições de deposição foram bem diferentes das condições de transporte.

1 — Amostras de superfície

Apresentam os seguintes caracteres:

- i) 24 amostras: — assimetria do lado dos grãos finos
— moda mais próxima de Q_3
— mediana mais fina do que a moda
— SK menor que 1.0
- ii) 1 amostra: — assimetria do lado dos grãos grossos
— moda mais perto de Q_1 (mistura fina)
— mediana mais grossa que a moda
— SK maior que 1.0

2 — Amostras de sondagem sem cota

Nas seis amostras representativas o valor de SK é inferior a 1.0, acarretando uma assimetria para o lado dos grãos finos.

3 — Amostras de sondagem com cota

ARENITOS

- i) 60 amostras: — (Catanduva 12, Tanabí 15, Jales 18, Lins 6, Marília 9). Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15.
 - assimetria do lado dos grãos finos
 - moda mais perto de Q_3
 - mediana mais fina que a moda
 - SK menor que 1.0
- ii) 1 amostra: — (Catanduva). Tabela 11.
 - assimetria do lado dos grãos grossos
 - moda mais perto de Q_1
 - mediana mais grossa que a moda
 - SK maior que 1.0 (ligeiramente)

SILTITOS

- i) 19 amostras: — (Catanduva 3, Tanabí 2, Jales 7, Lins 6, Marília 1)
 - SK menor que 1
- ii) 3 amostras: — (Lins 2, Marília 1)
 - SK maior que 1.0

ARGILITOS

- i) 2 amostras: — (Catanduva 1, Lins 1)
 - SK menor que 1

4 — *Mérito do grau geométrico de assimetria*

Nos sedimentos da série Bauru chama a atenção a permanência da moda para o lado da mistura grossa (Q_3), enquanto a mediana varia de posição ora na parte fina ora na grossa. Desta maneira a assimetria fica sempre para o lado direito, e a mediana ocupa sempre uma posição intermediária entre a moda e Q_1 . Quando SKa é negativo a mediana fica mais próxima de Q_1 , quando SKa é positivo a mediana

TABELA 16

AMOST.	AREIA %	SILTE %	ARGILA %	PERDA %	CaCO ₃ %	So	MATURIDADE TEX- TURAL — ESTAGIO
B-2	18	60,5	1,5	11	9	2.12	Siltito sub-maturo (calcáreo)
B-3	14	55,5	8	14,5	8	5.29	Siltito imaturo (calcáreo)
B-4	6	70	3	6	15	3.10	Siltito sub-maturo (calcáreo)
B-5	20,5	51,5	15	4	9	4.79	Siltito imaturo (calcáreo)
B-7	51,5	41	4	2,5	1	2.45	Arenito sub-maturo (calcáreo)
B-8	4	71	11	8	6	2.36	Siltito imaturo (calcáreo)
B-9	60	29	2	3	6	2.40	Arenito sub-maturo (calcáreo)
C-1	85,5	6,2	1,5	2,8	4	1.54	Arenito sub-maturo (calcáreo)
C-2	60	31,5	3,5	0	5	2.84	Arenito sub-maturo (calcáreo)
D-1	48	41	3	2	6	2.28	Arenito sub-maturo (calcáreo)
D-3	53	31	4,5	4,5	7	2.32	Arenito sub-maturo (calcáreo)
D-4	67	22	2	5	4	1.92	Arenito sub-maturo (calcáreo)
D-5	61	28,5	2	2,5	6	2.00	Arenito sub-maturo (calcáreo)
F-1A	27	44	20	2	7	1.70	Siltito imaturo (calcáreo)
F-2A	24	51	14	6	5	4.79	Siltito imaturo (calcáreo)
F-3A	81	12	2	2	3	1.41	Arenito sub-maturo (calcáreo)
F-1B	40	34	20	4	2	6.63	Arenito imaturo (calcáreo)
F-2B	46	32	10	10	2	4.58	Arenito imaturo (calcáreo)
F-3B	51	42	2	2	3	1.48	Arenito sub-maturo (calcáreo)
I-1	49,5	38	4	3,5	5	2.07	Arenito sub-maturo (calcáreo)
I-2	51	41	2	2	4	2.00	Arenito sub-maturo (calcáreo)
I-3	40	50	3	2	5	2.07	Siltito sub-maturo (calcáreo)
M-1	68	17	10	5	0	2.00	Arenito imaturo
M-3	78	18	2	2	0	1.76	Arenito sub-maturo
M-4	71	23	3	3	0	2.28	Arenito sub-maturo
M-7	61	28	3	8	0	2.00	Arenito sub-maturo
M-8A	70	15	5	4	6	2.30	Arenito imaturo (calcáreo)
M-8B	72	10	10	5	3	2.23	Arenito imaturo (calcáreo)
M-9	62	26	4	5	3	2.25	Arenito sub-maturo (calcáreo)
N-1	86	6	3	5	0	1.34	Arenito sub-maturo
O-1	62	8	21	9	0	8.77	Arenito sub-maturo
P-1	86,2	3,8	4	6	0	1.34	Arenito sub-maturo

fica mais perto da moda, mas sempre do lado de Q_1 . Quando SK é maior que 1, SK_a é sempre positivo.

Segundo INMAN (29) as relações entre o grau geométrico de assimetria e o diâmetro mediano são complexas. Uma inspeção nas amostras analisadas no quadro XIII, coletadas no fundo do rio Mississipe e estudadas por PETTIJOHN (54), mostra vários ciclos em que ora a mediana supera a moda em dimensão, ora ao contrário. Na série Bauru, nos testemunhos de sondagem, apenas 4 amostras exibem a mediana mais grossa que a moda; em amostras de superfície apenas 1, segundo exposição dos parágrafos 195, 196, 197 e 198.

A nossa interpretação consiste em admitir um transporte com maior competência, mais ou menos uniforme nas suas características físicas, seguido de uma deposição variável. Estas variações provêm das modificações bruscas das condições de transporte para as de sedimentação. O único agente geológico que oferece tais predicados é o fluvial: — um transporte rápido, unidirecional, turbulento por vêzes, seguido de brusca dejeção em planos de inundação, planos aluviais, lagoas e deltas, onde a perda repentina do gradiente fluvial causa uma deposição seletiva muito acentuada caracterizada pelas oscilações dimensionais da mediana.

Nas suas relações com a moda verifica-se que a mediana poucas vêzes superou em termos de dimensão a moda; na maioria das amostras permaneceu inferior ao diâmetro modal. Quando a mediana tem dimensão superior à moda devemos interpretar como uma sedimentação brusca da parte grossa, permitindo a parte fina permanecer em suspensão e ser, conseqüentemente, mobilizada para ser sedimentada alhures em águas menos agitadas. No conjunto predomina a mediana mais fina que a moda, dominando a sedimentação em águas tranqüilas, quando já a carga fôra previamente aliviada do seu conteúdo mais grosso. Predominou, portanto, na sedimentação da série Bauru o regime de águas tranqüilas como as do planos de inundação, planos aluviais e lagoas.

Estas variações em competência são um predicado do transporte e da deposição fluvial. O único ambiente físico capaz de proporcionar tais elementos estatísticos e suas relações é o fluvial, onde ao lado do movimento unidirecional do veículo (provado pela regra de INMAN (29) no caso da seleção pobre abaixo e acima de 0,180mm) existe a quietude dos planos de inundação, lagoas, etc. para proporcionar a de-

posição da mediana mais fina que a moda na quase totalidade das amostras.

Foi dito, que a mediana ora se aproxima da mistura fina ora da grossa, porém sempre à direita da moda, indicando uma oscilação de fases mais grossas e outras mais finas, as mais grossas tendendo para o eixo da moda. Tal fato parece exprimir um ritmo de estações: — fases de cheia, na estação chuvosa das cabeceiras fluviais, quando o veículo aumenta em capacidade e carga e, naturalmente, em competência, seguidas de fases de calma, na estação seca, rica em evaporação, depositando-se a mediana para o lado da parte fina. Talvez por esta razão o número de SKa negativos iguale ao de SKa positivos; os primeiros referíveis à estação chuvosa e às cheias, e os segundos às fases áridas intermediárias.

c) ANÁLISE DA MATURIDADE TEXTURAL

A maturidade textural de um sedimento, operada em quatro etapas distintas, vem definida por FOLK (14) como sendo o processo físico que afeta a textura das rochas sedimentares clásticas de três maneiras: — remoção da argila, — seleção da fração areia e — grau de arredondamento.

1.º estágio: IMATURO

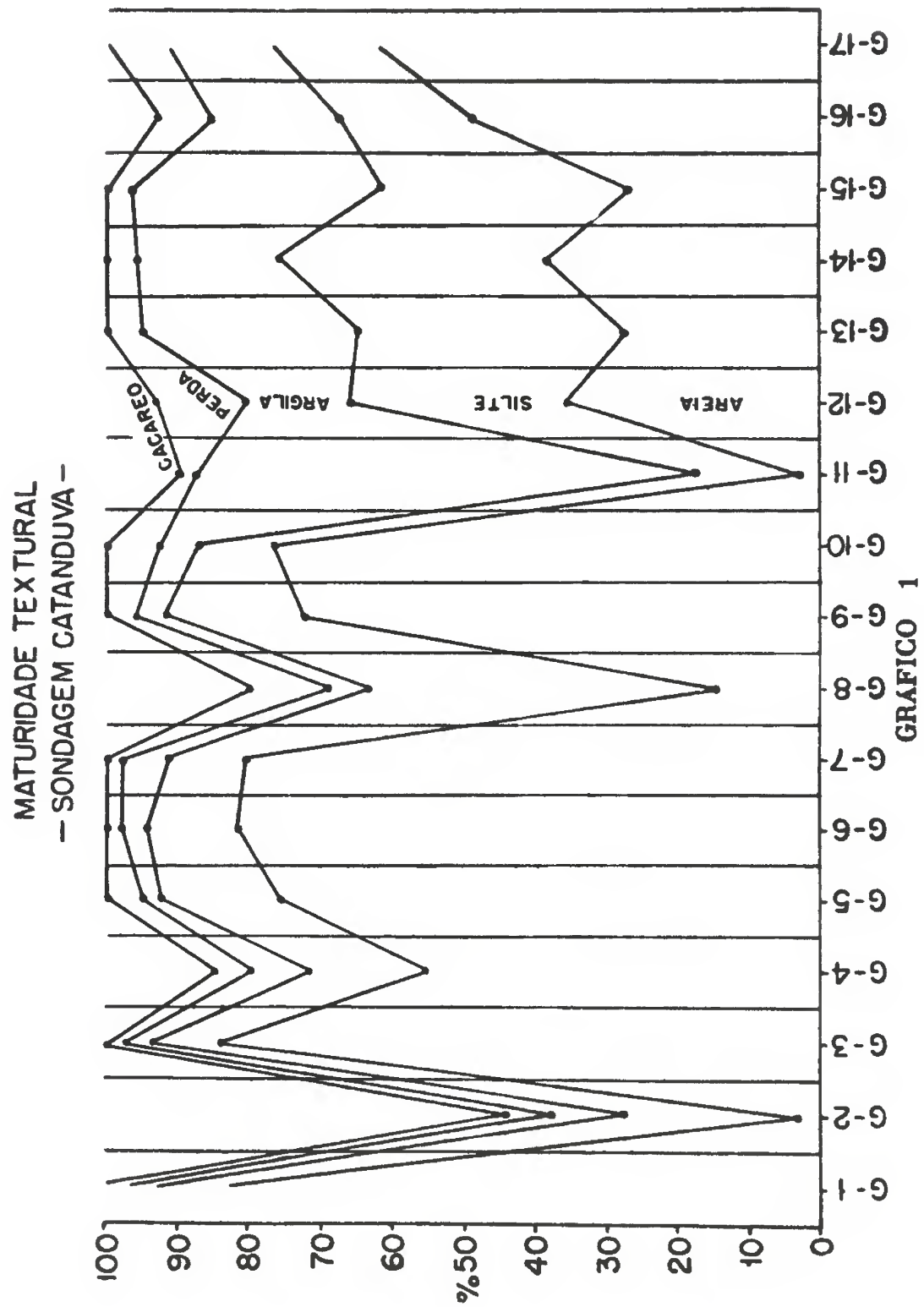
O sedimento contém considerável argila e mica fina. A fração não argilosa é pobremente selecionada e os grãos são angulares. O primeiro estágio passa ao segundo quando o sedimento contém menos de 5% de argila detrital. A sericita e as micas finas com menos de 0.030mm são texturalmente consideradas argilas.

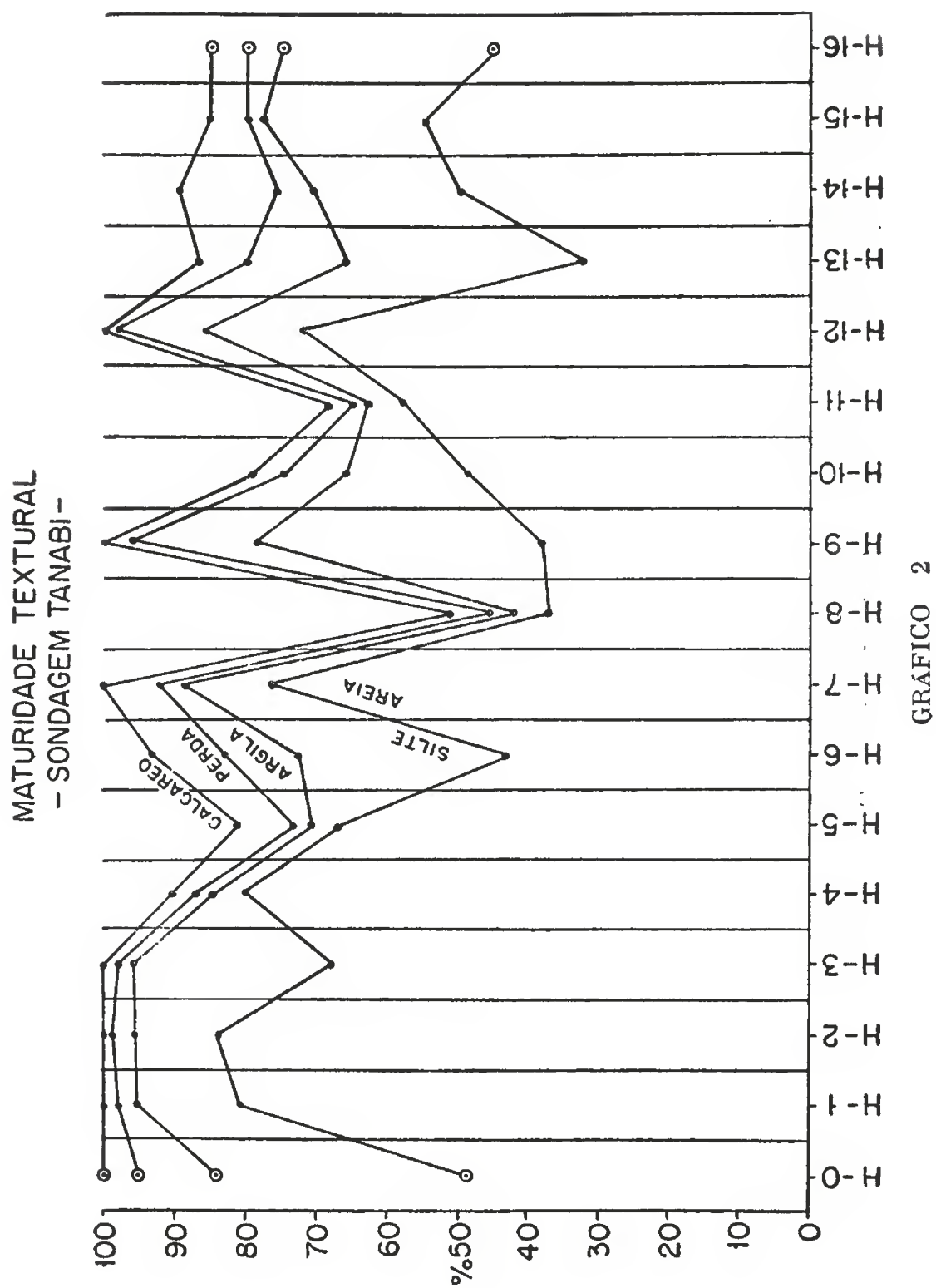
2.º estágio: SUBMATURO

O sedimento contém muito pouco ou nenhuma argila, mas a fração silte e areia, ou mesmo cascalho, é ainda pobremente selecionada, com grãos angulares. O estágio segundo passa ao terceiro quando o sedimento atinge um valor de S_o menor que 1.30.

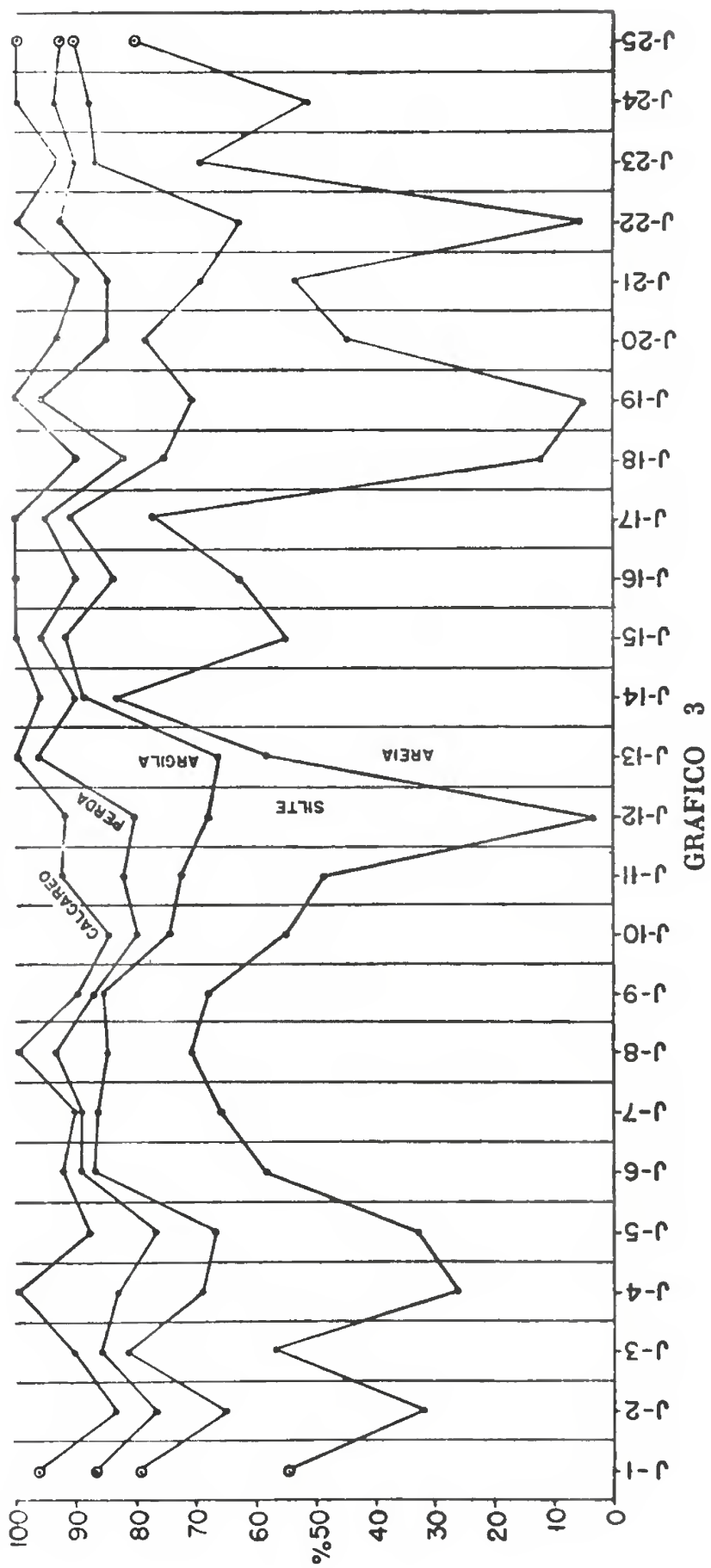
3.º estágio: MATURO

O sedimento não contém argila, é bem selecionado, porém o arredondamento é sub-angular. O estágio terceiro passa ao quarto quando os





MATURIDADE TEXTURAL
- SONDAGEM JALES -



MATURIDADE TEXTURAL
— SONDAGEM LINS —

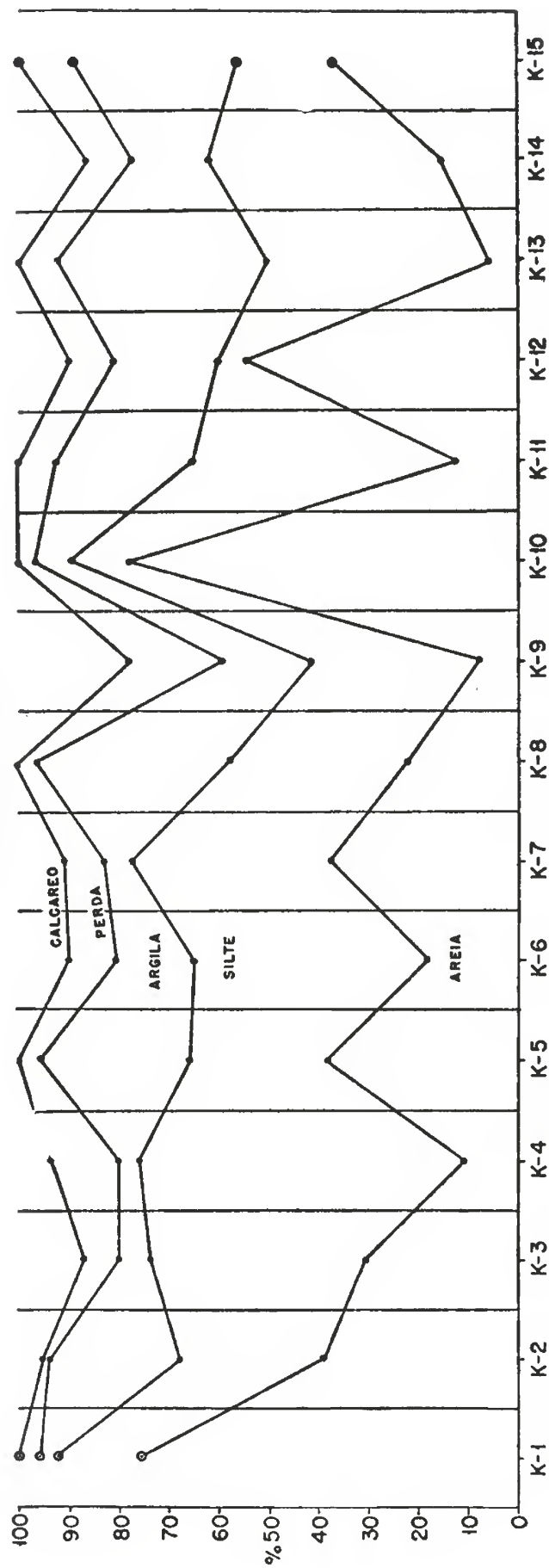


GRAFICO 4

MATURIDADE TEXTURAL
— SONDAGEM MARILIA —

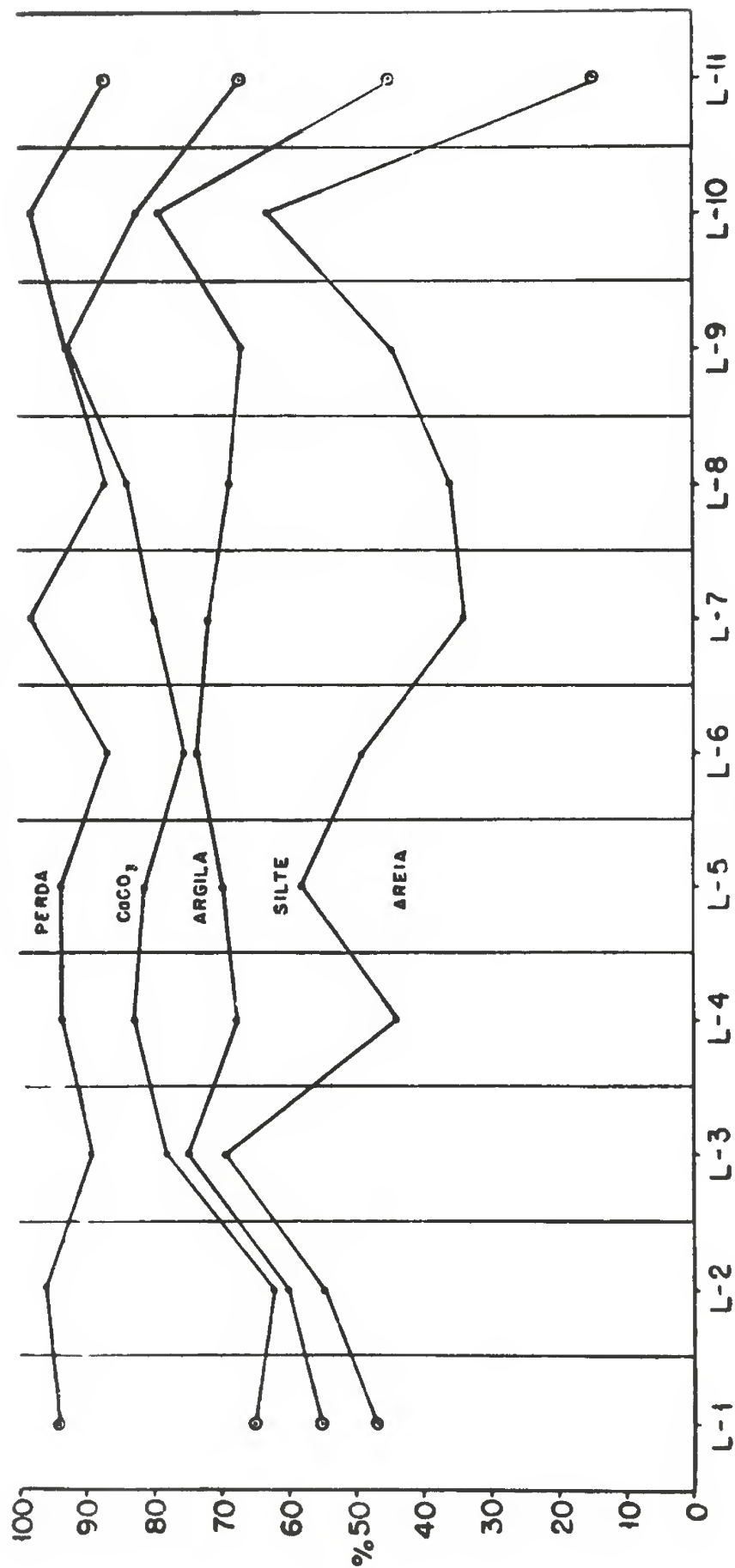


GRAFICO 5

grãos de quartzo atingem um arredondamento de 0.50, usando-se a carta comparativa de KRUMBEIN (36).

4.º estágio: SUPERMATURO

O sedimento não contém mais argila; é bem selecionado. Os grãos são bem arredondados. Este é o fim do ciclo.

Os gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 referem-se a aplicação deste conceito às rochas da série Bauru, nas sondagens.

A passagem de um estágio ao outro na marcha do ciclo depende da energia aplicada ao veículo. A remoção da argila requer pouca energia; uma boa seleção já demanda uma energia forte e o aprimoramento do grau de arredondamento de muito mais energia.

Segundo FOLK (14) a aplicação da energia resulta da subsidência da área de sedimentação. Subsidência rápida acarreta falta de tempo e de energia para remover a argila como diluente textural, conduzindo à deposição de argilitos, folhelhos silticos ou arenosos e arenitos argilosos imaturos. Ao contrário, subsidência lenta oferece tempo suficiente e energia bastante para uma completa modificação textural e os depósitos consistem em folhelhos bem selecionados, folhelhos silticos e arenitos maduros bem selecionados. A energia aplicada tem tempo para decompor texturalmente o sedimento separando os seus componentes da textura argila, silte e areia em rochas individuais.

No caso dos sedimentos da série Bauru, segundo os gráficos de 1 a 5, apura-se que as fases texturais ainda estão misturadas. Os argilitos possuem frações silte e areia, os siltitos frações argila e areia, e os arenitos frações silte e argila, estando texturalmente todos os componentes na fase imatura ou submatura do ciclo textural de FOLK (14).

1.º — AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE

Com referência aos arenitos há 3 imaturos e 14 submaturos. Dos siltitos existem 4 imaturos.

2.º — AMOSTRAS DE SONDAGEM SEM COTA

Verificamos haver 2 siltitos imaturos, 2 arenitos imaturos e 2 arenitos submaturos.

3.º — AMOSTRAS DE SONDAÇÃO COM COTA

Segundo os dados expostos no quadro XIV os arenitos imaturos predominam sobre os submaturos e os siltitos são todos imaturos. Os argilitos são imaturos porque as frações silte e areia não puderam ser extraídas. Averigua-se que os arenitos submaturos ocupam geralmente as partes mais elevadas do perfil, enquanto os imaturos tem uma tendência a se alojar nas partes inferiores da coluna. No conjunto existe uma alternância de fases imaturas com submaturas.

A presença de termos submaturos e imaturos, perfilhando-se o critério de FOLK (14), indicaria uma subsidência moderada para a área da sedimentação, a qual impediria a remoção da argila da textura dos sedimentos devido ao sucessivo sepultamento das camadas inferiores por novas produzidas pela subsidência progressiva da bacia. KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 355) admitem sempre para tais áreas uma subsidência entrecortada por fases ou intervalos de relativa estabilidade.

d) TEOR DE CALCÁREO

Grande parte dos sedimentos, segundo KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 67), é composta de uma parte clástica e outra não detrital, esta geralmente autógena e gerada nos sítios da deposição. Para o caso de sedimentos clasto-calcáreos, como a maioria das rochas da série Bauru, esses autores (38, p. 140) emitem a opinião de que a parte clástica representa a fase de subsidência e a calcárea a fase de pequena contribuição detrital, fato em que as relações entre a textura argila e o teor de calcáreo parecem se ajustar.

1.º — DETERMINAÇÃO DO TEOR

Este autor adotou o processo preconizado por PETTIJOHN (52, p. 441), com excelente resultado. A determinação foi feita com amostras de 100 gramas, retirando-se depois a perda carbonática por pesagem, sobrando enfim a parte clástica que não foi recalculada a 100%. Desta maneira o teor de calcáreo e a parte clástica representam as percentagens reais em que ocorrem na rocha.

2.º — AMOSTRAS DE SONDAÇÃO COM COTA

Na sondagem de Catanduva (gráfico 1) a proporção é de 6 amostras calcáreas para 11 clásticas. Não existe relação entre a profundi-

QUADRO XIV

MATURIDADE		CATANDUVA	TANABI	JALES	LINS	MARILIA	SOMA
ARENITO	IMATURO	8	5	9	5	5	32
	SUBMATURO	4	10	9	1	4	28
SILTITO	IMATURO	4	2	7	8	2	23
	SUBMATURO	0	0	0	0	0	0
ARGILITO	IMATURO	1	0	0	1	0	2
	TOTAIS	17	17	25	15	11	85

MATURIDADE TEXTURAL DAS AMOSTRAS DE SONDAGEM

dade da amostra no perfil e o seu teor em CaCO_3 . Desconhecemos qualquer ligação entre a granulação, textura e o teor de calcáreo. A parte clástica tem suas características independentes da parte calcárea.

Nas demais sondagens as relações proporcionais são as seguintes:

Tanabí:	10	amostras	calcáreas	para	7	clásticas.	Gráfico	2
Jales:	15	"	"	"	10	"	"	3
Lins:	8	"	"	"	7	"	"	4
Marília:	10	"	"	"	1	"	"	5

3.º — AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE

Consistem em 19 membros calcáreos contra 6 exclusivamente clásticos. Esta predominância foi acentuada por uma coleta seletiva; o material de superfície foi amostrado de saliências topográficas, verdadeiros resíduos devidos a erosão diferencial produzida pela maior resistência das rochas com cimento calcáreo.

4.º — DISCUSSÃO

Um balanço no teor de calcáreo mostra maior número de rochas com cimento calcáreo sobre o de rochas exclusivamente clásticas, com cimento argiloso. O cimento calcáreo ocupa os espaços entre os grãos clásticos sob a forma de calcita anedrica maciça. Também ocorrem cristais desenvolvidos, porém anedricos, a nosso ver produzidos secundariamente pela recristalização a partir de soluções calcáreas percolantes.

O cimento calcáreo em parte recristalizou-se por diagnese comprimindo a parte clástica, acarretando um empacotamento mais fechado dos grãos clásticos. A rocha torna-se então mais dura e compacta, e o seu afloramento tem notável influência na topografia sobre a série Bauru produzindo escarpas pelo mecanismo da erosão diferencial.

Examinando-se o gráfico 1, sondagem de Catanduva, ressalta um fato importante na sua construção: — a faixa da textura argila é larga de G-17 a G-10, diminuindo a poucos por cento para o topo do perfil. na parte inferior e aumenta muito na parte superior. Relacionando-se Ao contrário, a faixa do calcáreo, sem ser contínua no perfil, é pequena este fato com o teor de argila verifica-se que o carbonato de cálcio é antipatético à curva da argila nesta sondagem. A textura silte acom-

panha simpateticamente a textura argila, denotando que ambas se sujeitam ao mesmo controle físico da sedimentação. Já a textura areia é antipatética à textura silte e argila, bem como à calcárea. Isto seria justo se esperar porque as condições favoráveis para textura areia se depositar são opostas às das texturas silte, argila e calcáreo.

Na sondagem de Tanabí, gráfico 2, observam-se as mesmas características de simpatia e antipatia das texturas areia, argila e silte, com relação ao calcáreo e entre si. Entretanto a textura areia, em algumas amostras, como H-5 e H-15, é simpatética ao teor de calcáreo; quanto isto acontece a rocha é texturalmente sub-matura com insignificante teor de argila. A argila aparece como principal antagonista do teor de calcáreo, de modo que a sua diminuição causou o aumento do teor de calcáreo irrespectivamente ao teor da textura argila.

Na sondagem de Jales, gráfico 3, torna-se evidente que a textura areia é antipatética à argila e silte; quanto ao calcáreo há antipatia, porém quando a textura argila diminui muito de teor desaparece essa antipatia e a areia passa a ser simpatética ao calcáreo.

Na sondagem de Lins dominam a faixa silte e a argila na textura. A textura areia é antipatética às texturas argila e silte; a textura argila sempre antipatética ao teor de calcáreo. No conjunto a textura areia é antipatética ao teor de calcáreo, como demonstra o gráfico 4.

A sondagem de Marília, gráfico 5, apresenta a faixa textural arenosa dominante ao longo de todo o perfil, com exceção de L-7 e L-11 (siltitos). O calcáreo ocorre em toda a amostragem, com exceção de L-9, sendo antipatético à argila. A textura areia continua antipatética às texturas silte e argila.

Verifica-se que em pontos geográficos diferentes, como os das sondagens assinaladas e analisadas, o comportamento da composição textural em relação ao teor de calcáreo é idêntico não só em área como em vertical.

A antipatia da argila para com o calcáreo comporta uma explicação razoável; acreditamos que o calcáreo responde a um controle climático, depositando-se na estação seca quando também diminui a carga sólida e as águas tornam-se quedas. A quietude da água nas lagoas e planas de inundação durante a estação seca permite o veículo desembaraçar-se da parte fina clarificando o meio. Sobrevém, então, a evaporação e conseqüente início da sedimentação química. Naturalmente

deve haver uma interdigitação entre o fim de uma estação e o começo de outra.

MORES REGO (49) observara esta antipatia entre o teor de calcáreo e a textura argila por meio de métodos empíricos, sem porém oferecer nenhuma explicação para o fenômeno.

A antipatia notada entre a fração silte e a argilosa para com a areia seria lícito se esperar, dado que as condições físicas da sedimentação são evidentemente diferentes para a textura areia de um lado e as texturas silte e argila de outro.

Graças à sua permeabilidade, arenitos e siltitos podem receber nos poros soluções calcáreas nas águas percolantes facilitando a cimentação por CaCO_3 . Os argilitos não possuem cimento calcáreo talvez pela natureza impermeável da rocha e pela sua antipatia ao carbonato de cálcio.

Verdadeiros calcáreos são esporádicos na série Bauru. MORAES REGO (49) (p. 243) cita três análises centesimais de calcáreos da série Bauru:

	I	II	III
SiO_2	3.60	7.90	13.00
$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$...	1.60	1.60	1.40
CaCO_3	75.39	86.92	81.25
MgCO_3	19.69	3.64	4.39

I — Paineiras, MG. II — Mangabeira, MG. III — Agudos, SP.

e) COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

A sistemática das rochas sedimentares clásticas ou clasto-químicas baseia-se em três caracteres físicos. O primeiro, a textura, analisamos em capítulos precedentes. O segundo foi introduzido por FOLK (14) com o conceito de maturidade textural. Resta-nos abordar a composição mineralógica.

1.º — ANÁLISE QUANTITATIVA

Os minerais componentes dos sedimentos da série Bauru, excluídos os termos rudáceos, apresentam a seguinte proporção quantitativa:

QUARTZO	—	menos de	85%
FELDSPATO	—	menos de	5%
PESADOS	—	menos de	1%
OPACOS	—	menos de	1%
CaCO ₃	—	menos de	58%
ARGILA	—	menos de	70%

1 — *Minerais alotígenos**Fração Leve*

O principal componente é o quartzo, nunca ultrapassando 85% da composição mineralógica nas rochas analisadas. Apresenta-se com contorno sub-angular, a maioria dos grãos sem revestimento, com dimensões mais freqüentes entre 0,125mm — 0,062mm e 0,062mm — 0,031 mm de diâmetro.

O segundo componente em ordem decrescente de importância é a argila. Infelizmente não pudemos contar com a determinação destas argilas.

O feldspato ocorre subsidiariamente, geralmente bem presservado e, quando alterado, não muito intensamente. As espécies determinadas são ortoclásio, microclínio e plagioclásios, predominando em algumas sondagens os tipos alcalinos e em outras os soda-cálcicos.

A presença de feldspato relativamente bem conservado suscita um velho problema do clima na área de alimentação da sedimentação. A concepção antiga admitia como condição "sine qua non" clima árido ou glacial, condições estas continentais extremadas, para explicar a existência de feldspato como constituinte alotígeno fresco dos sedimentos. Estudos mais recentes de KRYNINE (39) modificaram esta presunção ao encontrar feldspato fresco em arcósis originados em condições tropicais quentes e úmidas no México. Os estudos de arcósis antigos provaram que tais rochas não constituem produto de climas continentais extremados e rigorosos; a mistura de feldspato fresco com cris-

tais enevcados, com pouca alteração, exprime antes de tudo condições de erosão fluvial efetuada em antiplanos sujeitos a clima quente e úmido, sobre rochas contendo feldspato como elemento mineralógico essencial.

A mica apresenta-se como componente relativamente raro, geralmente muscovita e clorita. A biotita cinge-se ao sequito pesado.

A parcimoniosa ocorrência da mica, do feldspato, ao lado da alta quantidade de argila fala a favor de um clima com forte intemperismo químico na área de produção do sedimento, capaz de alterar tais silicatos em componentes químicos e mineralógicos mais simples do tipo argila.

Fração Pesada

As rochas da série Bauru apresentam notável variedade de minerais pesados.

i) Amostras de superfície e de sondagem sem cota

A tabela 17 exprime a análise quantitativa das amostras de superfície e de sondagem sem cota, incluindo o cimento do conglomerado M-10 e a amostra P-1. Os minerais mais freqüentes, pela ordem decrescente, são: turmalina, granada, pigeonita, biotita e estauroлита.

Esta associação defende sua origem em rochas metamórficas do embasamento cristalino e, secundariamente, em rochas basálticas (basalto, melafiro e diabásio).

As amostras "B" exibem como associação típica biotita, turmalina, granada, cianita, hornblenda comum, originadas portanto em rochas metamórficas. Faltam-lhes, na associação, minerais típicos de rochas ígneas ácidas e basálticas. Esta ausência poderia ser explicada por serem rochas do topo da série, quando as áreas de "trapp" necessariamente tinham que ser reduzidas pelo favor da erosão prévia e conseqüente gradação fluvial.

As amostras "C" exibem associação de turmalina, granada, hornblenda comum, estauroлита e tremolita, indicando proveniência de rochas altamente metamórficas.

As amostras "D", da mesma região de Monte Alto S. P., patenteam na associação pesada granada, turmalina, cianita e pigeonita. Neste caso

entra a contribuição basáltica, ao lado da metamórfica, na gênese do sedimento; o fato explica-se pela altitude inferior deste sítio de coleta em relação aos anteriores segundo o quadro III.

Nas amostras "B", "C" e "D" os acessórios mais comuns são a titanita e a monazita, que se ligam a rochas ígneas ácidas mais do que as metamórficas. A sua presença, graças ao seu grau de estabilidade, resulta de um processo seletivo do transporte. A apatita é rara e, secundariamente, a zirconita e o rutilo, todos de paternidade magmática ácida; o rutilo, entretanto, segundo MILNER pode provir também de gnais e eruptivas básicas.

Nas amostras "I" encontram-se associadas a granada e pigeonita como mais freqüentes, seguindo-se a hornblenda e turmalina, mostrando sua origem em rochas metamórficas principalmente.

As amostras "M" provieram de áreas de rochas metamórficas, apresentando a associação turmalina, granada, hornblenda.

As amostras "F", ao contrário, exibem associações de minerais pesados típicas de rochas basálticas como tributárias da sedimentação em maior escala, exibindo pigeonita, hornblenda e granada, secundariamente ocorrendo hornblenda basáltica. A pigeonita, porém, domina largamente sobre a granada e hornblenda.

A amostra "P" refere-se à "formação Caiuá". O resíduo pesado, muito monótono, revela essencialmente turmalina e estauroлита, dois minerais estáveis. Enfrentamos um sedimento composto de uma alta seleção qualitativa e quantitativa na sua fração pesada, muito distinto da série Bauru e do arenito de Botucatú.

A amostra "M-10" refere-se ao cimento de um conglomerado; seus minerais pesados são granada e hornblenda, característicos de uma contribuição metamórfica.

ii) *Amostras de sondagem com cota*

Na sondagem de Catanduva (Tabela 18) verifica-se que a amostra imediatamente sobre o basalto apresenta os minerais da fração pesada distribuídos na seguinte ordem: granada, pigeonita, turmalina e hornblenda. Nas demais, até "G-3", a seqüência compreende pigeonita, granada, turmalina e hornblenda. As duas últimas amostras, do topo do perfil, revelam novamente granada como espécie predominante. Este seqüito indica uma área de alimentação do sedimento compreendida em rochas

TABELA 17

ESPECIES	B-2	B-3	B-4	B-5	B-7	B-8	B-9	C-1	C-2	D-1	D-3	D-4	D-5	F-1A	F-2A	F-3A	F-1B	F-2B	F-3B	F-1	F-2	F-3	M-1	M-3	M-4	M-7	M-8A	M-8B	M-9	N-1	O-1	P-1	M-10	
TURMALINA	24	24	20	38	16	15	30	40	20	14	12	4	4	—	—	—	—	5	—	6	6	10	46	40	48	40	12	30	6	48	30	12	4	
GRANADA	12	10	20	10	16	20	10	20	30	28	52	20	20	5	6	10	5	10	12	50	32	42	16	10	4	14	32	20	34	8	—	—	60	
RUTILO	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	1	2	—	2	1	1	2	2	2	2	2	4	2	4	2	3	8	6	—	4	
ZIRCONITA	2	2	2	2	2	2	4	2	2	8	4	—	4	2	2	2	—	—	5	3	2	6	16	4	10	4	4	4	12	—	16	—	4	
MONAZITA	4	2	4	6	2	2	4	2	2	4	8	4	4	1	2	2	2	2	—	—	4	6	20	10	8	18	8	4	3	—	—	—	8	
PIGEONITA	—	—	—	—	—	10	—	—	—	10	4	4	4	69	70	60	64	70	74	16	28	20	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	
HORNBLENDA	2	—	4	4	20	10	—	10	20	—	—	4	—	10	10	12	17	6	5	10	10	16	2	10	16	6	20	22	18	8	—	—	16	
HORNBLENDA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
BASALTICA	2	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	2	6	—	—	4	4	2	6	4	8	—	8	4	12	24	18	—	—	
CIANITA	10	20	—	14	10	4	15	—	—	20	12	24	20	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	4	—	2	3	—	—	—	—	
ESTAUFOLITA	—	—	—	—	4	—	5	20	4	4	—	32	32	5	—	10	—	—	—	4	—	—	2	4	4	4	—	2	6	—	12	88	—	—
EPIDOTO	—	—	—	—	4	—	1	2	4	4	4	—	4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ZOIZITA	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TREMOLITA	—	—	—	—	—	2	4	—	10	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
TITANAUGITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
APATITA	—	—	—	—	4	4	4	2	6	6	—	4	—	1	2	2	4	6	2	5	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DIALAGIO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BIOTITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BIOTITA	42	40	40	30	20	25	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	8	—	—	4	6	—	4
TITANITA	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	2	3	—	—	—	—	—

FREQUÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS — AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE E DE SONDAJENS SEM COTA

TABELA 18

ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TURMALINA	4	4	1	4	4	4	3	4	4	12	7	5	5	8	8	7	10
GRANADA	60	52	21	16	18	15	12	10	6	18	15	17	10	8	10	16	40
RUTILO	3	4	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
ZIRCONITA	3	2	1	2	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	2	1	2
MONAZITA	2	3	1	2	2	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2
PIGEONITA	10	12	70	62	65	63	60	65	60	58	66	60	70	68	62	59	23
HORNBLENDA	4	7	1	4	4	7	3	6	3	3	2	6	6	4	4	6	4
HORNBLENDA																	
BASALTICA	2	—	—	2	2	4	3	3	2	1	3	3	3	2	2	2	3
CIANITA	—	—	—	—	1	—	—	—	5	—	2	—	—	—	—	—	—
ESTAUFOLITA	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1
EPIDOTO	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	—	1	3	3	—
ZOIZITA	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3
TREMOLITA	2	2	1	2	1	1	3	5	3	1	—	1	1	1	—	2	—
ENSTATITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
SILIMANITA	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
APATITA	4	1	1	2	—	—	3	—	3	1	1	2	1	1	—	—	2
TITANITA	—	4	1	2	—	1	1	—	—	1	1	—	1	2	3	1	1
BIOTITA	—	8	—	—	1	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	2
TITANAUGITA	—	—	—	—	—	—	5	3	—	—	—	—	—	1	1	1	1

FREQÜÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS SONDAGEM DE CATANDUVA

TABELA 19

ESPECIES	0	1	2	3	4	5	6	7	8A	8B	9	10	11	12	13	14	15
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TURMALINA	2	2	4	5	2	10	2	—	2	2	—	1	—	—	1	—	—
GRANADA	70	65	45	10	16	49	25	21	23	27	20	12	18	8	15	8	16
RUTILO	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	2	1	2	2	—	2
ZIRCONITA	1	3	1	1	1	1	—	3	1	2	1	—	—	—	1	—	—
MONAZITA	1	3	1	1	1	1	1	—	1	2	—	—	1	2	2	2	—
PIGEONITA	11	—	32	66	59	21	60	54	55	39	59	67	60	70	65	65	50
HORNBLENDA	8	20	9	6	4	10	3	7	3	15	9	7	8	9	6	4	8
HORNBLENDA																	
BASALTICA	1	1	3	2	11	3	4	7	10	4	9	6	8	9	8	21	23
CIANITA	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESTAUFOLITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
EPIDOTO	2	1	1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
ZOIZITA	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TREMOLITA	—	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
APATITA	1	1	1	1	1	—	—	4	—	4	—	—	3	—	—	—	—
TITANITA	2	1	1	1	1	1	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
BIOTITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
TITANAUGITA	—	—	—	1	—	1	1	1	1	—	—	4	—	—	—	—	1

FREQÜÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS — SONDADEM DE TANABI

TABELA 20

ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
TURMALINA	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GRANADA	3	9	8	17	9	6	3	4	3	20	5	4	7	10	1	8	4	3	1	12	40	4	6	4	17
RUTILO	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	—	—
ZIRCONITA	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1	—
MONAZITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
PIGEONITA	11	25	53	20	65	60	40	40	50	70	54	34	70	60	64	55	80	78	67	79	45	50	70	74	61
HORNBLENDA	3	1	5	6	3	1	5	2	9	1	1	2	2	—	7	2	3	9	5	3	7	4	3	5	3
HORNBLENDA	78	60	30	50	20	30	49	50	34	6	37	45	19	20	25	32	8	5	22	4	17	38	18	14	17
BASALTICA	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CIANITA	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESTAUFOLITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BIOTITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2	1	1	—
TITANAUGITA	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	1	3	2	2	1	1	1	1	1	2

FREQUÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS — SONDADE DE JALES

metamórficas e básicas magmáticas (basálticas.) Entretanto, os acessórios, tais como apatita, titanita, rutilo e zirconita exprimem contribuição de rochas magmáticas ácidas, embora o rutilo seja ubíquo até certo ponto. Os demais acessórios, estauroлита, sillimanita, epídoto e zoisita reforçam o alto grau de fornecimento metamórfico sobre o ígneo ácido. Os minerais da seqüência indicam origem em rochas do escudo brasileiro e em rochas do "trapp" do Paraná.

A assembléia dos minerais pesados da sondagem de Tanabí, tabela 19, mostra dois fatos. Primeiramente a predominância incontestável da pigeonita no conjunto, indicando implicitamente maior contribuição das rochas basálticas. Secundariamente averigua-se um aumento da quantidade de pigeonita e hornblenda basáltica do topo do perfil para a sua base, acompanhada inversamente de uma diminuição correspondente da granada e hornblenda comum. Este fato documenta uma sedimentação iniciada com maior contribuição de rochas basálticas e a medida da marcha do processo foi havendo progressiva diminuição desta fonte a favor da alimentação dada pelas rochas cristalinas metamórficas do escudo. Entretanto, a contribuição metamórfica não excedeu a basáltica. Minerais como estauroлита e cianita são raros; ao passo que zirconita, monazita, apatita, zoisita e titanita indicam proveniência magmática.

A tabela 20 refere-se à freqüência dos minerais pesados na sondagem de Jales. Dominam a pigeonita e a hornblenda basáltica na assembléia, minerais característicos de rochas basálticas. Existe granada, e a turmalina ocorre nas partes altas do perfil, mostrando contribuição parcimoniosa de rochas metamórficas. A seqüência dos minerais repete o caso da sondagem de Tanabí onde a contribuição basáltica decresce de baixo para cima, sem porém perder sua latitude de importância.

A freqüência dos minerais pesados na sondagem de Lins, tabela 21, indica um decréscimo da contribuição basáltica de baixo para cima, como nas sondagens anteriores. Qualitativamente apresenta menor variedade de minerais pesados, cerca de 14 contra 17 e 19 das sondagens de Tanabí e Jales. Este fato parece coincidir com a predominância de termos texturais silticos, de sorte que o equivalente hidráulico destes minerais pesados em relação aos leves, seria um fator seletivo na qualidade e quantidade.

A sondagem de Marília, tabela 22, exhibe alto teor de pigeonita e hornblenda basáltica em toda a coluna. Entretanto tem a peculiaridade de exhibir minerais de proveniência de rochas metamórficas continuamente

ao longo de todo o perfil, como a granada e turmalina. Este fato coincide com a textura areia dominante, de modo que os minerais pesados geneticamente estão relacionados com a textura, por um mecanismo hidrodinâmico correspondente.

TABELA 21

ESPÉCIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TURMALINA	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GRANADA	5	3	7	3	9	4	5	1	5	30	4	24	1	—	8
RUTILO	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
ZIRCONITA	5	4	5	4	1	1	1	1	1	1	—	—	1	1	—
MONAZITA	4	1	1	1	1	1	—	—	4	1	—	—	1	1	—
PIGEONITA	66	64	70	74	69	85	74	87	58	55	89	65	89	92	76
HORNBLENDA															
BASÁLTICA	9	18	7	8	16	2	9	4	7	10	3	9	2	2	12
CIANITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
ESTAUFOLITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—
APATITA	5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
ENSTATITA	—	—	—	1	—	1	8	3	—	—	1	—	—	—	—
BIOTITA	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
TITANAUGITA	—	1	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—
HORNBLENDA	4	7	8	7	2	6	2	3	23	1	2	—	6	3	3

FREQUÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS SONDADEIRA DE LINS

Do exame das assembléias dos minerais pesados nestas cinco sondagens chega-se à conclusão de que o sedimento da série Bauru tem sua origem preponderante em rochas basálticas e subsidiariamente em rochas metamórficas e ígneas ácidas do embasamento. A contribuição basáltica foi mais ponderável e a do embasamento mais seletiva; a basáltica

mais efetiva nas partes baixas dos perfis de sondagem e a do embasamento cresceu para o topo.

Cumprе notar que a hornblenda comum aumenta de frequência quando diminui a pigeonita, funcionando aquele mineral como um ponteiro da alimentação basáltica. A zirconita monazita e apatita ocorrem ao longo do perfil mostrando que o embasamento ofereceu sua contribuição permanente, embora variável em quantidade.

TABELA 22

ESPÉCIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TURMALINA	9	1	10	3	6	—	3	3	2	3	3
GRANADA	15	12	10	26	2	2	1	4	5	3	49
RUTILO	2	—	—	2	1	—	1	2	—	1	—
ZIRCONITA	12	1	4	6	6	1	1	5	2	1	3
MONAZITA	4	1	1	—	5	—	1	3	2	2	2
PIGEONITA	20	72	65	29	66	82	72	32	70	76	20
HORNBLENDА	3	—	—	—	—	4	1	4	6	1	6
HORNBLENDА BASÁLTICA	30	13	10	33	10	8	20	46	11	12	3
CIANITA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
ESTAUROLITA	5	—	—	—	3	3	—	—	1	—	10
APATITA	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—
TITANITA	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1

FREQUÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS
SONDAGEM DE MARÍLIA

Parece-nos uma novidade a afirmação da preponderância da área de alimentação basáltica nos sedimentos da série Bauru. Este fato indica que grandes extensões de "Trapp" se achavam a descoberto, em exposição ao intemperismo e erosão, ao mesmo tempo que nega uma co-

bertura supra-basáltica que evidentemente protegeria a lava basáltica e impediria sua contribuição na sedimentação da série Bauru. A classe do resíduo pesado do sedimento da série Bauru afasta a contribuição de sedimentos prévios, pois as rochas dessa série não são constituídas de sedimentos retrabalhados. Por outro lado, descançado os perfis de sondagem diretamente sobre o "trapp", não há possibilidade estratigráfica para intercalar uma formação intermediária entre a série Bauru e o lençol superior do "trapp" do Paraná.

Fração opaca

Não foi determinada.

2 — Minerais autígenos

i) Calcita

Ocorre informe, cimentando os grãos clásticos da rocha. Em algumas amostras aparecem cristais milimétricos, possivelmente originários de uma recristalização secundária.

A alteração química dos feldspatos e dos piroxênios e anfibólios na área de alimentação responderia pelo carbonato de cálcio mobilizado no transporte do sedimento da série Bauru; a calcita dos geodos de basalto do "trapp" do Paraná poderia entrar como contribuinte de menor significação.

ii) Siderita

Ocorre em muito pequena quantidade, informe, compondo parte do cimento das rochas. Foi determinada pelo sulfocianeto de potássio que imprime uma coloração sanguínea ao material, mesmo em se tratando de teor insignificante.

3 — Granulação

Os minerais leves concentram-se nas granulações de 1/8 a 1/16mm e 1/16 a 1/32mm; os pesados geralmente ficam na classe 1/16 a 1/32mm.

Em algumas amostras a granulação fica compreendida entre 1/32 e 1/64mm para os minerais pesados, como J-4, J-18, J-19, J-22, J-24, K-1,

K-2, K-3, K-4, K-6, K-7, K-8, K-11, K-13, K-14, K-15, L-6, L-7, L-8, G-13, H-12. Existe uma coincidência entre a granulação dos pesados e a fração textural mais freqüente da rocha; os siltitos abrigam minerais pesados classificados entre 1/32 e 1/64mm com maior freqüência e os arenitos os entre 1/16 e 1/32 mm. Infere-se, com propriedade, que os minerais pesados obedecem a uma equivalente hidráulico à textura dos leves. Diminuindo a competência do veículo, tanto a textura dos minerais leves como a dos pesados diminuem proporcionalmente de tamanho na razão das densidades.

2.º — ANÁLISE QUALITATIVA

1 — Resistência física

A abrasão de um mineral não é uniforme para tôdas as espécies durante o transporte; a presença ou ausência de um determinado mineral no sedimento não é somente controlada pela fonte do material como também pelo rigor e extensão do transporte. Podemos citar, segundo PETTIJOHN (54, p. 415), as vicissitudes do transporte estudadas por FRIESE e THIEL. Embora sejam escalas de resistência abrasiva ao transporte obtidas experimentalmente achamos que seus efeitos possam ser estendidos "mutatis-mutandis" aos sedimentos naturais do passado e do presente.

As escalas de FRIESE e THIEL são semelhantes no conjunto. A escala de THIEL abrange a seguinte gradação do menos ao mais resistente: barita, siderita, fluorita, goethita, enstatita, cianita, bronzita, hematita, augita, apatita, espodumênio, hiperstênio, dialagio, rutilo, hornblenda, zirconio, epídoto, granada, titanita, estaurolita, microclínio, turmalina e quartzo. Comparando-se tais minerais com os resíduos pesados e os minerais leves da série Bauru, verifica-se que há abundância de minerais moderadamente resistentes à abrasão do transporte no sedimento da série Bauru, como a augita (pigeonita), cianita, rutilo e hornblenda basáltica. No mais, a escala de abundância nos sedimentos da série Bauru se fixa nos minerais mais resistentes à abrasão.

Acreditava-se que os piroxênios, anfibólios e feldspatos eram rapidamente eliminados no transporte. Estudos recentes de RUSSELL, citado por PETTIJOHN (54, p. 417), em sedimentos do rio Mississipe, mostraram que o feldspato e os piroxênios sofrem pequena abrasão no

transporte e não são em hipótese alguma eliminados pelo desgaste. As variações em classificação granulométrica, segundo PETTIJOHN & RIDGE, citado por PETTIJOHN (54, p. 417) são devidas a um mecanismo natural de seleção do transporte, e não a uma usura. Uma vez em transporte o mineral tem pouca chance de se alterar quimicamente, de modo que o desgaste é exclusivamente físico.

A presença de pigeonita no equipamento mineralógico da série Bauru indica um transporte curto, pois esta espécie sendo moderadamente estável ao desgaste ocorre como principal componente dos sedimentos, na fração pesada. O quartzo, naturalmente por ser o mais resistente, é o componente mais abundante.

2 — Resistência química

A resistência química dos minerais durante o transporte é pouco afetada ou mesmo praticamente desprezível. Podemos comprovar esta afirmação examinando minerais instáveis e moderadamente estáveis quimicamente que ocorrem com abundância no sedimento da série Bauru como a pigeonita, feldspatos, hornblenda basáltica e mica biotita. A resistência química desigual dos minerais que compõem os sedimentos da série Bauru não foi afetada pelo transporte; o equipamento mineralógico em qualidade e quantidade foi regulado pela resistência química na área de produção do sedimento e não governado pelo transporte subsequente aos sítios de deposição da série Bauru.

3 — Nomenclatura

Nas classificações modernas das rochas sedimentares não só princípios petrográficos como também geológicos são envolvidos. Podemos citar: 1) princípio da terminação, 2) princípio da textura e 3) princípio tectônico. O primeiro refere-se à mistura de membros clásticos, químicos e orgânicos em suas proporções. O segundo, a textura, já foi abordado incluindo a maturidade textural. O terceiro é um princípio geológico que trataremos oportunamente.

Do ponto de vista do princípio da terminação as rochas da série Bauru possuem três membros finais de terminação triangular segundo expressão do gráfico 6, tais como: 1 — quartzo, 2 — argila e 3 — carbonato de cálcio. Os sedimentos todos apresentam composição interme-

diária entre os membros finais CaCO_3 e quartzo, bem como entre quartzo e argila, porém nunca entre argila e CaCO_3 . Pela proporção dos componentes apura-se que as rochas são híbridas, não existindo nenhum termo com um único membro final puro. mesmo os argilitos contém quartzo. Tal verificação condiz com a maturidade textural averiguada para êstes sedimentos.

Voltando ao segundo princípio, — o da textura, já tratado, seria interessante expor a classificação textural da escola norte-americana que arranja os arenitos segundo a segregação dos membros finais em combinação com a textura. Co-existem três terminologias principais para os arenitos: 1 — a de KRYNINE (43), PETTIJOHN (54) e KRUMBEIN & SLOSS (38). Adotando-se a sistemática de KRUMBEIN a família dos arenitos pode ser dividida em: 1 — arenito quartzoso, 2 —

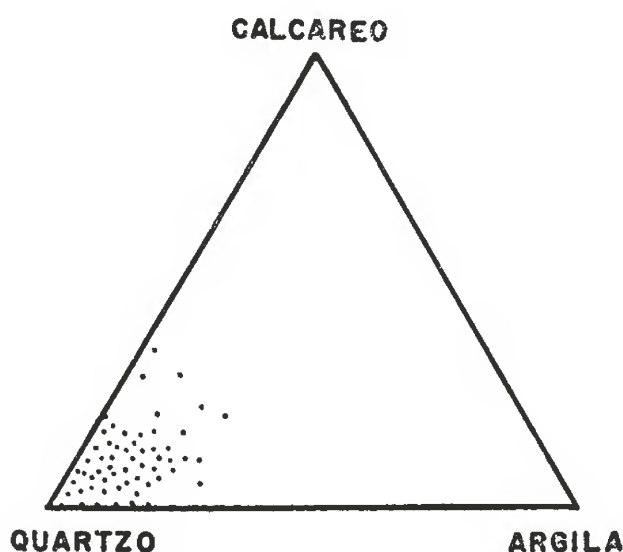


GRAFICO 6

PROPORÇÃO DOS MEMBROS COMPONENTES
AMOSTRAS DE SONDAGENS

arenito feldspático, 3 — sub-grauvaque, 4 — grauvaque e 5 — arcósio. Transportando-se êste critério binômico para os sedimentos arenosos da série Bauru verifica-se que todos se enquadram no tipo sub-grauvaque.

No caso da sistemática dos sedimentos da série Bauru êste autor adota o princípio da textura em primeiro lugar; rochas cuja textura predominante é a areia são classificadas em arenitos, as de dominante silte são siltitos e as de argila são argilitos. Secundariamente o princípio da maturidade textural segundo a mistura das texturas argila, índice

do coeficiente de seleção e arredondamento dos grãos de quartzo. Em segundo lugar o princípio dos membros finais, classificando-se os arenitos e siltitos em arenitos calcáreos, siltitos calcáreos ou arenitos argilosos e siltitos argilosos; os argilitos em argilitos arenosos ou argilitos silticos. Não ocorrem argilitos calcáreos ou calcáreos argilosos. Esta classificação refere, naturalmente, a sedimentos não rudáceos.

A imaturidade textural e a área de deposição da série Bauru satisfazem plenamente as condições postuladas por KRUMBEIN (38) para os seus sub-grauvaques.

Não seria oportuno e nem constitui intenção do autor criticar os fundamentos da nomenclatura norte-americana. Seria interessante, porém, tornar claro que tais sistemas de classificação de rochas sedimentares surgiram da experiência e estudos em áreas de orogênese, em regiões de alta mobilidade crustal, em contraste com o ambiente tectônico e os elementos tectônicos do Brasil, onde agiram forças de natureza epeirogênica. Falta-lhes experiência em fenômenos de sedimentação em áreas de rigidez tectônica, de modo que seria não muito ortodoxo enquadrar as características das rochas sedimentares brasileiras nas oferecidas pelos tratadistas norte-americanos.

Quanto ao último princípio, — o tectônico, versaremos no capítulo sobre o controle tectônico da sedimentação.

B — PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SEDIMENTOS

São definidas por certas qualidades ou atributos do sedimento tais como arredondamento, porosidade, cor, densidade e permeabilidade, sem nenhuma significação sistemática.

a) ARREDONDAMENTO

Não apenas o tamanho dos grãos assume importância em uma rocha clástica, mas o contorno e o grau de arredondamento implicados em qualquer grão. Entende-se por contorno a forma do grão e como arredondamento o seu grau de esfericidade em relação à angularidade da forma. Contorno e arredondamento são variáveis independentes.

Segundo RITTENHOUSE (57) o contorno pode ser definido por uma relação entre a largura, comprimento e altura do grão; a sua expressão pode ser qualitativa, mediante simples inspeção visual do grão

e comparação com padrões gráficos. De acôrdo com o critério de RITTENHOUSE (57), o contôrno dos grãos dos arenitos e siltitos é nitidamente sub-angular.

Na determinação do arredondamento, ao contrário, foram escolhidos métodos quantitativos, recaindo a seleção no de WADELL (68), por ser adotado no laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Existem outros métodos menos laboriosos, porém o de WADELL parece prover os melhores resultados na análise desta propriedade de massa do sedimento.

O arredondamento, o grau de angularidade das curvas do contôrno de um grão, indica que quanto menor a angularidade da forma das quinas tanto mais arredondado é o grão, narrando a história abrasiva durante o seu transporte. A outra propriedade de massa, — a esfericidade, não será abordada por não ter sido ainda a sua significação geológica bem conceituada.

A fórmula de WADELL utilizada foi a seguinte: $A = S(r/R)/N$.

1.º — AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE

A tabela 23 exprime os resultados do grau de arredondamento neste material, com uma amplitude de variação de 0.2 a 0.8 abrangendo 7 classes de índices. No cômputo dos índices mais freqüentes apura-se 3 amostras com 0.6, 12 com 0.5, 10 com 0.4 e 1 com 0.3. O índice mais freqüente é 0.5.

A amostra P-1 tem índice mais freqüente com o valor 0.4.

Os grãos maiores, de uma maneira geral, apresentam-se melhor arredondados que os menores. O índice 0.4 para a amostra P-1, formação Caiuá) não se coaduna com os índices peculiares aos depósitos eólicos, geralmente acima de 0.7.

2.º — AMOSTRAS DE SONDAGEM SEM COTA

Na tabela 23 averigua-se que, no total das 6 amostras dessa categoria, 5 apresentam a classe mais freqüente com o valor de 0.5. A amplitude varia de 0.3 a 0.7.

3.º — AMOSTRAS DE SONDAGEM COM COTA

Na sondagem de Catanduva o índice de arredondamento varia de 0.2 a 0.8, admitindo grande amplitude. A classe mais freqüente ora é 0.4 com 10 amostras ou então 0.5 com 5 amostras.

TABELA 23

INDICES		PERCENTAGES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0.8	B-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ARREDONDAMENTO PELO ÍNDICE DE WADELL — AMOSTRAS SUPERFICIAIS E DE SONDAGENS SEM COTA

Na tabela 25 verificamos os valores para a sondagem de Tanabí, variando de 0,2 a 0.8. A classe mais freqüente é a de índice 0.5 com 9 amostras.

A sondagem de Jales, tabela 26, tem a mesma amplitude de variação, de 0.2 a 0.8. A classe mais freqüente tem o índice 0.4 com 17 amostras. No conjunto os índices são baixos, denotando arredondamento imperfeito, em coincidência com o fato dêste material provir quase que exclusivamente da contribuição basáltica.

Na sondagem de Lins, tabela 27, a variação vai de 0.2 a 0.8. As classes mais freqüentes são 0.5 com 6 amostras e 0.4 também com 6 amostras.

Na sondagem de Marília, tabela 28, os índices variam de 0.2 a 0.8, recaindo a classe mais freqüente em 0.4 com 10 amostras, nas 11 do total do perfil.

TABELA 24

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—
0.7	7	7	—	20	7	—	—	20	7	13	—	—	—	13	7	—	7
0.6	—	7	20	—	7	—	26	26	27	13	27	—	5	7	—	26	13
0.5	32	27	20	34	32	7	28	28	13	21	52	27	35	27	52	20	32
0.4	34	46	53	7	27	66	19	20	33	40	21	66	45	33	21	20	34
0.3	27	13	7	32	20	27	27	6	20	13	—	7	10	13	13	28	7
0.2	—	—	—	7	7	—	—	—	—	—	—	—	5	7	—	6	7

ARREDONDAMENTO PELO INDICE DE WADELL
SONDAGEM DE CATANDUVA (G)

Este sedimento mal arredondado coincide também como na sondagem de Jales, com a predominância da contribuição basáltica.

4.º — DISCUSSÃO

A abela 29 resume as classes mais freqüentes no grau de arredondamento nas 5 sondagens estudadas. Os índices variam de 0.2 a 0.8,

com uma amplitude de 7 classes; os valores mais freqüentes colocam-se no grau 0.4. Segundo PETTIJOHN (54, p. 51) êste índice comina para os grãos dos sedimentos da série Bauru um arredondamento regular; são sub-arredondados os sedimentos com índice mais freqüente compreendido entre 0.35 e 0.40, totalizando 51 amostras, e arredondados entre 0.40 e 0.60, com 32 amostras.

Existe certa relação genética entre o arredondamento e o agente do transporte. Os sedimentos eólicos exibem grau de arredondamento com índices 0.7 e 0.8 como normais, como o arenito de Botucatu cujo índice é usualmente 0.7. Do ponto de vista genético esta relação desempenha um papel importante para os arenitos, siltitos e argilitos da série Bauru pois elimina a ação eólica da responsabilidade do seu transporte

TABELA 25

	0	1	2	3	4	5	6	7	8A	8B	9	10	11	12	13	14	15
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—
0.7	13	—	7	7	7	—	—	1	—	—	—	8	7	7	—	7	7
0.6	—	7	27	20	20	20	26	—	7	—	13	12	13	13	13	20	13
0.5	7	20	13	39	7	20	40	33	26	60	20	40	46	33	61	39	60
0.4	40	40	40	7	46	40	27	40	33	26	28	7	20	27	13	13	13
0.3	27	33	13	20	20	13	7	13	27	7	26	33	7	7	13	7	7
0.2	13	—	—	7	—	7	—	7	7	7	13	—	7	13	—	—	—

ARREDONDAMENTO PELO ÍNDICE DE WADELL
SONDAGEM DE TANABÍ (H)

e deposição. Exclui-se, também, a possibilidade dos seus grãos provirem de sedimentos prévios por retrabalhamento, pois os sedimentos retrabalhados possuem alto índice de arredondamento mais freqüente.

O valor dos índices de arredondamento dos grãos dos sedimentos em exame indica que os grãos não se achavam arredondados na fonte e, pelo seus tamanhos, deveriam provir de rochas faneríticas.

Quando o sedimento sofreu pequena abrasão nos seus grãos todos os tamanhos tem o mesmo grau de arredondamento; ao contrário, os pro-

TABELA 26

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	7
0.7	13	7	—	7	—	—	7	7	—	7	—	—	—	13	—	—	7	7	7	7	—	7	—	7	7
0.6	7	26	13	20	20	7	13	—	20	7	7	13	14	7	14	—	13	20	13	13	27	7	13	20	32
0.5	20	13	46	27	39	46	32	27	13	40	26	47	33	27	32	33	27	66	32	20	27	46	41	40	13
0.4	33	40	27	39	41	40	34	46	60	46	40	33	53	40	34	27	33	7	34	33	39	40	13	13	34
0.3	7	7	7	7	—	7	7	13	—	7	13	—	—	13	20	33	13	—	7	27	7	—	33	13	7
0.2	20	7	7	—	—	—	7	7	—	—	7	—	—	—	—	7	7	—	—	—	—	—	—	7	—

ARREDONDAMENTO PELO ÍNDICE DE WADELL — SONDADE DE JALES (J)

duto de longa história abrasiva, segundo PETTIJOHN (54, p. 53), exibem estreita correlação entre o número de índices de arredondamento e o número de classes de tamanhos na análise mecânica. Os tamanhos maiores são mais bem arredondados porque oferecem maior atrito.

No caso dos sedimentos em exame a amplitude de variação dos índices comporta 7 classes; na textura temos, segundo expressão do quadro VIII, 8 classes de tamanhos. Observamos, pois, estreita correlação entre as classes de arredondamento e as de tamanho, significando que os sedimentos da série Bauru sofreram um bom abrasamento no

TABELA 27

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7	—	—	—
0.7	7	—	7	7	—	—	—	—	7	13	7	13	8	—	13
0.6	7	—	7	33	—	—	20	13	13	20	13	32	13	19	33
0.5	33	53	20	13	20	33	33	33	40	0	33	34	33	27	27
0.4	13	20	46	20	47	47	40	41	27	27	20	7	13	47	20
0.3	40	20	20	20	33	13	7	13	13	—	20	7	33	7	7
0.2	—	7	—	7	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ARREDONDAMENTO PELO ÍNDICE DE WADELL
SONDAGEM DE LINS (K)

transporte. Os grãos mais grossos tenderam para um melhor arredondamento e os finos para um pior confirmando a regra de PETTIJOHN (54, p. 53). O número de classes texturais tinha que influir, como de fato influiu, no número de classes de índices de arredondamento; tal correlação prova satisfatoriamente que um fato se liga a outro, ao mesmo tempo que confirma a perfeição dos métodos de análise. Concluímos que os grãos sofreram regular abrasão, fato peculiar ao transporte fluvial pela energia do veículo e pelas características físicas do fluxo ser unidirecional e turbilhonante. Entretanto o transporte fluvial não pode melhorar o grau de arredondamento devido ser relativamente curto, de modo que, ao atingir a carga as partes inferiores do perfil

longitudinal cessa praticamente o poder abrasivo do transporte e o sedimento da carga entra na fase premonitória da deposição.

Como nos sedimentos da série Bauru predomina a mistura fina, valor de SK menor que 1, isto é, mediana para o lado dos grãos finos, o valor do índice do grau de arredondamento mais freqüente é também baixo (0.4), confirmando o enunciado de PETTIJOHN (54, p. 53).

Comparando, em termos de arredondamento, os sedimentos da série Bauru com alguns citados por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 83) (tabela 4-3), cujos dados vão agrupados no quadro XV verifica-se que o índice mais freqüente de arredondamento dos grãos daqueles sedimentos é um dos mais baixos, equiparável às formações de origem fluvial, como o cascalho de rio do condado de Los Angeles, Cal. (índice 0.34).

TABELA 28

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.8	—	7	—	—	—	—	—	—	7	—	—
0.7	—	7	7	—	7	7	—	—	7	7	7
0.6	—	26	7	7	20	13	13	7	20	—	7
0.5	32	19	33	27	27	26	39	33	13	20	27
0.4	34	28	19	40	33	40	41	47	33	46	52
0.3	27	13	27	19	13	7	7	13	20	20	7
0.2	7	—	7	7	—	7	—	—	—	7	—

ARREDONDAMENTO PELO ÍNDICE DE WADELL
SONDAGEM DE MARILIA (L)

O grau de arredondamento e as amplitudes de classes características dos sedimentos da série Bauru indicam rápido transporte, regular abrasão, confirmando os dados fornecidos pelo exame dos minerais pesados.

b) POROSIDADE

Os sedimentos da série Bauru são muito uniformes nos seus caracteres físicos, de modo que selecionamos apenas uma sondagem para

avaliar o grau de porosidade das suas rochas. Foi utilizada a fórmula de RUSSEL & DICKEY (61, p. 587), referente à porosidade efetiva ($P = \text{Vol. sêco} - \text{vol. grãos} / \text{vol. sêco} \times 100$, onde $\text{vol. grãos} = \text{pêso a sêco} / 2.65$).

Teòricamente PETTIJOHN (54, p. 68) admite 4 fatôres influenciando a porosidade original de um sedimento: 1 — uniformidade do tamanho, 2 — contôrno dos grãos, 3 — maneira de empacotamento e 4 — compacção durante e após a deposição. Para o caso das rochas

TABELA 29

INDICES DE WADDEL	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	TOTAIS
CATANDUVA	—	1	10	6	—	17
TANABI	—	—	8	9	—	17
JALES	—	—	17	8	—	25
LINS	—	1	6	6	2	15
MARÍLIA	—	—	10	1	—	11
SOMA	0	2	51	30	2	85

ARREDONDAMENTO
CLASSES MAIS FREQUENTES

desta sondagem o que parece influir é o empacotamento dos grãos; as rochas mais densas são menos porosas. A menor porosidade, 11%, refere-se a uma rocha mais densa da sondagem. Os demais fatôres, como aliás discute PETTIJOHN (54, p. 68), não desempenham nenhum papel importante no caso da porosidade.

O grau de arredondamento parece não influir na porosidade das rochas da sondagem de Catanduva; a variação é tão pequena, de 0.3 a 0.5 que não oferece margem extensa para influenciar os resultados.

Duas rochas, com a mesma densidade ($D = 2.22$), constituídas das amostras G-2 e G-3, no arenito G-3 a porosidade é 16% e no siltito G-2 é 17%, mostrando que com a mesma densidade, o tamanho da

QUADRO XV

SEDIMENTOS	ARREDONDAMENTO MÉDIO
AREIA DE DUNA, RECENTE Condado de Cook, Illinois, U.S.A.	0.70
AREIA DE PRAIA, RECENTE Condado de Cook, Illinois, U.S.A.	0.64
CASCALHO DE PRAIA, RECENTE Margem norte do Lago Superior, U.S.A.	0.61
CASCALHO DE RIO, RECENTE Condado Los Angeles, Califórnia, U.S.A.	0.34
CALHAUS DE "TILL" Cary, Illinois, U.S.A.	0.54
CASCALHO DE LAVAGEM GLACIAL Cary, Illinois, U.S.A.	0.58
ARENITO "PLEASANTVIEW", PENSILVANIA Condado Fulton, Illinois, U.S.A.	0.54
FOLHELHO "FRANCIS CREEK", PENSILVANIA Condado Fulton Illinois, U.S.A.	0.30
ARENITO "S. PETER", ORDOVICIANO Condado La Salle, Illinois, U.S.A.	0.77
ARENITO BOTUCATU, TRIASSICO São Paulo, Brasil	0.70
ARENITO E SILTITO BAURU, CRETACEO São Paulo, Brasil	0.40

ARREDONDAMENTO MÉDIO

granulação influenciou 1% na porosidade. Já com dois arenitos, com a mesma densidade ($D = 2.12$), as amostras G-10 e G-17, a porosidade é idêntica, isto é, 21% porque ambos possuem a mesma granulação

mais freqüente, a arenosa, confirmando os resultados obtidos com as amostras G-2 e G-3.

O coeficiente de seleção não influi nos resultados da porosidade segundo apuração no quadro XVI.

QUADRO XVI

AMOSTRAS	P%	D	So	A	ROCHA	C%
G-1	22	2.11	1.34	0.4	AR	0
G-2	17	2.22	3.31	0.4	S	58
G-3	16	2.22	1.30	0.4	AR	0
G-4	13	2.30	8.06	0.5	AR	15
G-5	11	2.38	1.51	0.5	AR	0
G-6	18	2.17	1.41	0.4	AR	0
G-7	19	2.14	1.18	0.5	AR	0
G-8	12	2.31	2.00	0.5	S	20
G-9	19	2.03	1.44	0.4	AR	0
G-10	21	2.12	1.51	0.4	AR	0
G-11	22	2.00	2.00	0.5	AG	10
G-12	17	2.21	6.32	0.4	AR	7
G-13	21	2.12	5.47	0.4	S	0
G-14	18	2.17	5.65	0.4	AR	0
G-15	28	2.03	5.10	0.5	S	0
G-16	23	2.13	7.58	9.3	AR	7
G-17	21	2.12	5.38	0.4	AR	0

POROSIDADE = P%);

D = DENSIDADE;

So = COEFICIENTE DE SELEÇÃO

A = ARREDONDAMENTO MÉDIO;

C% = TEOR DE CALCÁREO

AR = ARENITO;

S = SILTITO;

AG = ARGILITO

A rocha menos densa, o argilito G-11 (D = 2.00) deveria ser a mais porosa segundo os resultados anteriores em que a diminuição da

granulação favorecia o aumento da porosidade. Entretanto PETTIJOHN (54, p. 69) chama a atenção para o efeito da compactação da argila, onde a porosidade é função da profundidade de sedimentação. A compactação das areias, ao contrário, é negligível. PETTIJOHN (54, p. 277) escreve que a porosidade das argilas frescas é grande, cêrca de 50%; porém, com o pêso estático da coluna sedimentar há compactação do material e conseqüente perda da porosidade até 27%. Quando a argila passa a folhelho registra-se nova queda para 13%. Nestes têrmos acreditamos que êste fator da compactação foi que influiu na baixa porosidade do argilito G-11.

Nos seus estudos sôbre perfurações petrolíferas ALTHY (1) confirma os resultados de PETTIJOHN (54, pp. 69 e 277), afirmando que a compactação dos arenitos é menor e sua porosidade média fica em tôrno de 20%. No quadro XVI encontramos arenitos com porosidade de 23%. Já o contôrno dos grãos parece não influir, como aliás acentua PETTIJOHN (54, p. 68): "*The efect of shape of the grains on porosity is little understood*".

O teor de calcáreo parece exercer relativa influência na porosidade. Poderíamos afirmar que quanto menor o teor de cimento calcáreo (CaCO_3) mais porosa é a rocha; as amostras exclusivamente clásticas são mais porosas, pois o cimento de carbonato de cálcio ocupa naturalmente os espaços intergranulares clásticos e a sua ausência determina necessariamente um aumento da porosidade efetiva. Entretanto, êste fator é controlado pela densidade, como exprime o quadro XVI.

A julgar pelos dados da sondagem de Catanduva a série Bauru comporta a afirmação de ser constituída de sedimentos muito porosos, capaz de teòricamente armazenar muita água subterrânea. Alguns dados de vasão litros/hora de alguns poços de captação de água subterrânea, abertos por companhias particulares ou por institutos oficiais, em rochas da série Bauru, confirmam a nossa generalização. Temos em mãos os seguintes dados:

Local	Vasão	Nível Hidrostático	Profundidade do poço	Rocha
Piraposinho	900 1/h	19m	83m	Arenito
Garça	9000 1/h	10m	120m	Arenito
Monte Azul, n.º 2	4000 1/h	32m	155m	Arenito

Monte Azul, n.º 1	18000 1/h	24m	100m	Arenito
Faz. Sta. Lucia	14000 1/h	31m	60m	Arenito
Faz. Urubupungá, n.º 1	2000 1/h	25m	46m	Basalto
Faz. Urubupungá, n.º 2	12000 1/h	44m	100m	Basalto
Uchoa	20000 1/h	19m	87m	Arenito
Vutoporanga (EFA)	6000 1/h	32m	118m	Arenito
Itajobi, n.º 2	50000 1/h	0m	78m	Arenito
Marília, n.º 2	19000 1/h	—	132m	Arenito

A água subterrânea é abundante na série Bauru, não constituindo nenhum problema a sua pesquisa e captação, uma vez confirmado tratar-se desta formação geológica.

Consoante a fatos observados em outras regiões em rochas arenosas providas de cimento calcáreo, há possibilidade do seu cimento sofrer lixiviação pela água de percolação e, conseqüentemente, trazer um aumento na porosidade original. Não será estranho, pois, se rochas da série Bauru, com cimento de carbonato de cálcio, venham a apresentar uma porosidade excepcional causada por lixiviação no cimento calcáreo. Êste parece ser o caso concreto da amostra G-16, que, com densidade 2.13, tem 23% de porosidade, à qual designaríamos como secundária.

Nos Estados Unidos o arenito "Oriskiano", estudado por KRYNINE (40), mostra êste fenômeno da lixiviação do cimento carbonático de cálcio aumentando a porosidade original.

c) DENSIDADE

O quadro XVI exhibe a densidade de 17 rochas da série Bauru, da sondagem de Catanduva, abrangendo 12 arenitos, 4 siltitos e 1 argilito. No que concerne aos siltitos, os de cimento calcáreo, são mais densos. Os arenitos também não fogem à regra; temos três têrmos calcáreos, G-4, G-12 e G-16, respectivamente $D = 2.30$, 2.21 e 2.13 , no conjunto mais densos do que os arenitos desprovidos de cimento calcáreo. O argilito G-11 tem baixa densidade explicável não só por ter a argila menor densidade do que o quartzo, como também pela sua compactação ser menor do que a de um folhelho.

A densidade dos arenitos usualmente vai de 2.10 a 2.30; no quadro XVI o arenito G-9 possui densidade inferior à normal, com 2.03,

uma variação desprezível de 7 centésimos. Para cima, G-5, arenito sem cimento calcáreo, excede o tecto de 2.30 de 8 centésimos, o que atribuímos a um bom empacotamento dos grãos e arredondamento.

d) TEXTURA SUPERFICIAL

Os grãos e os seixos apresentam certas propriedades da sua superfície quanto ao polimento ou lisura, que PETTIJOHN (54, p. 55) resume de maneira feliz. As texturas superficiais em fragmentos menores que dois milímetros podem ser grupadas em foscas ou polidas de um lado e de outro em lisas ou rugosas, sendo ambos os grupos independentes. As rugosas podem ser 1 — ásperas (frost), 2 — corroidas (etched) e 3 — cavernosas (pitted).

Estas aparências superficiais dos grãos tem significação genética valiosa, bastando lembrar as estrias de origem glacial ou o arranhamento eólico que produz uma aspereza típica. Entretanto tais feições são muito suscetíveis ao desvanecimento durante a abrasão efetuada pelo transporte posterior à sua formação.

Os sedimentos da série Bauru apresentam os grãos de quartzo, quer nas amostras de sondagens ou quer nas de superfície, com os mesmos caracteres da textura superficial. Os grãos são foscos tendo nos cantos, onde se acentua o efeito abrasivo do transporte, um fosqueamento mais pronunciado. Além de fosca a textura superficial é rugosa, cheia de cavidades irregulares, limitadas pelas saliências dos cantos arredondados, parecendo no conjunto um dente molar cariado. Estas cavidades são revestidas usualmente de uma película preta de óxido de ferro ou então todo o grão recebe um filme de hidróxido de ferro de cor vermelha. A textura rugosa compõe-se pois de um aspecto cavernoso (pitted), com uma superfície áspera (frosted). O próprio aspecto fôsko seria uma resultante da aspereza, pois a superfície polida resulta de uma igual reflexão da luz.

Para PETTIJOHN (54, p. 56) a superfície polida ou fosca, sua natureza, sua significação geológica, estão mal compreendidas ainda. Provavelmente há muitas causas. O polimento parece ser resultante de uma ação mecânica suave, como a do vento. O fosqueamento do grão deve pois ser atribuído a um agente geológico diferente do eólico, com maior rigor abrasivo.

A aspereza do grão também ainda não resolve em definitivo nenhum problema genético. Acreditam muitos geólogos que a aspereza provém do trabalho eólico, mas nenhuma prova existe contra a ação da água produzindo o mesmo efeito. Diz PETTIJOHN (54, p. 58) que a formação da aspereza superficial deve ser atribuída a uma prolongada exposição do grão a solventes por analogia à ação do ácido hidrófluorídrico sobre o vidro, onde efeito semelhante é operado. Sob este aspecto parece-nos mais adequado considerar o "frost" dos grãos de quartzo dos sedimentos da série Bauru como resultantes da ação aquosa fluvial. Mas, como conclui PETTIJOHN (54, p. 58) a interpretação genética de tais feições ainda não é satisfatória, exigindo-se maiores dados e experiências sobre este importante fenômeno abrasivo da superfície dos grãos dos sedimentos.

Nas amostras como cimento calcáreo, freqüentemente, quando o material não vem tratado com ácido clorídrico ou nítrico, os grãos podem aparecer revestidos por uma película de carbonato de cálcio.

Na sondagem de Jales a superfície dos grãos da maioria das amostras acha-se revestida por uma película de hidróxido de ferro vermelho. Nas sondagens de Catanduva, Lins e Tanabí algumas amostras são originalmente constituídas de grãos de superfície límpida, porém nas cavidades quase sempre aparece o óxido de ferro preto. Já na sondagem de Marília, onde 10 amostras em 11 são calcáreas, a superfície dos grãos apresenta-se revestida de um filme de carbonato de cálcio facilmente removível com o emprêgo do ácido clorídrico.

Examinados os caracteres da textura superficial dos grãos de quartzo poderíamos dizer que o aspecto fosco e o rugoso, com "frosting" e "petting", indicariam um transporte de natureza fluvial. O revestimento calcáreo e o de hidróxido de ferro são aparentemente post-depositacionais, pois caso contrário teriam sido removidos durante a abrasão do transporte responsável pelas feições texturais encontradas. Parece-nos que tais elementos químicos do revestimento viajaram em solução ao lado do material clástico em suspensão.

e) CÔR DAS ROCHAS

Na impossibilidade material de serem analisadas objetivamente as cores das rochas da série Bauru segundo o padrão internacional da carta colorimétrica elaborada sob os auspícios do *National Research Council*,

USA. Vimo-nos na contingência de recorrer aos métodos empíricos de observação pessoal.

As amostras de superfície foram postas de lado nesta investigação para evitar incorrermos involuntariamente em côres secundárias, para utilizarmos exclusivamente as amostras de sondagens.

Segundo KRYNINE (43) a côr de um dado sedimento é governada por três fatores, — a côr dos minerais componentes, a côr do cimento e a côr do revestimento dos grãos. Secundariamente o tamanho dos grãos pode influir na diluição ou concentração da tonalidade.

Uma inspeção das côres observadas mostra perfeitamente que o tamanho dos grãos não afeta a sua variação nas amostras. Parecem ser controladas pela composição mineralógica e pelo revestimento dos grãos de quartzo, — o maior componente mineral, salvo nos argilitos. As côres vermelho-sanguínea, vermelha e castanha são proporcionadas pela côr da película de revestimento dos grãos composta de um hidróxido de ferro. Assim, nas sondagens de Jales e Marília, onde predominou a contribuição basáltica, as côres são essencialmente vermelhas e nas suas tonalidades.

As côres cinzentas são devidas ao revestimento dos grãos ser constituído de carbonato de cálcio do cimento calcáreo. Nas amostras exclusivamente clásticas a côr dominante é a cinzenta; neste caso o controle da coloração escapa da película de revestimento, por ser ausente, para a composição mineralógica, onde o quartzo é o elemento dominante. Nos argilitos a côr é vermelha porque existe uma correlação entre a deposição da fração fina, em águas quedas, e a deposição do material em solução por controle climático, como o carbonato de cálcio e o hidróxido de ferro vermelho.

A fração mineralógica opaca não chega a influir na coloração das rochas. Quando existe excepcionalmente em abundância forma leitos de intensa concentração, produzindo estruturas rochosas típicas ou então a pigmentação preta se dissemina na rocha na forma de pontuações numa base castanha ou cinzenta, menos visível quando a base é vermelha.

As rochas de coloração vermelha, graças ao hidróxido de ferro, possuem hornblenda basáltica na composição mineralógica indicando nitidamente sua origem em rochas contribuintes basálticas. Quando decresce a contribuição basáltica, aumentando negativamente a metamórfica, a côr transita para a cinzenta.

De acôrdo com DORSEY, citado por PETTIJOHN (54, p. 172) as côres vermelhas (red beds) permaneceram vermelhas porque são terrestres e nunca foram expostas à ação redutora. Segundo PETTIJOHN (54, p. 172) o hidróxido de ferro é produzido pelo intemperismo dos minerais ferríferos no regolito. Assim, o sedimento da série Bauru não passa de uma terra roxa do passado que foi submetida a um retrabalhamento fluvial, herdando as côres típicas da terra roxa. O hidróxido de ferro viaja em suspensão ou solução; para PETTIJOHN (54, p. 173) o transporte é mecânico, portanto em suspensão, e, devido ao tamanho coloidal dos seus grãos, se incorpora às leis físicas da sedimentação e transporte das argilas.

Com estas considerações sabemos que os grãos dos sedimentos da série Bauru viajaram despigmentados, com côres cinzentas ou claras. O corante vermelho incorporou-se nos sítios de deposição revestindo os grãos como o cimento calcáreo o fêz também; por esta razão admitimos que êste hidróxido viajou mais em solução, como um composto químico, do que em suspensão, como um componente mineral. A precipitação do hidróxido é muito semelhante a do calcáreo, isto é, por um contrôle climático, razão porque julgamos que seu transporte se deu em solução, mas ainda com caracteres coloidais como parte da fração argila.

Devemos encarar as variações de côr dêstes sedimentos resultantes da maior ou menor introdução do hidróxido de ferro nos sítios de deposição. A sua ausência determina côres claras controladas pelo carbonato de cálcio e pela côr original dos grãos de quartzo.

A côr cinzenta pode indicar várias origens. Êste autor examinou areias marinhas do litoral paulista, as de São Sebastião, Guarujá, Praia Grande e observou que a côr cinzenta era devida à presença da mica muscovita e à fração argila. Os sedimentos da bacia de São Paulo, reconhecidamente fluviais, também tem côres primárias dominantes cinzentas.

As côres vermelhas indicam com maior propriedade origem continental sub-área, embora existam algumas formações marinhas com tais côres. Neste caso a côr vermelha proveio de uma redução característica da deposição sub-aquosa. Outros elementos geológicos favorecem a origem continental para os sedimentos vermelhos como restos de plantas, impressões de patas de animais terrestres, fendas de contração, marcas de chuva, etc. encontrados nesses sedimentos. No caso específico

da série Bauru temos os restos de répteis continentais encontrados com frequência.

Para PETTIJOHN (54, p. 173) a cor vermelha indica condições climáticas e de sedimentação continentais, dizendo que arenitos e folhelhos podem ser originados sob condições climáticas intermitentes de uma estação chuvosa e outra sub-árida, ou árida, sem nenhuma relação com a temperatura em si. São depósitos fluviais ou em parte pluviais.

Dentro deste conceito as rochas da série Bauru foram depositadas em ambiente fluvial, sob condições intermitentes de estação chuvosa e estação árida. Para TWENHOFEL (66, p. 781) os sítios desta deposição são os planos de inundação fluvial, deltas, lagos ou mesmo mares rasos.

Os sedimentos da série Bauru também exibem cores variegadas: cinzento, castanho, vermelho, vermelho púrpura ou arroxeados, alternadas. Para TWENHOFEL (66, p. 781) esta variação é característica de depósitos continentais, tais como planos de inundação, leques aluviais, deltas, etc. podendo eventualmente significar ambiente nerítico. Entretanto, o legado fóssil da série Bauru desfaz a possibilidade de um ambiente nerítico para tais sedimentos.

MORAES REGO (49) (p. 237) reproduz o perfil de uma perfuração de 82 metros efetuada em Catanduva, onde as cores são praticamente semelhantes às encontradas por este autor, considerando-se que foram avaliadas segundo conceitos pessoais. Apenas este autor não encontrou a cor amarela em sondagens, como cita MORAES REGO (49). Nas 85 amostras de sondagens o autor contou 19 cinzentas e as demais vermelhas e castanhas, com variações na tonalidade.

A ausência de matéria orgânica na série Bauru exprime condições de deposição sub-aéreas. Também não se nota redução do hidróxido de ferro.

Para KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 371) os sedimentos vermelhos se originam de uma área com argila vermelha primária, produzida por um clima com elevado intemperismo químico, isto é, quente e úmido. A feição essencial consiste na preservação desta cor vermelha original, o que é possível em sítios de deposição continentais, com rápida acumulação e condições oxidantes como as sub-aéreas. Classificamos os sedimentos vermelhos da série Bauru como "camadas vermelhas primárias" de acordo com a classificação de KRYNINE, citada por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 371), isto é, o pigmento veio da área de alimen-

tação e foi preservado no sítio da deposição. A maturidade textural, a composição mineralógica do resíduo pesado, a presença de feldspato inalterado (até 5%), confirmam os traços descritivos de KRYNINE para classificar o sedimento da série Bauru nessa origem.

A questão da aridez total para produzir tais côres foi abandonada, dando-se ênfase a um clima quente e úmido na fonte capaz de produzir um intenso intemperismo químico para formar argilas vermelhas, cuja pigmentação é preservada nos sítios de deposição. Esta é a opinião de TOMLINSON, citada por KRUMBEIN & SLOSS (38).

Em face de todos êstes dados e discussão concluimos que os sedimentos da série Bauru se originaram em solos vermelhos, na sua maior parte, seja da terra roxa, seja de solos graníticos vermelhos, sob condições de clima quente e úmido na fonte, alternado com árido, para gerar a argila vermelha, de acôrdo com as idéias modernas de VAN HOUTEN citado por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 370). As outras côres provêm mais de rochas do embasamento cristalino, ou de mistura com a contribuição basáltica, fato que o exame do resíduo pesado em cada amostra confirma pela notável coincidência dos minerais componentes com cada tipo de coloração.

C — AMBIENTES GEOLÓGICOS

a) AMBIENTE DA EROSÃO

A fonte de um sedimento localiza-se na área de erosão dos continentes onde quatro (4) fatores governam o processo: 1 — produção, 2 — rochas matrizes, 3 — transporte e 4 — clima.

1.º — PRODUÇÃO DO SEDIMENTO DA SÉRIE BAURU

Os elementos que indicam as condições vigorantes na área de produção dos sedimentos da série Bauru são os seguintes, que passaremos a analisar separadamente:

1 — *Textura*

Um sedimento que exiba assimetria para o lado dos grãos finos denota, segundo PETTIJOHN (54, p. 374) condições dominantes de

intemperismo químico na sua produção. No caso das rochas da série Bauru observa-se que os seus histogramas mostram a tendência da distribuição granulométrica para o lado fino, resultando até distribuições bi-modais típicas de sedimentos fluviais. À vista desta informação pode-se inferir que havia o predomínio de processos químicos na área de produção da série Bauru.

Inversamente, o material da fonte quando pouco decomposto fornece granulação grosseira ao sedimento.

2 — *Composição dos óxidos*

A composição de um sedimento reflete a estabilidade física e química dos minerais da rocha matriz. A completa decomposição química dos minerais da rocha matriz fornece minerais da argila associados com compostos não minerais, mas de ordem química, tais como sesquióxidos hidratados de alumínio e ferro, bem como grãos de quartzo. Todavia, os sedimentos da série Bauru não revelam êste degrau extremo de decomposição, pois minerais moderadamente estáveis e parte dos instáveis foi conservada no sedimento. Teríamos um intemperismo químico na fonte ainda distante do final puramente químico a que se reduziriam os minerais constituintes das rochas matrizes. Também não são encontrados nos conglomerados da série seixos das rochas matrizes em estado de decomposição; pelo contrário, a composição dêles é bem seletiva, mostrando que a velocidade da erosão não se antecipou à do intemperismo. Esta relação entre a velocidade de decomposição e a velocidade de erosão do produto decomposto é fundamental na constituição de um sedimento; os termos rudáceos espelham com maior fidelidade esta razão entre suprimento e gasto. No conglomerado M-10 predominam seixos de material estável, como quartzo com (86.20%), indicando que o intemperismo foi mais rápido que a erosão, pois esta somente encontrou em maior proporção material estável, enquanto o instável foi decomposto em seus patamares químicos de óxidos hidratados embora não totalmente.

No caso das rochas não rudáceas verificamos o mesmo comportamento acima encontrado para com os seixos. O intemperismo químico foi mais veloz que a erosão na área da produção, porém o grau de decomposição não foi extremado pois certos minerais moderadamente es-

táveis e outros instáveis ainda foram conservados no equipamento mineralógico do sedimento.

Os óxidos que representam quantitativamente e qualitativamente a composição química de uma rocha da área de produção assumem comportamento diferente ao se decomporem quimicamente as rochas matrizes. Existem vários estudos sobre a posição dos óxidos na rocha fresca e na alterada, sobressaindo os de GOLDICH (22); segundo esse autor uma rocha alterada, o gnais por exemplo, há um ganho em TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , $\text{H}_2\text{O}+$, $\text{H}_2\text{O}-$ e uma perda em Na_2O , K_2O , CaO , MgO porque estes óxidos são facilmente lixiviados e entram em solução no transporte. Um prolongado intemperismo químico reduz uma rocha matriz a componentes químicos que entram em solução, com exceção do quartzo.

No caso dos sedimentos da série Bauru verificamos sua riqueza em óxido hidratado de ferro indicador de um forte intemperismo químico na fonte capaz de decompor os minerais ferro-magnesianos instáveis (hornblenda basáltica, titanaugita) e moderadamente estáveis (pigeonita) em argilas, no caso da contribuição basáltica, mais hidróxido de ferro.

3 — Estabilidade química dos minerais

A estabilidade dos minerais constitui outro indicador das condições de intemperismo na área de produção do sedimento. GOLDICH (22) dispôs os minerais numa ordem de estabilidade química que coincide com os patamares do princípio da reação de BOWEN.

OLIVINA	PLAGIOCLÁSIO CÁLCICO
AUGITA	PLAGIOCLÁSIO CALCO-ALCALI
HORNBLENDA	PLAGIOCLÁSIO ALCALI-CÁLCICO
BIO'ITA	FELDSPATO SÓDICO
	FELDSPATO POTÁSSICO
	MUSCOVITA
	QUARTZO

Nas rochas da série Bauru temos de um lado da série pigeonita (augita), hornblenda comum e basáltica, e biotita. De outro lado plagioclásios calco-alcalinos, plagioclásios alcali-cálcicos, feldspato sódico e fel-

feldspato potássico. Todos estes elementos ocorrem bem preservados, permitindo sua determinação ótica segura.

Na composição mineralógica dos sedimentos da série Bauru a pigeonita (moderadamente estável) é abundante, a hornblenda basáltica ocorre muito alterada, mas com alguns grãos bem conservados, a labradorita, o microclínio, o ortoclásio e a andesina com alguns grãos bem frescos, embora a maioria se apresente alterada parcialmente.

Acreditamos que o hidróxido de ferro proveio da decomposição dos elementos ferro-magnesianos das rochas basálticas. Nas sondagens onde a coloração vermelha predomina há coincidentemente uma assembléia de minerais pesados característica de rochas basálticas. Nas rochas oriundas de maior contribuição do escudo cristalino, comprovada pelo equipamento pesado como hornblenda verde, granada, estaurolita, cianita e turmalina, não existe a película de hidróxido de ferro vermelho encapando os grãos de quartzo.

A pequena percentagem de feldspato fresco, cerca de 5% no máximo, demonstra que o intemperismo químico se adiantou à velocidade da erosão.

Existem ainda algumas escalas de estabilidade química dos minerais, umas empíricas e outras obtidas por análise química (REICHE). Das primeiras poderemos citar as de SMITHSON (54, p.490) e L. DRYDEN & C. DRYDEN (54, p. 380). Do exame dessas escalas de estabilidade fica patente que os sedimentos da série Bauru possuem minerais moderadamente estáveis em grande quantidade e instáveis em pequena quantidade bem conservados, confirmando o avanço do intemperismo químico sobre a velocidade de erosão. Tal mecanismo geológico é compatível com áreas sob regime de peneplanização.

2.º — ROCHAS MATRIZES

As rochas matrizes dos sedimentos da série Bauru, segundo o testemunho dos minerais pesados, poderiam ter sido as seguintes:

- 1 — Granitos: Apatita, Hornblenda, Monazita, Biotita, Titanita, Zirconita.
- 2 — Gnais e leptinitos: Granada, Hornblenda verde, Cianita, Sillimanita, Estaurolita, Zoisita, Epídoto.
- 3 — Eruptivas basálticas: Pigeonita, hornblenda basáltica, Rutilo, Titanaugita.

4 — Xistos: Biotita, Granada, Cianita, Tremolita, Turmalina, Estauroлита, Sillimanita.

O testemunho do conglomerado M-10 depõe a favor de uma origem em rochas pegmatíticas. Tal fato é absolutamente compreensível, pois sendo um termo rudáceo o melhor fornecedor de seixos são as rochas de granulação centimétrica como os pegmatitos, o que aliás a predominância de seixos de quartzo comprova cabalmente. Compulsando-se os valores do quadro IV verifica-se que os elementos dominantes na composição são os seixos de quartzo e feldspato, justamente material originário de pegmatitos; o feldspato pela sua instabilidade decompôs-se mais facilmente e o transporte foi seletivo em detrimento deste material. Aparecem também seixos de arenito que, talvez sejam de quartzito mas cuja alteração torna difícil a diagnose.

Secundariamente temos porfiros, marmores, quartzitos, xistos, e folhelhos, porém em proporção inferior a 3.0%. Os folhelhos poderão ser filitos já alterados; o tamanho desses seixos impediu melhor investigação, cujo resultado pouco afetaria pela parte percentual que lhes toca.

O carbonato de cálcio deve ser o outro resultado da alteração dos minerais ferro-magnesianos do basalto, provindo também em larga escala dos feldspatos. Pequena parte poderia advir dos geodos de calcita nos melafiros, segundo investigação recente de FRANCO (15).

LEINZ (45) apresenta uma tabela de 19 análises de rochas basálticas do sul do Brasil que pode esclarecer a alta contribuição do basalto para a formação do carbonato de cálcio do cimento; nessas análises os teores em CaO são elevados, muito mais do que os teores em granitos e gnais comuns.

LEINZ (45, p. 8) afirma que ainda não conhecemos as espessuras reais das efusivas basálticas no eixo da bacia do Paraná, — se as maiores espessuras ficam nessa calha ou na orla da bacia. Acreditamos que neste exame das rochas matrizes do sedimento da série Bauru, onde aparece o basalto como maior contribuinte, há um argumento favorável ao aumento das espessuras dos derrames para a calha do rio Paraná. Trata-se do seguinte: como o basalto é o maior fornecedor da sedimentação segue-se naturalmente que a sua área de exposição deveria se prolongar muito para o sul e para o sudeste da bacia do Paraná, em São Paulo. Como, presentemente, não encontramos além da orla da “cuesta” basáltica no estado de São Paulo nenhum remanescente dessas efusivas, salvo na serra de Angatuba, poderemos inferir que o basalto fornecedor

da sedimento Bauru dessa área era delgado e por isso mesmo foi removido pela erosão cretácea alimentadora da série Bauru.

Um pormenor interessante é a coincidência entre o número de amostras calcáreas e o equipamento mineralógico pesado nas sondagens. Nota-se que nas sondagens onde predomina a contribuição basáltica há simultaneamente maior aumento do número de amostras calcáreas, como Jales e Marília. Na sondagem de Tanabí esta relação é muito clara: — o aumento da contribuição basáltica cresce do tôpo para baixo do perfil (§ 260) e simultaneamente cresce o número de amostras calcáreas (gráfico 2), mostrando que as efusivas basálticas entram como maiores contribuintes da sedimentação Bauru. O mesmo comportamento oferece a sondagem de Lins (§ 262). Assim posto o problema parece-nos que o calcáreo proveio em maior parte da contribuição basáltica, pois na sondagem de Catanduva (§ 259) onde é grande a contribuição do embasamento, inversamente o número de amostras calcáreas decresce (gráfico 1).

Admitindo-se necessariamente uma expansão para o sul da área basáltica sob erosão cretácea para alimentar a sedimentação da série Bauru, isto explica a ausência da contribuição de sedimentos das séries Passa Dois e Tubarão no processo pois tais formações se achavam naturalmente capeadas pelo basalto até um limite que não podemos precisar.

3.º — TRANSPORTE DO MATERIAL

Evidentemente a parte mais ativa do transporte ocorre dentro da área de erosão porque fora dela entramos no regime de gradação fluvial onde a deposição se inicia pela perda de gradiente do veículo.

1 — *Agente*

O veículo do transporte do sedimento Bauru foi aquoso, de natureza fluvial. As características texturais exibidas nos quadros VIII e X, com 8 classes ou 9 de tamanhos, o enquadramento no princípio hidrodinâmico de INMAN (29), o arredondamento e a análise estatística nos quadros XII e XIII provam essa natureza.

2 — *Características*(i) *Abrasão*

Existem vários pesquisadores de sedimentos atuais dedicados ao fenômeno da abrasão durante o transporte fluvial, merecendo destacar H. L. ALLING, G. E. ANDERSON, F. W. FRIESE, W. C. KRUMBEIN, P. MARSHALL, A. SARMIENTO, A. SCHOKLITSCH, G. A. THIEL, C. K. WENTWORTH, citados por PETTIJOHN (54, p. 390). Segundo tais autores são fatores importantes da usura: — dureza do material, peso, diâmetro original, distância do transporte e natureza do veículo.

RUSSEL (62) verificou que os grãos de quartzo ao longo de mil milhas no rio Mississipe, abaixo da localidade de Cairo, Ill. decresceram de 0,8 mm a 0,2 mm, mostrando a influência da distância no tamanho. Esta influência pode ser meramente seletiva ou então participar de uma efetiva usura do grão. Existe, também, uma relação entre a abrasão e o grau de esfericidade ou entre a abrasão e o arredondamento. O trabalho de PETTIJOHN (53) estabelece as conclusões sobre o tamanho dos grãos e a abrasão, dizendo que quanto menor o grão também menor é o desgaste sofrido no transporte e, assim, o arredondamento torna-se imperfeito maugrado a distância. No caso do sedimento da série Bauru verificamos que o grau de arredondamento é regular, porém imperfeito (índice 0.5 ou 0.4), sendo forçoso reconhecer que apesar da abrasão sofrida não se chegou à perfeição, indicando diâmetro original muito fino, o que por seu turno denota intemperismo químico pronunciado na fonte, formando uma verdadeira cadeia de resultados concordantes.

As sondagens mais afastadas da orla do embasamento cristalino, como Jales e Lins, as rochas exibem na granulação um menor diâmetro máximo das medianas indicando positivamente que a distância do transporte influiu no desgaste ou na seletividade.

O exame dos grãos dos minerais da fração pesada confirmam os estudos de FRIESE (54, p. 415) sobre o efeito da abrasão nos minerais. Na sua escala êsse autor coloca a monazita como o menos resistente e a turmalina como o mais; nos sedimentos da série Bauru a monazita, além de pouco freqüente é bem arredondada, índice 0.9, enquanto a turmalina ainda conserva seus caracteres morfológicos prismáticos.

A amostra P-1 (formação Caiuá) apresenta estaurolita e turmalina, dois minerais altamente resistentes à abrasão, confirmando os estudos de FRIESE. Secundariamente ocorre a cianita. Este sedimento, segundo apresentação dos seus minerais pesados, é altamente seletivo, indicando um transporte demorado capaz de eliminar os elementos menos resistentes, sem haver contribuição do "trapp" basáltico.

(ii) Solução

O grau de intemperismo químico da fonte do sedimento da série Bauru, abordado previamente, justifica a existência de muito material posto em solução e, nesse estado, mobilizado no transporte. A abundância de termos clasto-calcáreos sobre os clásticos confirma numericamente que deveria haver muito carbonato de cálcio transportado em solução para os sítios da deposição. A predominância da cor vermelha nas amostras afirma a grande quantidade de hidróxido de ferro liberada pelo intemperismo; acreditamos que este material viajaria nos limites da suspensão para a solução, dada a sua granulação ser equivalente à coloidal da argila, pois as leis mecânicas que regulam a deposição da argila funcionaram simultaneamente para o hidróxido de ferro. Aliás esta é a opinião de PETTIJOHN (54, p. 173): "*Because of its fine size the hydroxide comes to rest with the clays and becomes a part of the shales*".

(iii) Seleção

O coeficiente de seleção (S_o) é muito variável nos sedimentos em exame; no conjunto a seleção é medíocre. Os arenitos são mais bem selecionados que os siltitos, sofrendo o tipo de seleção progressiva da montante à jusante (§§ 175 & 176). Os siltitos, lançados nas lagoas e planos de inundação, foram constituídos do material remanescente, com granulação muito fina e por isso mesmo mal selecionados.

Nestas condições estamos habilitados a dizer que o transporte foi pouco seletivo, como aliás o grau de arredondamento o confirma. A deposição, sim, foi seletiva; os termos mais grosseiros ficavam nas calhas fluviais e planos aluviais, enquanto os mais finos, carregados pelas inundações, iam se depositar nas planícies de inundação e nas lagoas, onde entrava a sedimentação química em cena. Embora pouco seletivo, o

transporte influenciou na classificação e ofereceu condições abrasivas regulares (§ 375 e § 376). Este é o quadro físico do transporte fluvial: vigoroso e rápido, porém não muito longo; no caso dos sedimentos da série Bauru ainda havia o "handicap" da granulação fina original (§ 374).

4.º — CLIMA

Constitui tarefa um tanto delicada pretender definir o clima pretérito vigorante na área de erosão do sedimento da série Bauru. O intenso intemperismo químico assinalado, o teor de feldspato preservado, o hidróxido de ferro abundante, a granulação fina original, são fatos que denunciam um clima quente e úmido.

Outro elemento favorável a um clima quente e úmido é a imaturidade mineralógica. Um sedimento dito maturo possui exclusivamente minerais os mais estáveis quimicamente, isto é, não apresenta anfibólios, piroxênios e outras espécies menos resistentes à decomposição. Sob este aspecto os sedimentos da série Bauru são imaturos, indicando, de acordo com PETTIJOHN (54, p. 385) clima quente e úmido, em regiões de alto relevo com topografia madura. O feldspato (5%) bem conservado é um indicador de clima quente (§ 234).

Para BARRELL, citado por PETTIJOHN (54, p. 173), a formação do hidróxido de ferro vermelho indica alternância de estações chuvosas com secas, dizendo: "*The annual wetting and drying and attendant oxidation not only decompose the original iron minerals but also remove all traces of carbonaceous matter*".

As características do clima do cretáceo superior são bem diferentes das do triássico, durante a deposição da série São Bento. O cretáceo representa uma transição das condições áridas do triássico, com a introdução de uma estação altamente chuvosa, para as condições do cenozóico, onde a fase árida foi substituída por uma estação seca intermediária à chuvosa.

b) AMBIENTE DA DEPOSIÇÃO

O ambiente da deposição consiste em um complexo de condições físicas, químicas e biológicas sob cujo controle o sedimento se acumula. Além destes caracteres possui expressão geográfica em área, o que influi singularmente na sedimentação. O ambiente da deposição é inter-

pretado do conjunto do sedimento, enquanto o de erosão em cada elemento componente.

A série Bauru apresenta vários caracteres físicos e químicos que qualificam sua sedimentação em ambiente fluvial, nos tipos de planícies de inundação, planos aluviais, deltas fluviais, canais fluviais e lagoas. Os elementos que indicam este ambiente particular são os seguintes:

1.º — NATUREZA DO SEDIMENTO

1 — *Composição textural*

Os arenitos (quadro VIII) e os siltitos (quadro X) possuem 8 classes de tamanhos na sua composição textural, como número mais freqüente, categoria esta peculiar aos sedimentos fluviais. O valor da classe mais freqüente nada tem a ver com o agente da deposição, mas com a sua competência.

2 — *Análise estatística*

A mediana indica variações sensíveis na sedimentação, embora em termos absolutos seja indicadora de baixa competência. Os primeiro e terceiro quartéis são expressivos de um agente fluvial (§§ 131, 132 e 133). O desvio aritmético exprime competência baixa, certa turbulência que se traduz nas variações das dimensões entre Q_1 e Q_3 . (§ 151). A seleção fala a favor de um meio fluvial (§ 173). O grau aritmético de simetria depõe a favor de águas tranquilas, com enriquecimento da parte fina, com oscilações da assimetria para o lado grosso, demonstrando condições de planos de inundação onde há alternância de períodos de movimentação e de repouso, ritmo este que se reflete em todo sistema fluvial. O grau geométrico de assimetria indica uma maior competência para o transporte do que para a sedimentação, condições estas que a sedimentação fluvial satisfaz plenamente.

3 — *Teor de calcáreo*

A existência de uma sedimentação química de carbonato de cálcio concorrente com a clástica, antipatética à textura argila, indica condições de deposição em águas quedas e límpidas sob controle climático.

Os planos de inundação, as lagoas e planos aluviais mesmo, durante a estação seca, oferecem águas estagnadas onde a precipitação do calcáreo pode tomar lugar. (§ 226).

4 — *Estruturas rochosas*

Os sedimentos exibem freqüentemente estruturas rochosas peculiares ao ambiente fluvial de vale chato, onde há planos de inundação, planos aluviais e deltas fluviais. A fotografia n.º 1 retrata um canal fluvial típico recortando sedimentos de uma fase anterior, com preenchimento posterior, conformando o tipo de estrutura fluvial que os autores ingleses e norte-americanos designam "*cut and fill structure*".

KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 200) abordam este assunto, atribuindo a tais estruturas ambiente deposicional fluvial dizendo que nos leques aluviais e planícies aluviais os rios principais dividem-se em numerosos canais que formam lentes e pequenas folhas de sedimento, caracterizadas por estruturas "*cut and fill*".

TWENHOFEL (66, p. 808) cita tais estruturas como pertinentes a este ambiente, dizendo que os sedimentos depositados nos canais fluviais de um curso migrando sobre um plano de inundação ou sobre lagos jazem em inconformidade sobre a superfície erodida previamente pelo rio.

As estruturas encontradas na série Bauru são típicas de ambiente fluvial. Acresce o aspecto lenticular dos argilitos e conglomerados. As estruturas deltáicas correspondem a deltas instalados nas lagoas, onde se sediava a foz dos tributários que aí desembocavam periodicamente; a tranquilidade dessas águas impedia a dispersão desta acumulação brusca de sedimentos carregados por cursos fluviais satélites, resultando em um ambiente deltáico ideal.

5 — *Litologia*

A litologia da série Bauru é típica para sedimentos depositados em ambiente fluvial. Temos as palavras de TWENHOFEL (66, p. 807) ao definir as rochas de tal ambiente geológico: "Os sedimentos de planos de inundação são principalmente siltes e argilas, porém areias são comuns e cascalhos ocasionais... Os depósitos também contém uma considerável quantidade de material solúvel, precipitado da solução, se-

guinte à evaporação da água contida. Em regiões semi-áridas o carbonato de cálcio e outros sais precipitados da água em evaporação podem atingir alto teor”.

2.º — NATUREZA DOS FÓSSEIS

Os fósseis encontrados na série Bauru indicam biofacies (variação do aspecto biológico em área) continental. Os biótopos são terrestres e fluviais; nos primeiros temos os répteis (crocodilianos, quelônios e dinossauros) e no segundo peixes e moluscos. Trata-se de uma biocenose que vivia em lagoas, planos aluviais e de inundação.

O mecanismo das inundações periódicas, sepulta os restos orgânicos já bem destruídos pela sua deposição sub-aérea, numa zona de intensa oxidação. Por esta razão, como bem acentua TWENHOFEL (66, p. 808), apesar da densa população dêste ambiente, poucos são os restos orgânicos e os fósseis bem preservados, o que aliás é típico nos fósseis da série Bauru. Os achados fósseis tem sido obtidos principalmente na abertura de cisternas para abastecimento de água potável para uso doméstico. Na superfície tem sido raros os encontros; também são raros os exemplares perfeitos.

3.º — CONDIÇÕES GEOGRÁFICAS

O predomínio de estruturas sedimentares graduais e maciças indicam uma acumulação em uma bacia, de acôrdo com a opinião de KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 21). No caso da série Bauru defrontamos com uma bacia assaz extensa em área, assumindo aspecto mais ou menos elítico, sendo que apenas parte recai geogrâficamente no estado de São Paulo. Como o presente estudo circunscreveu-se a êste estado, não foi possível desenhar um mapa da padronagem do ambiente tomando certas propriedades do sedimento como base, tais como textura, côr, composição mineralógica, caracteres estatísticos, exatamente como os estudos de LOWMAN no gôlfo do México, publicados no Am. Assoc. Petr. Geol. Bull. 1949. No mesmo sentido são as pesquisas de KRUMBEIN (38, p. 191) na baía Baratária, onde mapas com respeito a variações do coeficiente de seleção são desenhados em função da sua extensão geográfica, no ambiente da deposição.

4.º — ENERGIA DO AMBIENTE

A energia cinética do meio aquoso, pelas características topográficas do ambiente, foi pequena. Os rios ao atingirem a bacia de deposição perderam e dissiparam a maior parte da energia que os alimentava. A imaturidade textural dos sedimentos indica que houve pouca energia aplicada, incapaz de segregar as classes texturais além da fase da sub-maturidade.

Tratando-se de pequenas massas de água não houve a possibilidade de ser armazenada a energia no meio, como ocorre nos oceanos e grandes lagos. A acumulação foi calma, perturbada exclusivamente pelo ritmo das enchentes. Havia mais energia disponível nos canais, e assim os seus depósitos são mais grosseiros e sub-maturos, ficando os siltitos imaturos pois foram acumulados em planícies de inundação e lagoas na maior parte.

Segundo KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 189) "áreas de alta energia aplicada incluem zonas onde a turbulência é gerada, onde as correntes são mais fortes, onde as forças que mobilizam as partículas são as mais fortes e onde o maior grau de seleção tem lugar. O material mais fino é transferido para as zonas de quietude, para produzir a segregação do material clástico em grupos texturais". Assim, dentro deste critério os siltitos e argilitos representam, com alguns arenitos, áreas *desenergizadas*, com seleção pobre, enquanto que outros arenitos, conglomerados e, principalmente, arenitos não calcáreos, representam áreas de dissipação de energia, com conseqüente boa seleção e sub-maturidade textural. Como na maioria os sedimentos da série Bauru são finos conclui-se que a energia, ao tempo da sua acumulação, já fôra na maior parte dissipada nas calhas fluviais, ficando êstes sedimentos confinados a planos de inundação, lagoas, planos aluviais, deltas fluviais.

c) CONTRÔLE TECTÔNICO DA SEDIMENTAÇÃO

Constitui questão pacífica para todos os geólogos que todo fenômeno da sedimentação decorre de uma complexa resposta geológica ao tectonismo da crosta terrestre. Entretanto alguns não compartilham da idéia de que o contrôle tectônico possa ficar gravado no caráter da sedimentação até ao ponto de permitir, por uma análise posterior, o reconhecimento das fases diastróficas responsáveis pela sua acumulação.

Pesquisas atuais estão mostrando claramente que existe de fato uma relação de causa e efeito entre a tectônica e a sedimentação correspondente. Lamentamos que tais estudos provenham de áreas de tectônica orogênica, de modo que suas conclusões não envolvem ambientes tectônicos exclusivos da epeirogenese como Brasil e África. Na verdade sempre há epeirogenese nos movimentos orogênicos, porém este é processo subordinado.

O controle tectônico da sedimentação da série Bauru foi exercido através de alguns fatores:

1.º — TIPO DE TECTONISMO

Parece FREITAS (16, 17, 18) ter demonstrado cabalmente que o tectonismo suportado pelo Brasil no seu calendário diastrófico, após o Siluriano, foi de natureza epeirogenica. A revolução caledônica encerrou, assim, a orogenese no Brasil.

O tipo de deformação é importante para a sedimentação, conforme acentua KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 320). Por sua natureza os movimentos epeirogênicos são lentos, acelerados à custa de rupturas por falhamento normal, refletindo numa tendência da sedimentação exceder ao grau de subsidência nas bacias sob seu controle. Formam-se leques aluviais, planos aluviais, planos ou planícies de inundação, lagoas e deltas, — um quadro de difícil escoamento das águas correntes continentais.

O clima entra com sua parte no processo; um forte intemperismo químico na fonte do sedimento acelera o aprovisionamento de material para a sedimentação.

2.º — GRAU DE TECTONISMO

Indica a intensidade tectônica em levantamento ou subsidência. Nas áreas de levantamento traz como resultado um aceleração na velocidade de erosão e nas de subsidência um aumento na velocidade de acumulação. Teoricamente movimentos rápidos de levantamento provocam forte erosão e conseqüentemente grande suprimento de material; se ele fôr todo sedimentado resultará espessa deposição, ou então se fôr todo mobilizado resultará em negativa acumulação.

Dêstes fatos resulta uma *razão* entre suprimento e acumulação, falando não em termos tectônicos, mas em termos de sedimentação. Alguns caracteres físicos dos sedimentos da série Bauru podem indicar-lhes o seu grau de tectonismo, o que examinaremos agora.

1 — *Maturidade textural*

Os sedimentos sub-maturos indicam uma subsidência moderada na área de deposição, e os imaturos uma subsidência relativamente rápida, segundo o critério de FOLK (14, p. 129). Um abaixamento relativamente rápido em área sob controle epeirogênico significa o curso de falhas normais acelerantes, como as estruturas da bacia do Paraná o comprovam. Os sedimentos da série Bauru, segundo sua maturidade, indicam uma subsidência contínua, porém com intervalos estacionários, mas nunca elevação alternada graças a ausência de hiatus ou diastemas na coluna de acordo com a opinião de BARRELL (8). Os termos imaturos, em maior quantidade, indicam abaixamento, enquanto os sub-maturos podem ser tomados como registradores de estacionamento tectônico, permitindo certa segregação textural.

2 — *Maturidade mineralógica*

Sob este aspecto os sedimentos em exame são imaturos. Encontramos minerais instáveis misturados com estáveis e moderadamente estáveis na composição mineralógica das suas rochas. Para PETTIJOHN (54, p. 385) a mistura destes elementos indica uma área de alto relevo com topografia madura ou então clima rigoroso; como o clima não era rigoroso segue-se que devemos encarar a primeira alternativa da sua afirmação. Há uma coincidência entre a rápida ou moderada subsidência na área de acumulação e o alto relevo da área de alimentação, o que nos induz a admitir uma elevação, por outro lado, na área de erosão na mesma correspondência de amplitude.

Uma elevação epeirogênica abre um novo ciclo de peneplanização. Sendo o processo lento de erosão por conseguinte permitiu que o intemperismo químico avançasse em relação à velocidade de erosão, mas por outro lado garantiu bom suprimento de material na fonte da sedimentação pois a decomposição química fornece muito mais material do que a desagregação física.

3 — *Ausência de acamamento bem individualizado*

Na estrutura geológica da série Bauru o acamamento é infreqüente, predominando estruturas secundárias, designadas rochosas, tais como a maciça, a gradual, as laminações, formadas no seio de águas tranquilas, perturbadas acidentalmente pelas cheias periódicas. Tal fato é peculiar a uma subsidência relativamente rápida que coloca o sedimento a seguro, sob proteção de um retrabalhamento ou oscilações erosivas que resultariam forçosamente em diastemas e acamamentos pronunciados na estrutura.

4 — *Espessura da série Bauru*

Apresenta-se atualmente com 200 metros no máximo, após toda a erosão cenozóica. Na região de Marília é possível que seja mais espessa caso não intervenham falhas normais.

Esta espessura é pequena comparada com a potência das acumulações em regime de geossinclinal. Justamente o que caracteriza o controle epeirogênico sobre a velocidade da sedimentação é a lentidão do suprimento. Na tectônica da epeirogenese todo um escudo sofre levantamento sem deformação plástica, de modo que uma superfície de erosão pode ser levada a grande altitude porém as relações com a velocidade da erosão dependem, não da altitude absoluta, mas da relativa ao estágio do ciclo de erosão. Nas regiões de orogenese a velocidade da erosão depende da altitude das montanhas recém-formadas.

Poderemos agora falar em termos de sedimentação, isto é, na razão entre suprimento e acumulação. Ficou esclarecido que o levantamento foi rápido na área de erosão e a subsidência foi rápida a moderada na área de sedimentação e que a velocidade de erosão foi retardada em relação à velocidade da decomposição química na zona de produção. Resulta desta verificação que houve pouco suprimento de material para as áreas de deposição, maugrado a relativamente rápida subsidência a que estava submetida; estabeleceu-se um desequilíbrio entre o suprimento e o grau de subsidência, resultando disso a espessura da série Bauru.

Nos movimentos epeirogênicos todo o bloco continental sobe indeformado, trazendo lento rejuvenescimento da drenagem da foz para as cabeceiras, e conseqüentemente lento avanço da erosão linear dos vales que comanda o trabalho erosivo do filete de rolamento responsável

pela escultura do relêvo de erosão normal. Por esta razão a velocidade de erosão se atrasou em relação a velocidade do intemperismo químico produzindo a imaturidade mineralógica dos sedimentos da série Bauru; o feldspato pôde ser eliminado quimicamente até restar 5% fresco, o hidróxido de ferro pôde ser constituído e os minerais moderadamente estáveis foram em parte bem preservados.

Entretanto, considerando-se a origem fluvial da série Bauru, a sua espessura atual medida após o longo trabalho erosivo da erosão cenozóica é consideravelmente grande. Como o suprimento foi parcimonioso devemos inferir que a deposição abrangeu toda uma época do cretáceo, — a superior, segundo o testemunho de fosseis determinados por HUENE (50), e não apenas a um estágio, — o senoniano, como queria esse autor, mesmo porque as divisões européias, que foram aplicadas no caso da série Bauru, são feitas com bases em fosseis invertebrados marinhos.

O Cretáceo superior da Inglaterra, composto de greda (chalk), tem a espessura de 1.200 pés, sendo de origem marinha. Em metros teríamos aproximadamente 400 metros. Comparando-se esta espessura e esta sedimentação marinha com a continental fluvial da série Bauru verificamos que a espessura desta série é razoavelmente grande; dado que o suprimento foi parcimonioso somos obrigados a admitir toda uma época para a deposição deste sedimento.

Rápida subsidência e rápida deposição são condições típicas de geossinclinal. As bacias epeirogênicas são homologas aos geossinclinais de origem orogênica; possuem também rápida subsidência e rápida elevação da área positiva. Nestas últimas nota-se, entretanto, um desequilíbrio entre a subsidência e a rapidez da sedimentação. Estas relações não mais postas em termos de suprimento e acumulação, mas entre subsidência e acumulação, são comentadas por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 363): “a relação entre o grau de subsidência e o de sedimentação nas bacias intracratônicas é parcialmente um assunto das áreas de produção associadas. Se levantamentos complementares são ausentes, a subsidência pode exceder a deposição ou seja os sedimentos não clásticos podem dominar a secção”.

Na série Bauru os sedimentos clasto-químicos dominam em número os exclusivamente clásticos, fato que indica uma subsidência da bacia superior à acumulação. A imaturidade textural indicou rápida subsidência, com fases moderadas, a imaturidade mineralógica indicou ero-

são lenta e intemperismo químico rápido, resultando em suprimento moderado e assim acumulação lenta, fatos todos que são harmônicos entre si, convergindo na explicação de que a série Bauru é razoavelmente espessa não por uma intensidade tectônica forte mas curta, mas forte e longa, substituindo o tempo o desequilíbrio entre subsidência e acumulação de um lado e suprimento e acumulação de outro.

KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 352) definindo o caráter de uma rápida subsidência aliada a uma lenta deposição dizem: "Os sedimentos detritais comumente são de granulação fina, e a deposição pode ser dominada por componentes não clásticos". Os sedimentos da série Bauru são finos e usualmente dominam os termos com cimento calcáreo, denotando o predomínio da sedimentação química, confirmando que a espessura da série é o resultado da duração do processo e não da intensidade tectônica.

5 — *Teor de feldspato*

Constitui outro elemento valioso do sedimento para indicar o controle tectônico. Nos sedimentos da série Bauru o teor não excede a 5%; segundo PETTIJOHN (54, p. 440) "o feldspato é um mineral índice do relevo (e portanto da razão da erosão e da deposição)". A produção de feldspato bem conservado nos sedimentos atinge o máximo nas zonas de orogênese, onde a velocidade da erosão é diretamente proporcional ao levantamento e se adianta ao processo de decomposição. Nas montanhas de epeirogênese, após ao levantamento continental, inaugura-se o ciclo novo de erosão normal com o estágio da juventude, onde a erosão não atingiu o máximo. Resulta disso forte decomposição química na fonte antes do sedimento ser mobilizado pela erosão. Esta somente atinge o máximo ao ciclo entrar na maturidade, segundo JOHNSON (33).

Este teor de feldspato exprime, pois, relações entre a velocidade do processo erosivo e o químico na fonte, além do alto relevo dessa área. Este fato funciona somente em regime de peneplanização em áreas de tectônica de epeirogênese.

3.º — ELEMENTOS TECTÔNICOS

Os elementos tectônicos são partes da crosta terrestre que apresentam configurações devidas a deformações tectônicas. Existem várias

guinte, denota condições francamente continentais e, se houve oscilações epeirogênicas, estas não afetaram o nível do mar para permitir ingressões, tendo sido formada por represamento de águas doces após o degêlo permocarbonífero. O alívio da glaciação trouxe mais tarde uma réplica isostática com elevação da bacia e conseqüente inauguração de uma sedimentação continental rigorosa traduzida pelo deserto do ambiente da sedimentação do arenito de Botucatu. Um reajuste isostático foi acompanhado de intenso vulcanismo basáltico, cuja geologia foi estabelecida em profundidade por LEINZ (45). O excesso de pêso desta erupção básica causaria novo reajuste isostático com afundamento e subsidência da bacia, inaugurando-se então a época da sedimentação da série Bauru acompanhada, evidentemente, de uma revolução no clima de árido para o intercalamento de uma estação altamente pluviosa.

As bacias cratônicas epeiricas podem ser definidas por êste mecanismo, — subsidência e levantamentos alternados durante sua história, com tendência para a soma algébrica dos levantamentos ultrapassar a da subsidência, transformando no fim tais bacias em áreas de erosão. O caráter epeirogênico fica patente na atitude das camadas que não sofrem nenhuma deformação plástica, havendo somente sinais de arqueamento e rupturas por tensão.

4.º — ASSOCIAÇÕES LITOLÓGICAS TECTOTOPAS

O tectotopo representa um conjunto litológico determinativo de um determinado e fixo elemento tectônico. KRYNINE (41), em algumas conferências perante várias associações filiadas à *American Association of Petroleum Geologists*, de Abril a Junho de 1943, revelou-se o pioneiro da idéia de que uma determinada associação litológica guarda respeito a um certo elemento tectônico original e a um correspondente ambiente tectônico. Por ambiente tectônico entende-se a integração dos elementos tectônicos, litologia e ambientes da sedimentação segundo o conceito de TERCIER, citado por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 385). O ambiente tectônico abraça tudo o quanto uma rocha sedimentar pode exprimir geològicamente, e o tectotopo é a chave dessa linguagem.

Para KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 358) as associações litológicas indicam claramente o grau de tectonismo e a espécie de elemento

tectônico abrangido durante sua deposição. Antes de tocarmos no caso do tectotopo da série Bauru, seria interessante examinar as rochas descritas por êsses autores. Tais associações apresentadas são características de bacias do tipo orogênico (com epeirogenese subordinada), abertas para o mar, com circulação restrita ou então posteriormente barradas, não entrando em linha de conta as bacias do tipo epeirico como as brasileiras e africanas. Por esta razão aqueles autores apenas admitem as seguintes associações litológicas tectotopas: 1 — bacia aberta normal (sub-grauvaque, siltito nas côres cinzenta, castanha, vermelha, preta; à vêzes calcáreos carbonáceos, silicosos ou micáceos, e calcáreos espessos). 2 — associação de arcósio em cunhas (arcósio, folhelho siltítico, micáceo ou caolínico, nas côres vermelha e chocolate, com abundante feldspato na textura silte, e calcáreos nodulares, com seqüências de evaporitos). 3 — associação de bacia de circulação restrita em clima árido (arenitos e folhelhos como na descrição 1, calcáreos dominantes, finamente granulados, tipo calcítico, e dolomitos primários densos, citas coralinas de calcáreos e evaporitos). 4 — associação de bacia de circulação restrita com folhelhos pretos (sub-grauvaque, arenitos quartzosos, folhelhos pretos com fauna aberrante, pirita e matéria carbonosa, e calcáreos delgados do tipo de plataforma continental marinha, densos, escuros, com muita matéria orgânica).

Como se observa a bacia de deposição da série Bauru não se enquadra em nenhum dêstes tipos tectotopos. Introduzindo-se um novo elemento na classificação, — o ambiente da sedimentação, temos um quadro mais significativo do ambiente tectônico da série Bauru. Examinando-se o quadro 12-5 de KRUMBEIN & SLOSS (38) apura-se que ao elemento tectônico bacia intracratônica, combinado com o ambiente sedimentar continental, corresponde tectotopamente as seguintes rochas: 1 — arenitos do tipo sub-grauvaque, 2 — filhelhos micáceos cinzentos, verdes, castanhos e vermelhos, 3 — calcáreos. A associação litológica da série Bauru ainda não se ajusta exatamente a esta classificação, porém é a única a que se aproxima mais.

Os arenitos do tipo sub-grauvaque, como são os da série Bauru, indicam condições de sedimentação em elemento tectônico bacia intracratônica ou plataforma cratônica instável; o que determina qual o elemento próprio é a quantidade de arenito contida na associação. Nas bacias intracratônicas essa rocha é predominante, como também o é na

série Bauru, segundo o quadro XIV. Sob êste prisma o sub-grauvaque indicaria ou seria o tectotopo de uma bacia intracratônica.

Os siltitos podem também funcionar como tectotopos; quando maciços, por vêzes calcáreos, indicam sedimentação em bacias intracratônicas, em ambiente gerador fluvial, lacustre ou eólico. A série Bauru possui siltitos, muitos dos quais calcáreos, que se ajustam a êste tectotopismo.

O terceiro tectotopo são os calcáreos puros; quando em leitos delgados, textura maciça ou nodular, indicam sedimentação em bacia intracratônicas. Os calcáreos puros da série Bauru parecem corresponder a esta descrição; raramente aparecem em concentrações de valor econômico. O ambiente gerador privado por tais rochas ainda é fluvial, lacustre ou eólico.

5.º — CICLO TECTÔNICO

Para KRYNINE (41) a crosta terrestre sofre um ciclo de deformações onde o elemento tectônico constitui um mero estágio. Guarda êste ciclo as mesmas relações que o ciclo de erosão normal guarda com respeito à topografia. Entretanto, êsse autor cogita somente de áreas orogênicas, oferecendo algumas limitações ao seu esquema quando se tratar de deformações epeirogênicas. As restrições são as seguintes: "1 — no campo os sedimentos formam pacotes pouco espessos, com grande desenvolvimento de precipitados de origem química; 2 — a litologia em linhas prosseiras é muito mais uniforme e os têrmos rudáceos são subordinados".

Como aconteceu com a análise dos elementos tectônicos e tectotopos, somente em parte os sedimentos da série Bauru satisfazem os conceitos dos tratadistas do assunto. Encontramos, assim, certa dificuldade na localização dos sedimentos da série Bauru nas três fases propostas — peneplanização, geossinclinal e erogenese, dos momentos tectônicos de KRYNINE (41).

Acreditamos ser outro o ciclo tectônico em regiões submetidas exclusivamente a deformações epeirogênicas. Do exame das seqüências estratigráficas e das associações litológicas correspondentes às unidades verifica-se que os episódios epeirogênicos começam por um abaixamento rápido, muitas vêzes auxiliado por falhas de tensão, formando-se as bacias epeiricas intracratônicas e os planaltos nas partes de tectônica

positiva. As bacias são tomadas pela sedimentação alimentada pelos planaltos sob erosão em regime de peneplanização, espessando-se mais a acumulação em função do tempo do que propriamente em razão do abaixamento efetivo da área em subsidência. Segue-se uma fase de oscilações, com levantamento progressivo, de movimento mais lento, resultando em unidades estratigráficas menos espessas, embora tal fato possa ser controlado com maior propriedade pelo clima e pela duração do diastrofismo. Finalmente sobrevém a terceira fase, final, caracterizada por um levantamento geral que inverte a bacia de área de acumulação à posição de área de erosão, surgindo as discordâncias erosivas.

Existe uma notável homologia entre ciclo e o orogênico. A primeira fase do ciclo epeirogênico é homologa à fase do geossinclinal no ciclo orogênico; a segunda corresponde às pulsações do geossinclinal por compressão lateral e a terceira ao dobramento final da cinta orogênica com a formação de montanhas e o geossinclinal passa de área de acumulação à área de erosão, com migração lateral do eixo do novo geossinclinal.

V — ESTRATIGRAFIA

A — ESTRUTURAS SEDIMENTARES

São estruturas rochosas decorrentes do fenômeno da deposição e encontradas nas “unidades da sedimentação” ou “unidades sedimentares”, como o termo é definido por OTTO (54, p. 121), e visíveis no campo. A estrutura geológica é um termo mais amplo que abrange a formação como unidade e toma em consideração o *acamamento* (bedding). A formação tem maior grandeza do que a unidade sedimentar, pode ser mapeada (a unidade sedimentar se puder ser mapeada é uma formação), sendo provida de boa espessura, homogênea, e composta de muitas unidades sedimentares.

Encontram-se na série Bauru as seguintes estruturas sedimentares:

a) ESTRUTURA MACIÇA

Caracteriza-se pela ausência de planos de estratificação ou de acamamento (bedding), sendo fundamental na série. Não são encontradas linhas sucessivas de descontinuidade física que marquem unidades sedi-

mentares ou simples planos de estratificação na maioria do pacote sedimentar. As rochas são maciças passando gradualmente, acompanhadas de mudanças de cor e granulação, de um termo textural ao outro. Este fato fôra observado por **MORAIS REGO** (49, p. 235). Torna-se impraticável tentar dividir a formação que integra a série Bauru em bases litológicas. Existe lateralmente variação, de modo que no conjunto a estrutura corresponde a extensas lentes, maciças, com variação vertical e horizontal.

b) ESTRUTURA GRADUAL

Nos perfis de sondagens a maioria das amostras exhibe estrutura maciça; raramente aparece o acamamento. Entretanto os ensaios granulométricos de toda a coluna demonstram a existência de um acamamento gradual, uma variação vertical na textura das rochas, sem nenhuma descontinuidade física correspondente. Geralmente esta passagem gradual processa-se do arenito ao siltito ou vice-versa. A argila sempre apresenta uma descontinuidade física, porém constitui uma feição menor da estrutura não excedendo seus planos de laminação a mais de 2mm.

Apura-se que além desta variação textural gradual acompanha o mesmo fenômeno a variação de termos calcáreos a não calcáreos.

Na sondagem de Catanduva, amostra G-11, há um argilito de 10cm de espessura que passa excepcionalmente a arenito acima e abaixo na coluna apenas com modificação de cor. Também averigua-se, na amostra G-15, uma passagem gradual desse siltito a um leito milimétrico de argila sem nenhuma heterogeneidade no contacto, exceptuando-se modificação na cor. Na sondagem de Tanabi observa-se a mesma gradação de arenitos a siltitos e vice-versa sem nenhum plano físico de heterogeneidade. Na sondagem de Jales há passagem gradual de uma rocha à outra em toda a coluna sem corresponder nenhum elemento físico estrutural. A sondagem de Lins ainda é mais homogênea fisicamente, embora tenha grandes variações texturais, fato extensivo à sondagem de Marília.

Este é um fenômeno normal na série Bauru o que explica satisfatoriamente a estrutura maciça das rochas apesar das grandes variações texturais apuradas na análise mecânica dos seus sedimentos.

c) ESTRUTURA LAMINADA

Corresponde a uma laminação de corrente (current bedding), isto é, à variação ligeira da estratificação expressa em lâminas muito finas sem

contudo construir um plano físico de heterogeneidade marcante como o acamamento. São, segundo PETTIJOHN (54, p. 122) “flutuações momentâneas da velocidade da corrente”.

A pouca competência do veículo no momento da deposição, a quietude geral das águas no ambiente, eliminaram grandes vicissitudes físicas capazes de gerarem o acamamento.

1.º — LAMINAÇÃO INCLINADA PARALELA

Constitui um tipo especial de laminação inclinada (*inclined Bedding*). Nos canais abertos pela erosão fluvial em depósitos prévios deu-se uma sedimentação subsequente de enchimento (*cut and fill*), com lâminas paralelas de 2mm de espessura, porém inclinadas de 5 a 10 graus talvez pela agitação da água em movimentos ritmicos em um embasamento com essa inclinação original. Os minerais pesados foram assim segregados mecânicamente por um periódico aumento de competência e depositados em superfície inclinada; quando o veículo caía em perda de competência sobrevinha a deposição dos leves, resultando dêsse mecanismo, parecido com a sedimentação marinha em praias inclinadas, um paralelismo de leitos claros e escuros com a espessura média de 2mm.

Como presentemente nos processos geológicos, a agitação rítmica da água, nos lagos, lagoas ou no mar que geralmente são massas estacionárias, quando em inundações ou tempestades, provoca a sedimentação alternada de leitos claros e escuros horizontais. Se a superfície de deposição fôr inclinada os depósitos assumem o ângulo natural de inclinação do embasamento.

A fotografia n.º 1 ilustra êste tipo de estrutura sedimentar, notando-se um conglomerado basal erodido, seguindo-se um enchimento de arenito com laminação de corrente inclinada paralela e finalmente uma segunda erosão com subsequente enchimento final do canal por um arenito de estrutura maciça (G-17).

2.º — LAMINAÇÃO INCLINADA CRUZADA

Corresponde à laminação cruzada (*cross-lamination*) dos autores ingleses (PETTIJOHN, 54, p. 132). Constitui uma laminação inclinada onde os planos minutos de estratificação não são paralelos, como no primeiro caso, mas se cruzam com convexidade. São laminações irregula-

res, lenticulares muitas vezes, imbricadas e cruzadas como mostra a fotografia n.º 3. Caracteriza uma laminação típica de movimento turbulento da água corrente, ao contrário da laminação inclinada paralela que se dava em massas estacionárias de água com movimento rítmico.

Assim, segundo KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 156) “o fluxo turbulento desenvolve-se quanto a velocidade excede as restrições das forças de viscosidade”. Não padece dúvida que esta estrutura deriva de brusca modificação da velocidade do veículo e, conseqüentemente, grande variação na sua competência.

Estas feições estruturais aparecem sempre ligadas a arenitos, subordinadas portanto a uma maior competência do veículo em comparação com a responsável pela acumulação dos siltitos e argilitos. A presença de depósitos de enchimento constituídos de arenito em canais fluviais esculpados em sedimentos prévios denota perfeitamente a vigência de um ambiente fluvial clássico; já nos siltitos e argilitos, cuja deposição demanda condições físicas de maior tranquilidade, temos águas estacionárias dos planos de inundação e lagoas, porém sem laminações deste tipo.

3.º — LAMINAÇÃO HORIZONTAL

Este tipo corresponde ao *lamination* de PETTIJOHN (54, p. 127). É um tipo de estrutura sedimentar formada por leitos milimétricos e alternados de material escuro com claro, e dispostos horizontalmente. Segundo esse autor aparecem como alternâncias de material mais ou menos distintas que diferem umas das outras em tamanho do grão ou composição. Comumente tem 0,05 ou 1,0 mm de espessura.

A sondagem de Catanduva exhibe na amostra G-3 uma destas laminações horizontais, com leitos de minerais opacos alternados com minerais leves, como se observa na fotografia n.º 2.

Estas feições estruturais não conferem nenhum sentido de acamamento que possa ser tomado para base de divisão da série Bauru. A horizontalidade destas lâminas, providas de composição mineralógica e textura diferentes entre si, sugere uma sedimentação em águas estacionárias cortadas por fase de relativa movimentação, quando correntes trariam a variação de competência necessária para proporcionar os fatos apurados na laminação. Os minerais opacos e pesados sofrem uma concentração resultantes de uma diminuição da competência, enquanto um aumento corresponde fatalmente à uma precipitação do material leve

mais grosseiro que o equivalente hidráulico dos pesados. Resulta nesse mecanismo uma perene suspensão da fracção argila, pois não há oportunidade física para a sua deposição, em larga escala.

d) ESTRUTURA DESLIZANTE

Um tanto rara na série Bauru. Parece ser nitidamente post-formational, formada por leitos de argila corrugados, metidos dentro de siltitos e arenitos. As figuras 4 e 5 reproduzem o aspecto de tais feições estruturais encontradas em testemunhos de sondagens. São deformações do tipo adiastrófico.

e) ESTRUTURA DELTÁICA

Muito freqüente na série Bauru. A figura 3 reproduz uma destas estruturas fotografada sob o n.º 3. São formadas na desembocadura dos rios nos planos e planícies de inundação, nas lagoas ocasionais, onde a corrente fluvial encontrava súbitamente águas estacionárias. Os depósitos, por esta razão, são mais grosseiros. Geralmente na base ocorre conglomerado, seguindo-se nas camadas da frente e do tôpo o arenito, freqüentemente calcáreo graças ao regime de deposição deltáica em águas quedas, onde tem lugar a precipitação do carbonato de cálcio.

B — ESPESSURAS

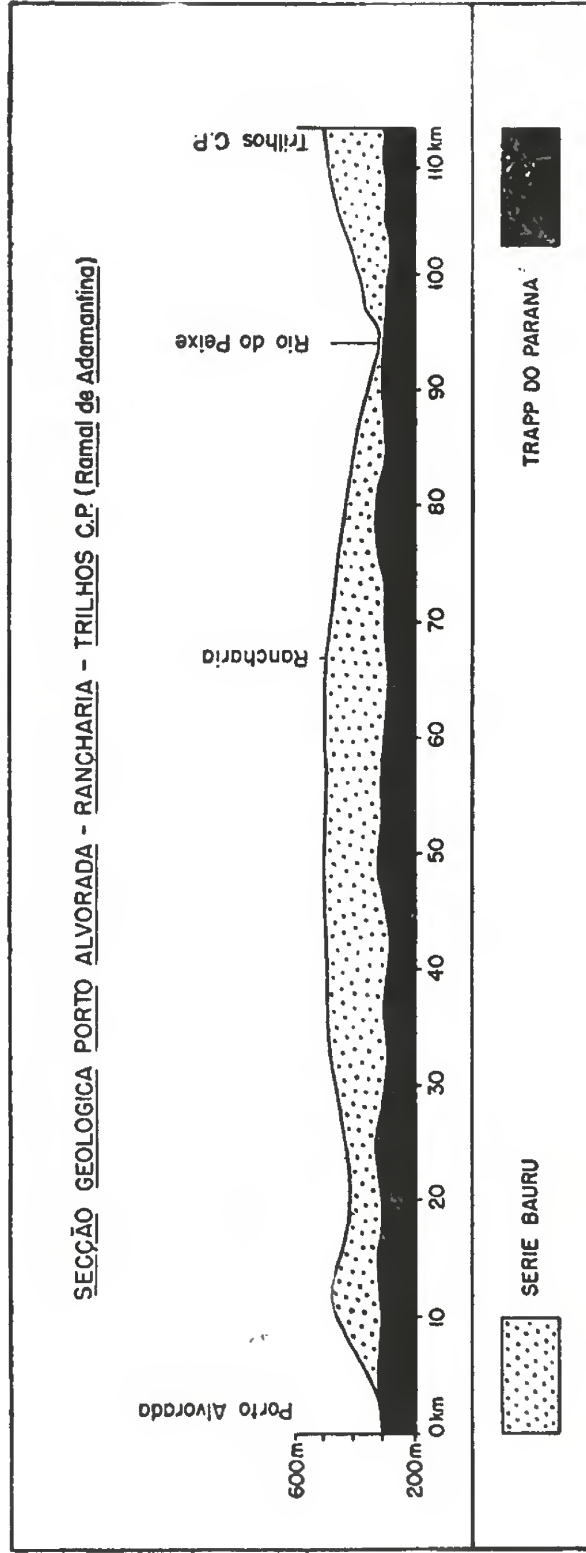
A série Bauru não apresenta espessuras superiores a 200 metros. Os principais dados provêm de perfis de sondagens e, subsidiariamente, de secções geológicas no campo.

a) PERFIS DE SONDAgens

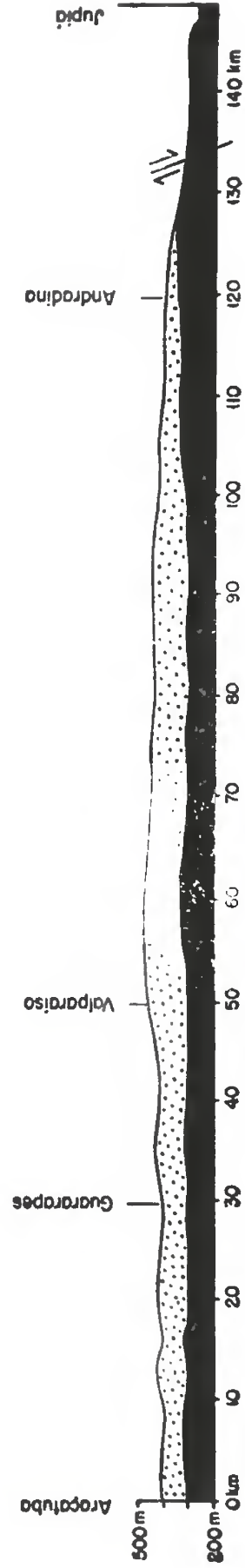
Vamos repetir aqui algumas sondagens e perfis de poços para captação de água subterrânea já apresentados atrás, abertos pelo Cia. T. Janér, Pamec Ltda. e pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, sem dados sobre a vasão já consignados.

1.º Marília, I. G. G. poço 1	101m
2.º Marília, I. G. G. poço 2	132m

SECÇÃO GEOLOGICA 1



SECÇÃO GEOLOGICA ARAÇATUBA - JUPIÁ



SECÇÃO GEOLOGICA 2

3.º	Itajobí, Pamec Ltda. n.º 2	77m
4.º	Votoporanga, I. G. G. poço 1	113m
5.º	Uchoa, Pamec Ltda.	88m
6.º	Catanduva, I. G. G.	91m
7.º	Tanabí, I. G. G.	67m
8.º	Jales, I. G. G.	130m
9.º	Lins, I. G. G.	90m
10.º	Catanduva, C. Frank	82m

Todos êstes poços atingiram a lapa de basalto, existindo outras perfurações que não foram até a base por ter sido obtida vasão compensadora.

1.º	Monte Azul, poço 2	155m
2.º	Monte Azul, Faz. Sta. Lúcia	60m
3.º	Monte Azul, poço 1	100m
4.º	Garça, J-560 (Cia. T. Janér)	120m
5.º	Piraposinho J-567 (Cia. T. Janér)	83m

b) SECÇÕES GEOLÓGICAS

1.º — PÔRTO ALVORADA-RANCHARIA-BASTOS

Extensão 114km — Direção NNE-SSW

- 1 — Km 0, Pôrto Alvorada; rio Paranapanema
Altitude 310 m.
Contacto série Bauru — basalto
- 2 — Km 12, Estrada Pôrto Alvorada-Rancharia
Altitude 500 m
Arenito Bauru

Nesta extensão de 12 km mede-se uma espessura de 190 m, louvando-se nas estações 1 e 2.

- 3 — Km 17, Estrada Pôrto Alvorada Rancharia
Altitude 432m
Arenito Bauru, amostras O-1
- 4 — Km 37, Cruzamento Rodovia São Paulo-Pres. Prudente
Estrada Pôrto Alvorada-Rancharia
Altitude 500 m
Arenito Bauru

- 5 — Km 67, Rancharia, Estação E. F. S.
Altitude 500 m
Arenito Bauru
- 6 — Km 95, Estrada Rancharia-Bastos: Ponte rio do Peixe
Altitude 310 m
Contacto série Bauru, basalto
- 7 — Km 114, Bastos
Altitude 500 m
Arenito Bauru

Grau de confiança: temos 19 km do rio do Peixe a Bastos, dando uma espessura de 190 m para a série, exatamente a apurada no parágrafo 463. Esta coincidência parece-nos não ser casual mas refletir uma espessura real da série nesse percurso. Ademais qualquer perturbação tectônica, caso existisse, apareceria no cômputo dêsses 19 km de percurso com os 12 km anteriores. Na secção geológica n.º 1 nos afigurou razoável a interpolação do embasamento de basalto nessa cota de 300 metros a 310 metros. Também a espessura encontrada foi assumida em uma extensão relativamente curta e nada no terreno sugere um tectonismo perturbando a lapa de basalto.

2.º — ARAÇATUBA-JUPIÁ'

Extensão 148 km — Direção SE-NW

Esta secção estende-se paralelamente aos vales dos rios Aguapeí e Tietê. Êstes dois rios distam 60 a 70 km um do outro em linha reta e correm sôbre o basalto na cota de 320 m. Sòmente perto do rio Paraná, a uns 20 km da sua foz, êstes rios caem de altitude devido a falhas que são responsáveis pelos saltos encontrados, como o de Itapura no rio Tietê e cachoeira dos Botelhos no rio Aguapeí.

- 1 — Km 0, Araçatuba
Altitude 420 m
Arenito Bauru
- 2 — Km 28, Guararapes
Altitude 420 m
Arenito Bauru

3 — Km 50 Valparaíso

Altitude 520 m

Arenito Bauru

4 — Km 120, Andradina

Altitude 378 m

Arenito Bauru

5 — Km 148, Jupiá

Altitude 250 m

Basalto

Em tôdas estas estações, lateralmente em uma distância de 30 km em linha reta, temos o basalto aflorando mais ou menos na cota de 320 m. Grau de confiança: resulta dêstes dados uma espessura aparente de 200 m no máximo para a série Bauru. A secção estrutural n.º 2 tem sua fidelidade na cota de afloramento de basalto, uniforme ao longo do Tietê e Aguapeí; parece-nos perfeitamente justo interpolar a lapa basáltica da série Bauru nessa cota do perfil do geológico. Dêste fato aparece a série com uma espessura de 200 m.

Há evidências topográficas de falhamento entre Andradina e Jupiá, pois o basalto que aflorava nos rios Tietê e Aguapeí na cota de 320 metros mais ou menos passa à cota de 260 m com concomitante aparecimento de cachoeiras. Fisiograficamente quando se encontra uma cachoeira em uma rocha homogênea e resistente, sem haver nenhuma correlação entre a rocha e a topografia, estamos estruturalmente em face de uma falha normal. Nestes termos devemos interpretar as cachoeiras que formam vários degraus de falhas normais, como muro para SE, ao longo dos rios que fluem para NW.

3.º — SANTO ANASTÁCIO — RIO PARANA'

Extensão 70 km — Direção SE-NW

Como na secção 2 o basalto aflora lateralmente em rios paralelos à direção da secção 3, na cota de 280-300 m dando a fidelidade dos dados usados na construção dêste perfil.

1 — Km 0, Santo Anastácio

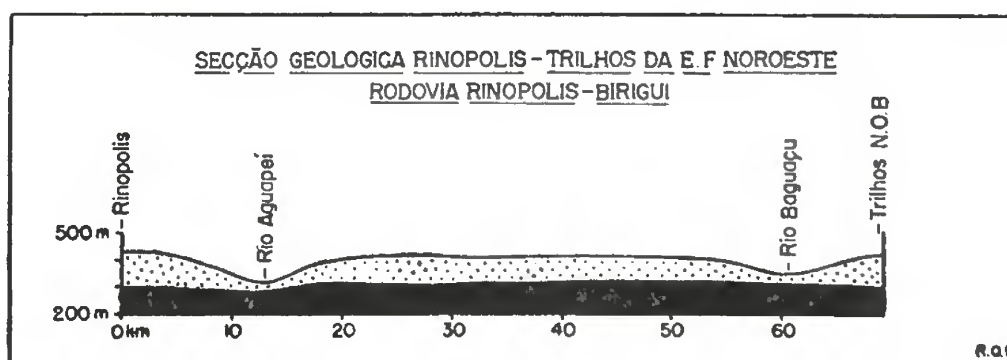
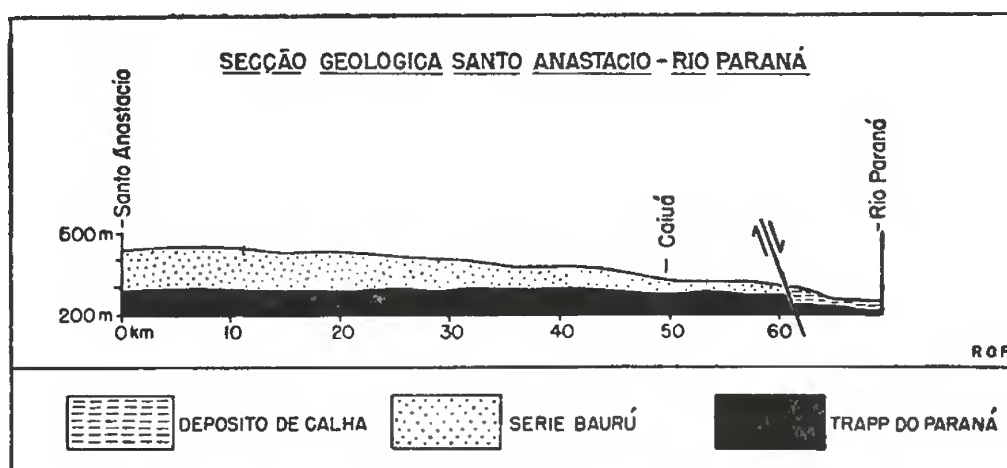
Altitude 430 m

Arenito Bauru

- 2 — Km 12, Amostra N-1
Altitude 430 m
Arenito Bauru
- 3 — Km 49, Caiuá
Altitude 310 m
Arenito Bauru
- 4 — Km 70, rio Paraná
Altitude 240 m
Depósito de calha fluvial, P-1

Resulta destes dados uma altitude máxima no perfil de 150 m. No rio Paraná o basalto acha-se capeado por uma formação de estra-

SECÇÃO GEOLÓGICA 3



SECÇÃO GEOLÓGICA 4

tificação deltáica, cor vermelha, referida sob a amostra P-1. A altitude do basalto neste local em comparação com a sua posição a 20 km, na

cota de 280 m, indica a presença segura de uma falha normal capaz de regeitá-lo de uma altitude uniforme naquela cota para menos de 240 m. Fisiograficamente encontram-se saltos nos rios que desembocam no rio Paraná, correndo sobre basalto; tratam-se de falhas, segundo o critério geomorfológico discutido previamente.

4.º — RINÓPOLIS — TRILHOS E. F. NW. BRASIL
RODOVIA RINÓPOLIS-BIRIGUI
Extensão 70 Km — Direção SSW-NNE

- 1 — Km 0, Rinópolis
Altitude 420 m
Arenito Bauru
- 2 — Km 13, rio Aguapeí
Altitude 320 m
Basalto
- 3 — Km 61, rio Baguaçu
Altitude 350 m
Arenito Bauru
- 4 — Km 70, Trilhos NW. Brasil
Altitude 400m
Arenito Bauru

Grau de confiança: de Rinópolis até o rio Aguapeí há 13 km sem aparente perturbação tectônica, proporcionando 100 m de espessura para a série. Na localidade de Brejo Alegre, à margem esquerda do rio Tietê, a altitude é de 345 m com uma distância de 20 km de Birigui; deste fato resulta uma espessura de 55 m para a série dado que a altitude das camadas é horizontal. A estrutura foi interpolada com base nesta fidelidade.

A direção SSW-NNE corresponde a uma orientação tectônica onde ocorrem linhas de falhas que causam as sucessivas quedas e saltos dos cursos fluviais que demandam o rio Paraná. Toda secção geológica paralela goza do privilégio da horizontalidade da altitude da estrutura geológica e, portanto, uniformidade de cota. A direção WNW-ESE, ortogonal a esta, é paralela ao mergulho das camadas e mostra, por isso, a intervenção de falhas ao longo das secções geológicas como as n.º 2 e 3.

c) DISCUSSÃO

Nas secções de campo a espessura obtida varia muito, atingindo um máximo de 200 m. Muitas causas podem ser invocadas na sua explicação; de um lado o próprio caráter da sedimentação continental e de outro as condições topográficas atuais. Relacionando-se a espessura dos poços com a sua situação topográfica apura-se que os poços abertos nos vales são menos espessos que os congêneres perfurados no espigão. Os poços de Catanduva, Tanabí, Lins, Uchoa, Itajobí localizam-se nos vales, enquanto que os de Jales e Vutoporanga no espigão. Os poços de Marília, represa norte, estão situados na baixada, ao pé da serra, e apesar disso são espessos, com 101 m (n.º 5), cota da boca 450 m e tôpo da serra 600 m. Somando-se aos 101 m cêrca de 150 m de desnível da serra obtemos 251 m de espessura para a formação tôda; esta espessura consiste na única exceção obtida em tôdas as medidas de campo e ou ela é real ou então resulta de um falhamento normal.

As secções geológicas conferem maior espessura à série Bauru do que as medidas de sondagens; acontece que as medidas de campo são realizadas sempre entre os extremos altimétricos, de um lado o ponto mais baixo do contacto com a lapa de basalto no fundo dos vales e de outro o tôpo no espigão. As sondagens, ao contrário, geralmente ficam a meia encosta ou então com maior freqüência no vale, subtraindo grande extensão no perfil vertical.

C — FACIES

Adotamos a definição expressa por KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 267) e proposta por MOORE: "Facies sedimentar é definido como qualquer parte, com área restrita, de uma unidade estratigráfica e que exiba caracteres significativamente diferentes daqueles de outras da mesma unidade".

Este conceito comporta duas divisões, — litofacies e biofacies; o primeiro abrange variações, em área, da litologia e o segundo variações, em área, das faunas. As delineações de ambos no campo e na mapeação podem ser coincidentes ou independentes.

Em superfície, com variação em área, a série Bauru admite apenas 3 modificações litológicas correspondentes a três litofacies: 1.º conglomerático, 2.º arenítico e 3.º argilítico. Existe um quarto litofacies, po-

rém raríssimo, o calcáreo, pouco encontrado no estado de São Paulo, âmbito de nosso trabalho.

Os siltitos, como foram discutidos no parágrafo 445, confundem-se com os arenitos no campo, pois não há nenhum elemento de heterogeneidade física correspondente à modificação textural. Nestas condições os siltitos ficam incorporados aos arenitos para efeito de expressão faciológica em área.

Tôdas estas rochas são litotopos de ambiente fluvial; os conglomerados litotopos de planos aluviais e calhas fluviais, podendo também estarem ligados a estruturas deltáicas, os arenitos litotopos de planícies de inundação, planos aluviais, calhas fluviais e deltas, e os siltitos litotopos de planícies de inundação e lagoas.

Observa-se no campo um litotopo conglomerado basal separado dos demais litotopos por uma discordância erosiva, mostrando que esta descontinuidade física exprime duas unidades estratigráficas distintas porque há, concomitantemente, grande expressão geográfica em área acompanhando. Este conglomerado basal pode faltar eventualmente.

O biofacies da série Bauru é constituído de répteis na sua maior expressão em área; secundariamente moluscos e peixes, raramente restos de insetos. Os répteis e insetos são biotopos terrestres; os répteis são biotopos de planos de inundação, lagoas, rios, planos aluviais. Os moluscos e peixes biotopos aquáticos.

D — RITMOS CLÁSTICOS E CALCÁREOS

Da inspecção dos perfis de sondagens verifica-se uma variação na deposição em função de rochas clásticas e clasto-calcáreas. Para apurar esta oscilação da sedimentação em termos quantitativos, desde que falta uma descontinuidade física entre vários termos, deve-se apelar para uma relação numérica entre a proporção das rochas clásticas para a das clasto-químicas, conforme expõe o quadro XXIII. Pelo exame dêste quadro apura-se que na série Bauru predominam os termos clasto-calcáreos como representantes das condições físicas ótimas do ambiente da deposição.

Acima do índice 1.0 predominam os termos clásticos e abaixo os termos clasto-calcáreos. Sòmente na sondagem de Catanduva há um índice superior a 1.0, com o valor 1.8, indicando o predomínio de rochas clásticas.

A mesma ordem de relação pode ser feita dentro dos termos exclusivamente clásticos para apurar qual a rocha clástica mais freqüente, segundo dados no quadro XVIII.

Na relação arenito-siltito, o valor do índice sendo superior a 1.0 indica predominância do arenito. Sòmente a sondagem de Lins possui siltito em maior quantidade. Como esta rocha é um litotopo de lagoas e planícies de inundação temos que admitir nesse local a existência de uma antiga lagoa ou plano de inundação cretáceos. Comparando-se os vários índices A-S das diferentes sondagens averigua-se que a sondagem de Tanabí possui maior quantidade de arenitos sôbre siltitos do que as demais. Como o arenito é um litotopo de calhas fluviais, deltas, planos aluviais e até de planícies de inundação, pode significar nesse local qualquer um dêsses tipos do ambiente fluvial.

A relação arenito-argilito indica, por outro lado, a proporção entre as duas rochas no total da sondagem. O valor superior a 1.0 indica o domínio de rochas da textura areia, sendo êste o caso geral nas amostras de sondagens da série Bauru. A sondagem que possui o índice maior de arenitos sôbre argilitos é a de Jales e a menor é a de Lins, comprovando o domínio da sedimentação textural mais fina nesta sondagem, o que coincide com o litotopo de lagoas.

Nas sondagens não existe nenhum conglomerado analisado mecanicamente; nestas condições não há com que dividir o número de arenitos encontrado e assim o índice é igual ao número de arenitos.

Conclui-se que o litofacies arenítico é o mais freqüente e portanto aquele deve aparecer em maior área numa mapeação da série Bauru. A julgar o arenito pelo litotopo que caracteriza, o tipo de ambiente fluvial mais comum na área de sedimentação da série Bauru era composto de planos de inundação, deltas, planos aluviais e calhas fluviais.

E — DIVISÃO

A série Bauru consiste em uma única formação ou seja uma unidade-rocha no conceito de KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 26) gerada em uma unidade-tempo correspondente à época superior do período cretáceo. Compõe-se de um pacote de sedimentos, com várias unidades sedimentares (sedimentation-unit), delimitado na coluna estratigráfica do estado de São Paulo por três elementos físicos distintos: — discordâncias, litologia e posição.

a) NOMENCLATURA

O fundamento da unidade-rocha é a formação, uma unidade litogenética sem ter que responder pelo tempo geológico gasto na sua acumulação. Uma unidade-rocha pode abranger uma ou mais unidades-tempo da geocronologia.

QUADRO XVII

SONDAGENS	CLÁSTICOS	CLASTOCALCÁREOS	ÍNDICE
CATANDUVA	11	6	1.8
TANABÍ	7	10	0.7
JALES	10	15	0.6
LINS	7	8	0.8
MARÍLIA	1	10	0.1

ÍNDICES CLASTOCALCÁREOS

QUADRO XVIII

SONDAGENS	A/S	A/AG	A/C
CATANDUVA	3.0	12.0	12.0
TANABÍ	7.5	15.0	15.0
JALES	2.5	18.0	18.0
LINS	0.7	6.0	6.0
MARÍLIA	4.5	9.0	9.0

RELAÇÃO ENTRE OS CLÁSTICOS

A = ARENITO

S = SILTITO

AG = ARGILITO

C = CONGLOMERADO

A formação Bauru (= série Bauru) pode ser dividida estratigraficamente em dois membros. O basal consiste em um conglomerado fluvial, com expressão geográfica em área, liticamente bem caracterizado e separado do outro membro superior por uma discordância erosiva frequentemente. O outro membro, superior, consiste em um arenito, muitas vezes com estrutura gradual onde a textura areia passa imperceptivelmente à siltica, e vice-versa, com expressão geográfica em área; lateralmente ou verticalmente este facies litológico comum passa ao litofacies argilítico ou conglomerático, os quais não possuem expressão em área, não são mapeáveis, e por isso não podem receber a classificação de membros. Estratigraficamente são unidades sedimentares menores dentro do litofacies arenítico.

Os dois membros integrantes da formação Bauru são divididos em: 1.º membro Itaquerí e 2.º membro Bauru. O litofacies calcáreo é raro na série Bauru no estado de São Paulo. No triângulo mineiro, próximo a Uberaba, ocorre este litofacies em regular extensão. Os litofacies conglomerático e argilítico devem ser encarados como variação faciológica do membro Bauru, sem expressão estratigráfica a não ser como línguas, leitos ou lentes no conceito de KRUMBEIN & SLOSS (38, p. 29).

O membro Itaqueri ocupa posição basal, descansando em desconformidade sobre o "trapp" tanto nas sondagens como nas secções de campo, tendo continuidade física e litológica horizontal e expressão geográfica em área. Pode faltar em algumas secções e, neste caso, o membro superior descansa diretamente sobre a superfície irregular da lava.

O membro superior ou Bauru caracteriza-se por um arenito que descansa em desconformidade sobre o membro Itaquerí na maior parte das vezes; em alguns lugares a passagem textural é gradativa. Dentro destes membros, como já foi referido de passagem, encontramos vários facies: 1 — litofacies arenítico (cuja expressão geográfica o individualiza em membro), 2 — litofacies argilítico e 3 — litofacies conglomerado. Uma fotografia mostra o litofacies argilítico em um leito dentro do membro Bauru. (n.º 10).

O quadro XIX mostra as relações faciológicas e estratigráficas e correspondente cronologia das divisões e litologia da série Bauru. O que caracteriza a segregação do conglomerado basal em membro Itaquerí é justamente a sua continuidade física e geográfica e a sua separação do outro membro usualmente por uma discordância erosiva. Os

demaís conglomerados encontrados dentro do membro Bauru tem forma de leitos ou lentes, morrendo lateralmente, como mostra a fotografia n.º 1. Também a fotografia 9 ilustra o mesmo fenômeno. Estes depósitos conglomeráticos dentro do litofacies arenito são comuns; referem-se a acumulações na calha dos rios, em canais erodidos no arenito, muitas vezes reduzido a um leito delgado como exhibe a fotografia n.º 13. Estes depósitos não descansam em alguns casos numa superfície erodida, mas representam simples oscilação da competência do veículo.

b) POSIÇÃO

Situando a posição estratigráfica da série Bauru na coluna geológica do estado de São Paulo surge, naturalmente, o problema da existência da formação Caiuá que WASHBURNE (70, p. 72) admite localizada entre o "trapp" basáltico e a série Bauru. Os nossos estudos estratigráficos conduzem à negativa da existência desta formação no estado de São Paulo como unidade estratigráfica situada entre o tópo do "trapp" do Paraná e a base da série Bauru.

A série Bauru descansa em desconformidade sobre a superfície irregular do "trapp" diretamente, sem nenhuma formação geológica intermediária, com fundamento nas seguintes observações de campo e fatos de laboratório pertinentes às características do sedimento.

1.º — PERFIS DE SONDAGENS

Em todos os perfis de sondagem, não apenas os analisados pelo autor, como também nos executados pelas companhias especializadas para captação de água subterrânea, a série Bauru repousa invariavelmente sobre o basalto, quer na forma de um conglomerado, quer na forma de uma brecha, constituindo o mebro Itaquerí.

Não podemos substituir os testemunhos das sondagens referidas porque oferecem amostragem contínua, com material fresco. Também o emprêgo de métodos seguros de petrografia de sedimentos, como análise granulométrica, análise estatística, análise textural, grau de arredondamento, composição mineralógica nos testemunhos de sondagem não podem evidentemente ser comparados com o empirismo de WASHBURNE (70) nos seus resultados.

O estudo petrográfico de tôdas as colunas de sondagens revelou tratar-se sistematicamente, de alto a baixo, de uma mesma formação geológica, — a série Bauru. Nada surgiu como indicador de uma camada com as características da formação Caiuá.

QUADRO XIX			UNIDADE TEMPO	SERIE BAURU	
			PERIODO	CRETACEO	
			EPOCA	SUPERIOR	
LITOFACIES					
UNIDADE ROCHA			MEMBRO BAURU	MEMBRO ITAQUERI	
			FORMAÇÃO BAURU		
			CORRELAÇÃO ESTRATIGRAFICA		
			1- Facies conglomeratico 2- Facies arenitico-siltitico 3- Facies argilitico		

2.º — SECÇÕES GEOLÓGICAS

As secções geológicas, executadas em uma época em que o território do estado se acha cortado por boas estradas de rodagem, permitiram um grau de confiança superior ao do tempo de WASHBURNE (70). Alguns percursos mostraram no campo a série Bauru repousando diretamente sôbre um embasamento basáltico, tais como: 1 — Araçatuba-Jupia, 2 — Pôrto Alvorada-Presidente Prudente, 3 — Santo Anastácio-Rio Paraná, 4 — Rubião Júnior-Botucatú. Também ao longo das rodovias modernas que cortam a série Bauru observa-se sempre o basalto como formação geológica subjacente.

Além da região do planalto de São Carlos, na rodovia para Araraquara, para Analândia ou para Ribeirão Bonito, outras estradas mostram o mesmo fato da série Bauru aparecer nos cortes sôbre o “trapp” basáltico tais como: 1 — Santo Anastácio-Gracianópolis, 2 — Gracianópolis-Andradina, 3 — Andradina-Itapura, 4 — Vutoporanga-Fernandópolis, 5 — Fernandópolis-Jales-Três Fronteiras, 6 — José-Bonifácio-Penapolis, 7 — Penapolis-Rinópolis-Bastos, 8 — Monte Alto-Jaboticabal-Barrinha, 9 — Bauru-Iacanga, 10 — Novo Horizonte-Itajobí-Catanduva, 11 — Assis-Presidente Prudente, 12 — Franca-Ribeirão Preto, 13 — Salles Oliveira-Franca, 14 — Mórro Agudo-Orlândia, 15 — Orlândia-Sales Oliveira, 16 — Itaqueri-São Pedro.

MORAES RÊGO (49, p. 248) falando do arenito Caiuá nega a sua existência: “Todavia não se conhecem exposições dêste último arenito. Tôdas as observações mostram que as areias inconsistentes ou o arenito Bauru assentam sôbre as eruptivas, o que seria de esperar dada a resistência das rochas”.

Aquele autor apresenta três secções geológicas onde a série Bauru assenta em desconformidade sôbre o “trapp”. A primeira do rio Paraná a Santo Anastácio, a segunda de Rubião Júnior a Botucatú e a terceira de Araraquara ao rio Grande.

O próprio WASHBURNE (70, p. 77) faz restrições à formação Caiuá, pois afirma não ter encontrado nenhuma exposição dêste arenito no planalto do estado de São Paulo.

A formação Botucatú parece não entrar diretamente em contacto com a lapa da série Bauru. Algumas razões militam contra êste contacto direto entre a série Bauru e o arenito Botucatú:

1 — Em todos os perfis de sondagem a série Bauru assenta em desconformidade sobre a lava, indicando uma fase erosiva prévia bastante longa. Tomando-se a resistência das rochas em um longo período de abrasão segue-se que o arenito Botucatú, caso existisse, teria, pela sua resistência fraca, sido removido na fase erosiva pré-Bauru.

2 — Na contribuição das rochas matrizes da série Bauru não entra em linha de conta o fornecimento de material por parte de uma formação arenosa prévia, como seria o caso tanto do arenito Botucatú, como o Caiuá, por definição eólicos. O grau de arredondamento, a composição mineralógica, a granulometria, a composição textural e o coeficiente de seleção do sedimento da série Bauru não admitem a contribuição de sedimentos prévios, muito menos de sedimentos eólicos (Caiuá e Botucatú), que pelos seus atributos típicos marcam qualquer contribuição que porventura fizessem.

3 — O arenito Botucatú presentemente exposto ocupa áreas específicas situadas na frente da orla basáltica, por um mecanismo de erosão diferencial post-cretáceo, ajudado por falhas, atuando em uma escarpa de linha de falha obsequente, a qual inverteu o relevo original para o lado do teto protegido pelas capas eruptivas basálticas. Como corolário deste mecanismo a série Bauru fica coroando o planalto basáltico e nunca abaixo, mostrando que a atual exposição do arenito Botucatú surgiu graças à erosão post-cretácea. (ver secções geológico-estruturais).

Por estas razões fisiográficas e pela posição estrutural do arenito Botucatú sempre considerado infra-basáltico, acreditamos ser difícil o seu contacto diretamente com a série Bauru, sobre uma superfície discordante. Não negamos a possibilidade dêsse contacto, principalmente considerando que o arenito Botucatú, quando metamorfozado pelo magma basáltico, torna-se uma rocha muito resistente, tanto que é essa rocha queimada pela efusiva que forma as escarpas das serras basálticas atuais. No campo, quando a série Bauru e o arenito Botucatú se acham profundamente alterados é difícil separar ambas as formações.

Existem depósitos terciários de arenitos provenientes da lavagem do arenito Bauru que descem encostas e mascaram o contacto entre a série Bauru e a lava. Este fato se observa no alto da serra de Cuscuzeiro, na sua parte em contacto com o planalto de São Carlos, onde a estrada de rodagem de São Carlos para Rio Claro, pavimentada, desce para Visconde de Rio Claro.

3.º — COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DA SÉRIE BAURU

O resíduo pesado das rochas da série Bauru indica sua proveniência de rochas eruptivas basálticas em maior parte; subsidiariamente entra a contribuição do embasamento cristalino. Caso a formação Caiuá existisse de permeio, sua contribuição seria fatal e enfática nos minerais pesados transferidos para o sedimento Bauru por retrabalhamento. Poder-se-ia contrapor com a afirmação de que o arenito Caiuá estaria não na zona de alimentação da série Bauru, mas na de deposição e assim não entraria como contribuinte compulsório desse sedimento. Entretanto, caso isto fôsse real, mais uma razão fortíssima para ser encontrado o arenito Caiuá no fundo dos perfis de sondagem na série Bauru que atingem o embasamento basáltico, mas que a realidade dos fatos mostra contrariamente.

4.º — GRAU DE ARREDONDAMENTO

O grau de arredondamento dos grãos dos sedimentos da série Bauru colocados logo acima do contacto com as eruptivas basálticas nos testemunhos de sondagem deveria ser excelente, acima de 0.7 na classe mais freqüente, caso tais grãos proviessem de sedimentos eólicos prévios e ainda submetidos a um retrabalhamento, como seria o caso do arenito Caiuá ou Botucatú mesmo como contribuintes.

Constitui uma norma de petrografia de sedimentos que todo sedimento oriundo de um outro sedimento prévio exhibe excelente grau de arredondamento graças ao retrabalhamento sofrido pelos grãos, fato explicado por PETTIJOHN (53, 54).

A amplitude das classes texturais diminui quando um sedimento resulta do retrabalhamento de outro anterior. Nas tabelas 24, 25, 26 e 27, o sedimento da série Bauru aparece com uma expansão de 7 classes de arredondamento, incompatível com uma origem a partir de um sedimento prévio.

c) A FORMAÇÃO CAIUA'

Embora fora do objetivo deste trabalho, a questão da existência da formação Caiuá como entidade estratigráfica autônoma, está intimamente ligada à estratigrafia da série Bauru. Posto que a série Bauru,

no estado de São Paulo, descansa diretamente sobre o "trapp" basáltico não há a fugir da negativa da existência do arenito Caiuá como unidade entre o embasamento basáltico e a série Bauru.

Não há nenhum preconceito contra a existência da formação Caiuá como se apresenta mapeada (31) no estado de São Paulo. Cumpre-nos dizer que aos processos empíricos usados na estratigrafia do estado, em passado não muito remoto, contrapomos métodos modernos de petrografia de sedimentos; por esta razão nos sentimos muito mais seguros ao negar a existência da formação Caiuá do que WASHBURNE (70) ao criá-la.

WASHBURNE (70, p. 73) criou a formação Caiuá segundo exposição ao longo do rio Paraná, de Jupiá a Guaíra. Constitui um princípio elementar na estratigrafia de rochas sedimentares que os depósitos encontrados ao longo de calhas fluviais são usualmente baixos na topografia e altos na coluna cronológica. Nesse particular foi judicioso BAKER (4) a quem cabe a primazia da descoberta de tal formação ao longo do rio Paraná, ao atribuir-lhe origem deltáica e idade provavelmente terciária, confinando tal depósito à calha fluvial do Paraná.

Na verdade não encontramos apêio na geologia de campo para a extensão lateral atribuída à formação Caiuá dentro do estado de São Paulo, conforme mostra o mapa geológico do estado, na escala de 1:2.000.000 (31), uma vez que esta formação nunca foi identificada no alto do planalto. Teria sido o critério frágil do solo arenoso a base provida por WASHBURNE (70) para eleição da formação Caiuá como unidade estratigráfica com expressão horizontal ou haveria o testemunho de métodos seguros de sondagens? O próprio criador da formação Caiuá, WASHBURNE (70) afirma que não foi verificada a presença deste arenito no planalto dizendo: "*O arenito Caiuá, pelo que se pode julgar, parece consistir inteiramente em areia eólica. Nos lugares onde descansa sobre os planaltos ele está tão completamente decomposto que não há meios de se dizer muito a respeito, pois que o acamamento se acha totalmente desfeito*".

Evidentemente a formação Caiuá peca originalmente por dois motivos na sua definição: 1.º — *Parece consistir em areia eólica*, isto é, nem o próprio autor tem certeza, mesmo porque o caráter eólico não se determina pela vista desarmada mas por uma cuidadosa análise mecânica que WASHBURNE (70) não empregou. 2.º WASHBURNE (70) acha que não há elementos ortodoxos para reconhecer a formação no

alto dos planaltos, o que dispensa nossos comentários. Assim, não existe, segundo os princípios estratigráficos, nenhum elemento litológico ou biológico (litofacies ou biofacies) capaz de permitir a identificação da formação Caiuá no planalto do Estado de São Paulo, o que aliás WASHBURN (70) reconhece.

Existem na literatura dois trabalhos sérios sobre o arenito Caiuá, realizados sob base petrográfica, os de SCORZA (63) e BIGARELLA (9), onde esta formação é estudada com ênfase ao estado do Paraná, fora do âmbito do nosso trabalho. Segundo dados e conclusões desses autores o arenito Caiuá é idêntico ao Botucatú e assim a autonomia estratigráfica da formação fica prejudicada, devendo ser adotado o nome com prioridade ou seja o de arenito Botucatú, tratando-se naturalmente das ocorrências do estado do Paraná.

A existência da formação Caiuá no estado de São Paulo, nos termos em que foi proposta, fica prejudicada à custa dos seguintes dados: — número de classes texturais, — granulometria da classe mais frequente, — composição mineralógica do resíduo pesado e — grau de arredondamento. Como referência foi usada a amostra P-1 coletada em Pôrto Epitácio, em um local clássico de ocorrência da formação Caiuá.

A amostra P-1 exhibe 9 classes texturais, em contraste abrupto com os depósitos eólicos que possuem uma variação de 2 a 4 classes de tamanhos, sendo a maior frequência dada pela amplitude de 4 classes (quadro VIII).

As dimensões dos grãos da classe mais frequente ficam compreendidas entre 1/2 e 1/4 mm, enquanto os depósitos eólicos ficam usualmente entre 1/4 e 1/8 mm (quadro VI).

Na composição mineralógica do resíduo pesado verifica-se uma associação de dois minerais referíveis a rochas metamórficas, indicando uma alta seletividade e ausência de contribuição basáltica. Naturalmente, uma formação prévia à série Bauru, no conceito de WASHBURN (70) e seus seguidores, teria recebido contaminação dos minerais pesados das eruptivas basálticas, — as contribuintes naturais para uma formação que estaria assentada diretamente sobre o "trapp", o que aliás aconteceu com a série Bauru.

No que concerne ao grau de arredondamento existe evidente prejuízo para a origem eólica da formação Caiuá. Tendo sido definida como um sedimento eólico seria lícito esperar-se uma confirmação petrográfica quanto ao grau de arredondamento; a amostra P-1, ao contrá-

rio, exibe um mau índice de arredondamento, isto é, com valor 0.4. Ademais existe uma concordância entre o número de classes de índices e o número de classes texturais, característico de um sedimento fluvial, e longe do grau pertinente aos depósitos eólicos típicos.

Este dados petrográficos desclassificam a formação Caiuá, em Pôrto Epitácio, como sendo de origem eólica. Acresce ainda, a aplicação do princípio de DAKE (11) a esta amostra, como prova negativa do caráter eólico. O total dos componentes finos depois do máximo ($1/2-1/4\text{mm} = 55\%$) é maior que o total do grosso após esse mesmo máximo. Temos 38% de material mais fino que $1/2-1/4\text{mm}$ e apenas 1% mais grosso, o que não se enquadra no tipo clássico de um depósito eólico.

Após o exame destes caracteres petrográficos passemos a examinar fatos geológicos. Em primeiro lugar aparece o tipo de estrutura destes depósitos considerado entre-cruzado como os eólicos de dunas. O exame detido destas estruturas é idêntico ao tipo de "current bedding" estudado por BAILEY (Bull. Geol. Soc. Am., vol. 47, 1936, fig. 1, p. 1715) e citado por PETTIJOHN (54, p. 128), característico de depósitos fluviais laminados. Não vemos razão para ligar uma estrutura tipicamente fluvial a um caráter eólico, quando a granulometria e outros elementos petrográficos do sedimento negam essa origem! Aliás SCORZA (63) apresenta fotografias dessas estruturas e também de idênticas estruturas na série Bauru, não havendo nenhuma base geológica para atribuir no campo às primeiras origem eólica e às segundas origem aquosa.

Continuando a discussão em termos geológicos podemos afirmar que nas sondagens e secções no estado de São Paulo, a formação Caiuá não aparece abaixo da série Bauru. Na região paralelamente ao vale do rio Paranapanema em São Paulo, onde SCORZA (63, p. 50) mapea como Caiuá, consiste em arenito Bauru descansando sobre a lava, exposta no talvegue deste rio. Os demais locais de ocorrência ficam, explicitamente, ao longo dos rios, pois tais depósitos são eminentemente fluviais e mais modernos que os sedimentos da série Bauru.

Furtamo-nos a discutir o caso no estado do Paraná. Aparentemente nesse estado a formação Caiuá não passa de arenito Botucatu, segundo dados de BIGARELLA.

Recentemente, 1953, SCORZA (63) tomou o arenito Caiuá para tema de um pequeno ensaio granulométrico, utilizando-se apenas três amostras, baseado em análises moldadas no padrão de solo usado pelo

U. S. Bureau of Chemistry and Soil, em flagrante contraste com os métodos quantitativos esposados pela moderna sedimentologia e tão bem expostos por PETTIJOHN (54), KRUMBEIM (37), TWENHOFEL (66), WENTWORTH (71).

A maior crítica que se pode fazer a SCORZA (63) é o aspecto estático do seu trabalho, restrito a uma petrografia árida, sem sentido geológico como os trabalhos de sedimentologia. Não houve tempo para interpretações geológicas e talvez pelo número de amostras, também para análises estatísticas, composição mineralógica, composição textural, de sorte que os seus dados não são decisivos para a manutenção da formação Caiuá no estado de São Paulo.

Há outros detalhes metodológicos como o desenho das curvas cumulativas em desacôrdo com o uso clássico da fração grossa para o lado esquerdo. Nas análises granulométricas falta a classificação da rocha.

Achamos oportuno, embora não seja o objetivo de nosso trabalho, analisar e interpretar os dados fornecidos por SCORZA (63) a respeito das três amostras referentes à formação Caiuá, sendo uma em São Paulo e duas no Paraná.

1.º — GRANULOMETRIA

Dispomos, abaixo, três amostras coletadas por SCORZA e a amostra P-1 do autor.

CLASSES (WENTWORTH)	A %	B %	C %	D %
1 — 1/2 mm	1.0	0.5	—	—
1/2 — 1/4 mm	55.0	58.6	4.5	3.2
1/4 — 1/8 mm	20.0	18.1	67.2	25.8
1/8 — 1/16 mm	10.0	12.7	16.9	29.8
1/16 — 1/32 mm	1.0	1.27	2.9	21.0
1/32 — 1/64 mm	1.0	0.20	2.9	12.3
1/64 — 1/128mm	1.0	0.17	1.9	5.2
1/128 — 1/256mm	1.0	0.09	2.3	1.2
abaixo 1/256mm	4.0	8.37	1.4	1.5

- A = Amostra P-1 (FREITAS) Presidente Epitácio
B = Amostra 6 (SCORZA (63)) Presidente Epitácio
C = Amostra 7 (SCORZA (63)) Vila Paranavaí
D = Amostra 8 (SCORZA (63)) Rio Ivaí

Examinando-se os resultados desta comparação verifica-se que as amostras de Presidente Epitácio de SCORZA e FREITAS são absolutamente concordantes; são depósitos bi-modais, característicos de meio aquoso fluvial, com elevado teor de argila. Nos depósitos eólicos típicos há um aprimoramento da seleção, de modo que a fracção textural argila se segrega da areia e sofre maior transporte indo depositar-se em sítios mais distantes.

As amostras C e D granulométricamente são diversas e discordantes das A e B, coincidindo com êste fato sua área de coleta diferente. As amostras C e D são bi-modais, tem teor pequeno de argila (abaixo 1/256mm) e uma melhor distribuição da granulação pelas classes de tamanhos da escala de Wentworth.

Tomemos a quarta lei de UDDEN (67) que trabalhou exaustivamente na análise mecânica de sedimentos, principalmente com sedimentos eólicos. Segundo êsse autor "Para os depósitos aquosos o máximo secundário (falando do outro pico de frequência na distribuição bi-modal) da distribuição granulométrica será constituído de elementos tendo um diâmetro cêrca de 16 vêzes menor que o diâmetro exibido pelo máximo primário. Para os depósitos eólicos, o máximo secundário será constituído de elementos tendo um diâmetro 8 vêzes menor que o do principal ingrediente granulométrico. Assim na amostra A o principal ingrediente (55%) tem granulação mais freqüente com o diâmetro de (tabela 1) 0,247mm; dividindo-se 0,297mm por 16 temos um diâmetro de 0,018mm que cai na classe de (1/32-1/64), resultando em uma discrepância entre a regra e a realidade, pois de fato o segundo diâmetro bi-modal cai na classe abaixo de 1/256mm. Entretanto esta averiguação está mais dentro de um depósito aquoso do que eólico, onde o divisor é de grandeza 8 e assim a discrepância seria irremovível; aliás mesmo UDDEN (67) frisou que êsse divisor 16 é aproximado, como medida de referência. Na amostra B, manipulada por SCORZA (63) o diâmetro mais freqüente é 0,295 mm; dividindo-se por 16 temos 0.018, como na primeira amostra A, resultando idêntica classificação e incompatibilidade manifesta com uma suposta origem eólica.

Afirma UDDEN (67) e PETTIJOHN (54, p. 31) corrobora: “Nos sedimentos atmosféricos as quantidades presentes no máximo secundário consistirão em média em uma percentagem maior que nos sedimentos aquosos, presumivelmente porque não há uma possibilidade inata ao veículo de obter suprimento de material com diâmetro menor em maior quantidade do que no aquoso. Fazendo-se o cálculo, nas amostras A e B, em termos de percentagem, que representam em última instância, as freqüência dos diâmetros, verificamos que dividindo-se 55 de “A” por 16 temos uma percentagem de 3,4 para o segundo máximo, muito perto do que na verdade foi apurado ou seja, 4.0%; na amostra B, fazendo-se o mesmo cálculo apuramos $58.6/16 = 3,6$ o que não concorda com o resultado de 8.37% oferecido por SCORZA (63, p. 37).

Nas demais amostras, C e D, aplicando-se a lei de UDDEN (67) o caráter aquoso fica mais patente, pois os resultados teóricos são mais próximos dos práticos:

C (Vila de Paranaíba)

0,208mm (38.4%) (SCORZA (63, quadro IX)

$0,208|16 = 0.013\text{mm}$ (diâmetro mais freqüente teórico)

0,0075mm = diâmetro mais freqüente do II máximo

D (Rio Ivaí)

0,104mm (21.0%) (SCORZA 63, quadro X)

$0,104|16 = 0,006\text{mm}$ (diâmetro mais freqüente teórico)

0,0035mm = diâmetro mais freqüente do II máximo

Remata PETTIJOHN (54, p. 31): “Em larga escala as leis de UDDEN são ainda consideradas válidas”. Assim, parecemos que não há a fugir de uma origem aquosa para êstes sedimentos coletados e estudados por SCORZA (63). A falta de interpretação geológica dêstes dados levou êsse autor a uma conclusão que evidentemente não está de acôrdo com os seus próprios dados.

2.º — NÚMERO DE CLASSES TEXTURAIS

Os depósitos eólicos primam pela sua concentração textural, usualmente não abrangendo mais do que quatro classes de tamanhos. Nas

amostras analisadas por SCORZA (B, C, D) temos de 8 a 9 classes, número assás elevado para um depósito eólico. Pela expansão das classes parece-nos muito mais judicioso equiparar êstes depósitos aos fluviais, de acôrdo com os quadros VII e VIII.

3.º — VALOR DA CLASSE MAIS FREQUENTE

Analizando 158 sedimentos eólicos UDDEN (67) encontrou como valores mais freqüentes 1/4-1/8mm; em segundo e terceiro lugares 1/16-1/32mm e 1/32-1/64mm. A classe 1/8-1/16 estranhamente mostra uma deficiência colocada entre dois máximos como o são as classes contíguas. Dentro dêste critério sòmente a amostra C de SCORZA (63) mostra coincidência da classe mais freqüente na classificação 1/4-1/8mm.

O princípio de DAKE (11) diz: “Se o total dos grãos mais grossos depois do máximo fôr maior do que o total dos grãos mais finos depois do máximo, a areia é com maior probabilidade eólica”. Em tôdas as amostras de SCORZA (63) o total do lado fino depois do máximo (classe mais freqüente) excede o total do lado grosso depois dêsse mesmo máximo, negando uma origem eólica ao sedimento.

4.º — COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Os nossos estudos sôbre a área de erosão que forneceu o sedimento da série Bauru mostraram a existência de uma grande extensão de “trapp” a descoberto, para leste e sul da atual frente de “cuestas” basálticas, que foi por excelência a área de alimentação da sedimentação (§ 266). Com muito maior razão o sedimento Caiuá, de idade anterior, encontraria esta área de exposição menos erodida e talvez mais ampla, e assim causa estranheza a ausência de qualquer mineral no resíduo pesado que indique contaminação por parte de rochas basálticas. Segundo SCORZA (63, p. 15) figuram os seguintes minerais no sedimento Caiuá: quartzo, microclina, óxido de ferro, calcedônia, argila e muito escassamente muscovita, zirconita, turmalina e plagioclásio.

A composição determinada por SCORZA (63) revela origem em rochas metamórficas, sem contaminação por eruptivas basálticas. Diz ainda sôbre a enorme predominância do quartzo seguido em quantidade pequena pela microclina. Quer me parecer de boa doutrina que em uma sedimentação eólica, onde impera a aridez do ambiente e o intem-

perismo físico, deva haver maior quantidade de feldspato bem preservado, o que aliás aparece no sedimento Botucatú. Esta pequena quantidade de microclino está a indicar intemperismo químico na fonte e uma cobertura grande sobre o "trapp" basáltico de molde a eliminar sua contribuição em plagioclásios em alta escala e em minerais ferromagnesianos típicos como pigeonita, augita, hornblenda basáltica, etc., exatamente o que ocorre com a amostra A, dêste autor, coletada em Presidente Epitácio, onde os minerais pesados são estauroлита e turmalina, altamente seletivos e indicadores de origem em rochas metamórficas.

A película de argila revestindo os grãos e o corante de hidróxido de ferro são elementos bem conspícuos na série Bauru, onde a sua origem aquosa foi bem ventilada e comprovada, e assim estão a indicar uma origem fluvial. Também o caso da película de calcedônia parece-nos um processo aquoso; a sílica coloidal e amorfa proveniente do intemperismo químico dos feldspatos viaja em solução e em ambiente propício deposita-se por sobre os grãos.

5.º — SÍTIOS DE COLETA

Invariavelmente os sítios de coleta de material da formação Caiuá são os vales fluviais de alguns importantes tributários do rio Paraná, como o Paranapanema e o Ivaí bem como no próprio Paraná. Dêsses locais provém a maioria das amostras e as fotografias tiradas. Apenas SCORZA (63) oferece uma exceção coletando uma amostra em Paranavaí, PR. longe dos rios e no espigão. Entretanto essa amostra, referida sob "C" é granulométricamente diferente de "A" e "B", parecendo antes tratar-se de um sedimento equivalente aos da série Bauru.

Um fato curioso na geologia de campo pode ser aqui apresentado. Por que razão nas estradas recentes que cortam o planalto do estado de São Paulo há sempre boas exposições do arenito Botucatú e da série Bauru e no entanto ninguém ainda conseguiu mostrar um único corte com a formação Caiuá?

Também não existem testemunhos de sondagens da formação Caiuá das muitas dezenas de perfurações feitas em território paulista. No estado do Paraná, ao que sabemos, ainda não se coletou uma amostra de arenito Caiuá de sondagens. SCORZA (63, p. 15) cita alguns poços, tipo cisternas, abertos em Paranavaí onde coletou uma dessas amostras; sabe-

mos porém que o material de poço comum é todo revolvido e fica justamente na zona de alteração, no lençol freático, onde se localiza o abastecimento da cisterna.

6.º — CONSIDERAÇÕES FINAIS

Achamos que falece autoridade aos estudos de SCORZA (63) para manter a formação Caiuá como unidade estratigráfica na coluna geológica do estado de São Paulo, onde temos os estudos complementares da série Bauru totalmente eliminatórios da existência dessa formação acima do último lençol eruptivo, devendo ser encarada como um depósito restrito à calha do rio Paraná, de acôrdo com a opinião primitiva de BAKER (4). Os estudos da amostra P-1 e da congênere de SCORZA (63, amostra 6) confirmam as idéias de BAKER (4), ficando assim a formação Caiuá redefinida como um depósito deltáico fluvial ou rebatizada com algum outro nome adequado.

No caso do estado do Paraná o problema permanece aberto, pois os elementos quantitativos oferecidos por SCORZA (63) são insuficientes para resolver a contenda, utilizadas que foram apenas duas amostras de superfície. Parece-nos que nesse estado a formação Caiuá tem sido um nome indiscriminadamente atribuído a rochas da série São Bento (arenito Botucatú) à série Bauru (arenito Bauru) e talvez aos depósitos de calha referidos em primeira mão por BAKER (4).

Estamos de acôrdo com MAACK (47) pela propriedade com que abordou o problema, designando tais formações como arenito São Bento superior (= Botucatú superior), quando nitidamente eólicas, como parece ser o caso de algumas amostras de BIGARELA (9). Geològicamente é possível a existência de grandes "ergs" de arenito Botucatú que não foram recobertos pelas coadas de lava basáltica; o afloramento de tais áreas daria no campo a impressão de um depósito arenoso eólico superior ao "trapp". Na verdade, em um estudo desta natureza, as informações geológicas são de muita relevância para a interpretação real do problema. Tomar a petrografia no seu sentido restrito é, para a sedimentologia, uma atitude reprovável.

Após estas considerações terminamos com a afirmação de que a formação Caiuá não ocorre em São Paulo nos moldes em que foi definida por WASHBURN (70) e apresentada por SCORZA (63), mas se trata de um depósito terciário confinado à calha do rio Paraná, parte do Pa-

ranapanema, tendo origem deltáica fluvial. No caso do estado do Paraná, a formação deve ser repartida geográfica e estratigráficamente entre o arenito Botucatú, o arenito Bauru e os depósitos de calha fluvial.

A aplicação da quarta lei de UDDEN (67) nos sedimentos Caiuá, do ponto de vista petrográfico puro, é decisiva, como foi para os sedimentos Bauru, onde nos casos bi-modais o máximo secundário é sempre 16 vezes menor que o diâmetro do máximo primário, o que significa uma origem aquosa.

F — ÁREA DA SÉRIE BAURU

O mapeamento da série, com a eliminação da formação Caiuá e sua restrição à calha do rio Paraná, aumenta consideravelmente no estado de São Paulo. Localidades mapeadas tipicamente como Caiuá, como o caso de Jales, são na verdade constituídas de arenito da série Bauru.

A série Bauru ocorre em todo o planalto noroeste do estado de São Paulo além do fronte das escarpas basálticas, seguindo a linha de contacto com o "trapp" uma direção E-W quase da confluência do Paraná com o Paranapanema até Rubião Júnior; dêste ponto a linha de contacto inflete mais ou menos N-S até quase Colômbia. Existem manchas isoladas nos altos das serras de Itaquerí, Cuzcuzeiro, Morro Grande e planaltos de São Carlos e Franca. Segundo dados do mapas geológico anexo, a área cobre mais ou menos 100.000 km² dos 247.233 km² da superfície do estado de São Paulo.

G — GEOCRONOLOGIA

HUENE (50) examinando os répteis fósseis da série Bauru, compostos principalmente do gen. *Titanosaurus*, expôs a Oliveira, em 1939, sua convicção de que esta série datava da época superior do período cretáceo, estágio senoniano. MORAES REGO (49) não perfilhava esta cronologia, tendendo a considerar a série Bauru no neocomiano, isto é, no cretáceo inferior.

Evidentemente temos que acatar a palavra de um especialista como HUENE (50); entretanto fazemos restrições a um estágio único, o senoniano. A estratigrafia do cretáceo na Europa forneceu uma cronologia baseada em elementos faunísticos marinhos invertebrados; uma correlação segura somente poderia ser feita nos mesmos moldes faunísticos. Correlacionar uma divisão marinha, com fósseis invertebrados, com uma outra continental e com fósseis vertebrados até ao detalhe do estágio

achamos impraticável. Poderemos aceitar a época superior, com a analogia com fósseis de idêntico conteúdo na Argentina, sem nenhuma restrição. A velocidade de acumulação da série Bauru, já discutida, foi lenta e assim a sua espessura somente pode ser explicada por um tempo de geração mais longo do que um estágio. Por estas razões este autor prefere equiparar a unidade rocha que compõe a série Bauru a uma unidade tempo equivalente à época, resultando deste conceito a designação *série Bauru* para toda a *formação* sedimentar, ou seja uma formação gerada nessa unidade de tempo equivalente à série.

O quadro XIX ilustra a correlação entre a unidade tempo e a unidade rocha no caso da série Bauru.

H — ESTRUTURA GEOLÓGICA

A estratificação laminar, freqüentemente ausente, da série Bauru trouxe prejuízo a um elemento estrutural importante derivado da sedimentação, — o acamamento. Quando não há laminação, a sedimentação é maciça — na maioria dos casos.

Os argilitos são contemplados com planos nítidos de estratificação, formando um acamamento horizontal. Falta-lhes porém continuidade lateral, perdendo conseqüentemente expressão estratigráfica, transformando-se em *unidades sedimentares* na expressão de OTTO (54, p. 122).

Os arenitos calcáreos formam unidades sedimentares mais contínuas; possuem aspecto estrutural de bancos espessos separados por uma heterogeneidade física. Não podemos equiparar a acamamento, porque este divide grandes grupos litológicos distintos, com continuidade em área, razão porque pôde ser tomado como representativo da estrutura geológica.

Quando ocorre o acamamento, entre grandes grupos litológicos, pode se classificar a estrutura geológica no tipo concordante horizontal. Na maioria das vezes, como bem observou MORAES REGO (49): “A estrutura é quase maciça, pouco notáveis os leitos de estratificação”.

A falta de acamamento não permite dividir a série com base litológica, como é norma corrente em rochas sedimentares marinhas e lacustres.

VI — TECTÔNICA

A série Bauru apresenta deformações por ruptura, traduzindo um diastrofismo post-cretáceo na bacia do Paraná, negado até então por MORAES REGO (49, p. 244).

GUTMANS (24) expôs as idéias mais modernas sôbre deformações pré-cretáceas na bacia do Paraná, embora resumidamente.

A — BACIA DO PARANÁ

A bacia do Paraná constitui o embasamento estrutural da série Bauru, havendo por isso um interêsse prévio em conhecermos as deformações encontradas nesse elemento tectônico.

Os métodos de análise tectônica foram baseados nas relações geométricas entre a área de afloramento, as espessuras, o mergulho, a posição estratigráfica para com a atitude das camadas e sua topografia, segundo os princípios da Geologia de Campo.

a) DISCREPÂNCIAS ENTRE A ESTRATIGRAFIA E ALTITUDE

Em regiões não perturbadas a lei normal de superposição estratigráfica aplica-se a uma seqüência sedimentar, correspondendo tal postura a uma equivalente expressão topográfica.

Na estratigrafia da bacia do Paraná, no estado de São Paulo, observa-se que as camadas de posição estratigráfica baixa ocupam, ao contrário, posição topográfica alta, bastando citar o caso da série Tubarão. Esta inversão da ordem geométrica entre a posição cronológica e a no espaço sômente pode ser cominada a uma responsabilidade tectônica; como as camadas não se acham deformadas plásticamente afasta-se inicialmente a idéia de um diastrofismo orogênico. Dentro da epeirogenese duas deformações poderiam assumir a responsabilidade por esta contrariedade, — arqueamento e falhas de tensão.

Segundo GUTMANS (24) os dados de mergulho das diferentes séries pré-cretáceas na bacia do Paraná são os seguintes:

Série São Bento: 20m/km

Série Passa Dois: 5m/km

Série Tubarão: 20 a 10m/km

No caso da série Tubarão (designação genérica que abrange também o Itararé) temos uma perfuração bastante elucidativa. O poço Araquá — Lima, aberto pelo I. G. G. mostra a série Tubarão, senso lato, iniciando-se a 300 metros de altitude; a 25 km. para SE o tôpo da série está em superfície em contacto com o grupo Irati a 700m de altitude, o que proporciona um mergulho para NW de 16m/km. Entretanto, nessa área, o mergulho da série é de 2 metros por km; assim somente a intervenção de falhas normais explicaria esta descensão de 400m em 25 km.

A “mise-en-place” do magma basáltico triássico deveria ter sido acompanhada de muitas perturbações tectônicas que afetariam a atitude das camadas prévias, como aliás comprovam as estruturas domáticas observadas.

b) ESPESSURA E ÁREA DE EXPOSIÇÃO VERSUS ATITUDE

A área de exposição de uma série geológica no mapa depende das relações geométricas entre a sua espessura, posição estratigráfica e altimetria.

1.º — ESPESSURAS

No estado de São Paulo a coluna geológica da bacia do Paraná possui a seguinte espessura: (máxima).

3 — Série São Bento	{	Lavas da Serra Geral	250m
		Arenito Botucatú	320m
2 — Série Passa Dois	{	Grupo Estrada Nova	190m (7)
		Grupo Irati	60m (7)
1 — Série Tubarão			434m (7)

Em geologia de campo quanto mais espessa uma série tanto maior será sua área de exposição quando submetida a falhamento normal, pois a expressão vertical é transformada em horizontal pela distensão crustal da falha normal. No estado de São Paulo verificamos no mapa geológico da bacia do Paraná que as série consideradas mais espessas apresentam

correspondentemente maior exposição superficial como as série Tubarão e São Bento.

Em face da grande expressão horizontal destas duas séries inferimos que suas estruturas foram submetidas a uma tectônica de falhas normais.

2.º — ESTRATIGRAFIA E ALTIMETRIA

A medida que a faixa sedimentar, na orla da bacia, caminha para o norte do estado de São Paulo nota-se que sua exposição em área diminui para as séries Tubarão e Passa Dois e aumenta para a série São Bento. Isto mostra que a distensão crustal somente foi efetiva ao longo da direção WSW-ENE, onde deve estar localizada a orientação dos planos de falhas que interessaram as série Tubarão e Passa Dois aumentando-lhes a largura. Já do paralelo de 23º S, a orientação destas linhas de falhas normais, em lugar de aumentar a largura dessas duas faixas sedimentares, aumenta-lhes o comprimento; a erosão então ao longo do meridiano de 47º, dirigida para oeste, vai estreitando cada vez mais suas exposições. Esta é uma tectônica pré-basáltica.

Considerando-se a série São Bento, sua exposição em área aumenta de leste para oeste acima do paralelo de 23º S. Abaixo, sua área é pequena e estreita, correndo paralelamente E-W e às áreas mais largas das séries Tubarão e Passa Dois. A explicação deste fato reside em uma tectônica dirigida por falhas normais orientadas NNW-SSE, resultando num aumento de área no sentido WSW para cima do paralelo de 23º e num aumento de comprimento no sentido WSW abaixo do paralelo 23º S. Esta é uma tectônica post-basáltica.

A conjugação destes dois sistemas (NNW-SSE) (WSW-ENE) produziu o efeito de arco da orla erosiva da série Tubarão em contacto com o embasamento.

Uma prova do falhamento segundo NNW-SSE parece existir no paralelo de 23º30' que passa pelo planalto de Franca; as altitudes ao longo desta direção, sub-paralela a WSW-ENE, caem de 1.000 metros na região de Franca para 500 m. em Morro Agudo. Dado que a atitude das camadas é praticamente horizontal, tal discrepância deve ser atribuída a um falhamento normal. Como o planalto de Franca é capeado pela série Bauru e a mesma série ocorre em Barretos a 500 m., segundo rumo W, segue-se que este falhamento é post-cretáceo.

Estas direções de falhas elevaram as séries estratigráficamente inferiores a uma altitude superior a das séries estratigráficamente superiores, compondo o quadro atual da série Tubarão a 900 m. de altitude, nivelada à série Bauru com a mesma altitude, porém estratigráficamente, pelo cômputo das espessuras, colocável a 1.500 m. acima, isto é, na cota de 2.400 m. Somente um mecanismo de falhas normais, com o tecto para NW e o muro para SE poderia gerar tal configuração estratigráfica em relação a altimetria. Assim sendo, a bacia do Paraná seria composta de degraus que subiriam do centro para a periferia, ficando o embasamento no degrau mais alto.

Se as altitudes dos blocos de falha sobem do centro para a periferia, isto é, de NW para SE, como explicar a presença de uma região deprimida pela erosão entre a série São Bento e o embasamento? Temos um novo elemento importante no quadro fisiográfico, o mecanismo da erosão diferencial sobre rochas da série São Bento, que assim ficaram justamente no limite da depressão para NW. O tecto em rochas da série São Bento, mais resistente, principalmente onde o arenito Botucatú foi metamorfoisado opticamente, passou de relêvo baixo na topografia da falha a um relêvo alto pela erosão do muro menos resistente, gerando o que BILLINGS (10, p. 162) denominou de *escarpas de linha de falha obseqüentes*.

Segundo BILLINGS (10, p. 162) dois ciclos erosivos são responsáveis para fornecer tal inversão topográfica em uma falha normal. O primeiro ciclo reduz o bloco estruturalmente mais elevado ao nível do bloco estruturalmente menos elevado, neste caso o tecto. Este fato provavelmente foi contemporâneo da deposição do sedimento Bauru; o muro mais elevado, com basalto foi lentamente erodido, forneceu material principal para a série Bauru, e ficou nivelado ao tecto. O segundo ciclo trouxe a escarpa obseqüente de linha de falha, colocando o tecto em relêvo em relação ao muro. A superimposição da drenagem sobre as estruturas mais resistentes da série São Bento são uma prova fisiográfica desta inversão de relêvo.

As secções estruturais I e II interpretam esta tectônica da bacia do Paraná à custa dos dados obtidos exclusivamente nas espessuras, atitude das camadas, estratigrafia e altitude segundo os princípios interpretativos da geologia de campo. Esta interpretação mostra como se daria o abaixamento rápido da área de acumulação do sedimento Bauru, a razão do "trapp" ser o maior contribuinte da alimentação, e o regime de penepla-

nização onde a velocidade de decomposição fica acelerada em relação à de erosão.

B — SÉRIE BAURU

A série Bauru apresenta indicações diretas e indiretas de um diastrofismo post-cretáceo. A julgar pela intensidade das deformações êstes movimentos post-série Bauru não atingiram as proporções assinaladas no tectonismo do “trapp” do Paraná. Nestes movimentos predominaram os arqueamentos, tendo sido a ocorrência de falhas muito limitada na bacia do Paraná, e em grande parte rejuvenescidas no litoral com a formação da serra do Mar.

e) ELEMENTOS INDIRETOS

O desenho da linha de contacto entre a série Bauru e a série São Bento, ao longo das grandes linhas de drenagem fluvial, são um exemplo probatório de falhas normais; caso não tivesse havido tais rupturas a linha de contacto seria normalmente correspondente ao desenho de uma curva de nível, o que na realidade não se passa, pois quanto mais o rio se encaixa mais descobre a série São Bento com um contacto inclinado em relação às curvas de nível.

Na serra de Marília o membro Itaquerí, inferior, aparece na cota de 450 m. em contacto com o membro Bauru. Numa distância de 500 metros existe uma perfuração, o poço n.º 2 da reprêsa norte, com 101 m. de profundidade da boca, e na cota de 450 m. Temos, assim, um desnível de 100 m. no membro Itaquerí, fato significativo de uma falha ao longo da escarpa da serra de Marília.

No trecho de Botucatú a Rubião Júnior percorrido pela E.F.S. observa-se um conglomerado a 840 m. com as características do membro Itaquerí sob o membro arenito Bauru. Em Rubião Júnior reaparece o mesmo conglomerado a 920 m. A chave desta perturbação reside em saber se ambos os conglomerados pertencem à mesma camada ou posição estratigráfica; no caso afirmativo temos um elemento indireto comprobatório de uma falha com rejeito de 80 m.

b) ELEMENTOS DIRETOS

O autor teve a oportunidade de observar duas falhas diretamente na série Bauru.

A primeira falha ocorre no km. 418 da nova rodovia Bauru-Marília, aparecendo em um corte orientado N-10°W (geográfico) e documentada nas fotografias 13 e 14. O tecto é composto de arenito calcáreo e o muro de arenito argiloso. O plano da falha mergulha 70° para NW; a direção não foi possível ser determinada.

Na sondagem de Jales apareceram duas falhas cortando a coluna de testemunhos com mergulho de 65°. Infelizmente os testemunhos não estavam orientados, perdendo-se o resto das informações.

Embora a verificação seja nova para a série Bauru, há provas de um tectonismo cenozóico no embasamento e que afetou depósitos sedimentares superjacentes como o caso das bacias de Gandarela, Fonseca, Itaboraí e São Paulo.

c) DIREÇÕES TECTÔNICAS

Do exame das evidências diretas e indiretas chega-se à conclusão de que a série Bauru foi interessada por um tectonismo de falhas normais post-cretáceo. Dada a falta de dados estruturais não podemos afirmar quais as direções preponderantes dêsse falhamento. Parecem, entretanto, orientar-se segundo dois sistemas idênticos aos observados no embasamento por FREITAS (16). Um sistema obedeceria a direção ENE-WSW e outro seria ortogonal NNW-SSE. Segundo a predominância de um destes sistemas resultaria um pendor ora mais pronunciado para NNW ora para WSW, fato que a drenagem parece revelar.

No arenito Botucatú a inclinação da drenagem se faz para W, resultante de falhas NNW-SSE; sobre o "trapp" a drenagem obedece a outra direção, fluindo rumo NNW, devido a falhas WSW-ENE.

Nas séries Tubarão e Passa Dois encontramos os dois rumos assinalados previamente. Para cima do paralelo de 24°30' a drenagem tem rumo mais ou menos W (como no arenito Botucatú); para baixo dêsse paralelo o rumo é NNW, resultante de falhas WSW-ENE, como no caso do "trapp". Esta direção WSW-ENE que pode passar a NE-SW, parece ser a mais ativa no falhamento pois as altitudes crescem de NNW para SSE, mostrando que os blocos colocados a SSE dessa linha (WSW-ENE) ficaram mais elevados.

A conjugação destes dois sistemas criou um mosaico tectônico para a bacia do Paraná, formando blocos falhados retangulares, resultando um mergulho das camadas para WNW ou mesmo NW como 1a. variante,

ou W como segunda. Esta é a inclinação observada (0,5 m. por km.) nos sedimentos da série Bauru e o seu rumo para o eixo do rio Paraná, conforme a drenagem tão bem ilustra.

A forma em crescente das "cuestas" basálticas das serras de Botucatú, Itaquerí, Cuzcuzeiro são o resultado da erosão diferencial nesse mosaico tectônico retangular.

VII — SUMÁRIO E CONCLUSÕES

- 1 — De acôrdo com a análise granulométrica das amostras de superfície existe concordância entre a granulação mais freqüente e a textura da rocha, com exceção das amostras D-1 e I-3, onde surge uma discrepância por uma diferença ponderal de 1 a 2 gramas apenas.
- 2 — Nas amostras de sondagem existe a mesma relação estreita entre o tamanho da classe mais freqüente e a granulação mais freqüente na análise granulométrica, exceptuando-se as amostras F-1B, G-12, G-14, K-2, L-8 e L-9 devido a uma distribuição bi-modal com um máximo secundário muito elevado.
- 3 — As rochas são constituídas de têrmos clásticos puros ou clasto-calcáreos. O teor de calcáreo é variável, independente da granulação do material e da posição estratigráfica na coluna de sondagem, formando o cimento dos grãos clásticos.
- 4 — A granulação clástica, medida em mm., apresenta diâmetros mais freqüentes na textura areia e nesta predomina a areia fina. A granulação siltica segue-se em importância e a argilosa é subordinada

A) Amostras de Superfície

1/2	—	1/4 mm	=	0
1/4	—	1/8 mm	=	0
1/8	—	1/16mm	=	17
1/16	—	1/32mm	=	8
Total				25

B) Amostras de Sondagem sem cota

1/8	—	1/16mm	=	4
1/16	—	1/32mm	=	2

C) Amostras de Sondagem com cota $1/4 \text{ — } 1/8 \text{ mm} = 2$ $1/8 \text{ — } 1/16 \text{ mm} = 57$ $1/16 \text{ — } 1/32 \text{ mm} = 18$ $1/256 \text{ — } = 8$

Total 85

- 5 — Aplicando-se a quarta lei de UDDEN (67) à distribuição granulométrica dos sedimentos da série Bauru bi-modais, o máximo secundário é mais ou menos 16 vezes de diâmetro menor do que o máximo primário, o que indica origem aquosa.
- 6 — A série Bauru apresenta rochas com uma expansão textural de 6 a 9 classes de tamanhos, segundo classificação da escala de WENTWORTH (quadro III). Comparando-se o número de classes e os seus tamanhos com iguais valores de outros sedimentos atuais e pretéritos, cujo agente geológico é conhecido, verifica-se que os sedimentos da série Bauru são equiparáveis aos de origem fluvial, como se observa nos quadros VI, VIII, IX e X.
- 7 — Texturalmente as rochas são classificáveis em conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, como exprime o quadro XI. Todas as rochas possuem mistura de outras texturas e na maioria calcáreo, em proporções variáveis.
- 8 — A parte rudácea do conglomerado M-10 é pouco grosseira. A composição qualitativa dos seixos, expressa no quadro IV, indica grande seletividade com rochas provenientes principalmente do embasamento.
- 9 — A amostra P-1, coletada no local típico da formação Caiuá, revelou ter 9 classes de tamanhos (quadros VI e VIII).
- 10 — O valor da mediana, em termos absolutos, é baixo. Nas amostras de superfície varia de 0,072 mm. a 0,230 mm.; nas de sondagem sem cota de 0,034 mm. a 0,160 mm.; nas de sondagem com cota de 0,027 mm. a 0,155 mm. para arenitos, de 0,016 mm. a 0,042 mm. para siltitos (Catanduva) —de 0,053 mm. a 0,170 mm. para arenitos e de 0,034 mm. a 0,038 mm. para siltitos (Tanabí), —de 0,057 mm. a 0,150 mm. para arenitos e de 0,021 mm. a 0,039 mm. para siltitos, (Jales), —de 0,024 mm. a 0,145 mm. para arenitos e de 0,004 mm. a 0,055 mm. para siltitos (Lins), —de 0,037 mm. a 0,325 mm. para arenitos e de 0,007 mm. a 0,050 mm. para os

siltitos. Em termos relativos a mediana variou muito, o que indica grande oscilação na competência, fato peculiar aos sedimentos fluviais.

- 11 — O exame dos terceiros e primeiros quartéis (tabelas 10, 11, 12, 13, 14 e 15) revela termos absolutos baixos, mas grande variação relativa. A maior variação instalou-se do lado do 3.º quartel, indicando uma variação do veículo que afetava a parte grossa sem afetar a fina sensivelmente, fato fisicamente possível em remansos fluviais onde sempre existe pequenas turbulências durante as cheias. As variações são maiores nos arenitos do que nos siltitos, indicando que os primeiros foram sedimentados em condições menos tranquilas do veículo, porém com competência baixa.
- 12 — O desvio aritmético dos quartéis mostra a variação da competência do veículo em termos absolutos. Nestas condições tôdas as rochas mostram uma grande variação com respeito ao valor em mm., exceptuando-se os argilitos em que a variação foi pequena.
- 13 — O coeficiente de seleção é inferior a 2.50 em 25 amostras de superfície, porém não desce aquém de 1.34. Nas amostras de sondagem há uma extrema variação, de 1.30 a 11.20. No conjunto os sedimentos são mal selecionados, porque são finos como prova a posição da mediana. Por um princípio de hidrodinâmica analisado por INMAN o veículo fluvial não seleciona bem os sedimentos cuja mediana fique abaixo de 0,180 mm.; acima de 0,180 mm. a seleção é má, porém melhor do que abaixo. Como a mediana dos sedimentos da série Bauru fica geralmente abaixo de 0,180 mm. existe uma concordância de fatos que só pode ser atribuída a uma origem e classificação fluvial do material.
- 14 — O grau aritmético de simetria indica relações referentes à deposição. Ora o depósito se fazia nas calhas e vales fluviais, onde havia maior competência, enriquecendo a rocha de material grosso (SKa -), ora nos planos de inundação e lagoas trazendo o enriquecimento da parte fina (Ska +), uma vez que a mistura grossa já fôra despojada da carga em sítios prévios.
- 15 — O grau geométrico de assimetria indica relações de transporte. No caso dos sedimentos da série Bauru o transporte caracterizou-se pela permanência da moda do lado dos grãos grossos enquanto a sedimentação dividiu as dimensões entre a mistura fina e grossa. O único agente com tais predicados é o fluvial: um transporte

efetivo, com boa competência, turbulento por vêzes, seguido de uma dejeção em planos de inundação, lagoas, planos fluviais e deltas, onde a perda de gradiente causa uma deposição seletiva da montante à juzante, e das calhas às planícies de inundação, no sentido lateral. O número de SK menor que 1 domina em tôda a análise estatística.

- 16 — Do ponto de vista da maturidade textural (gráficos 1, 2, 3, 4 e 5) os sedimentos estão no estágio imaturo e sub-maturo, o que indica subsidência de rápida a moderada, com aplicação de pouca energia ao material, incapaz de segregar as diferentes classes texturais originais em um sedimento clástico. Os siltitos são em maior número imaturos, dado que a sua deposição fisicamente foi feita em águas quedas sem chance de maior energia para amadurecer sua textura misturada. Os arenitos (quadro XIV) equivalem-se numêricamente entre imaturos e sub-maturos, e freqüentemente os tipos sub-maturos ocupam o tôpo das colunas de sondagem.
- 17 — Quanto ao teor de calcáreo, de mistura com a parte clástica, existe uma grande variação. Em geral o teor de CaCO_3 é anti-patético ao da argila (gráficos 1, 2, 3, 4 e 5).
- 18 — A composição mineralógica da série Bauru é a seguinte: a) quartzo, menos de 85%, b) feldspato, menos de 5%, c) pesados, menos de 1%, d) opacos, menos de 1%, e) carbonato de cálcio, menos de 58% e f) argila, menos de 70%.
- 19 — A fracção leve consiste predominantemente em: a) quartzo, b) feldspato, c) argila, d) muscovita. A fracção pesada em: a) turmalina, b) granada, c) rutilo, d) estaurolita, e) zirconita, f) monazita, g) distênio, h) titanita, i) pigeonita, j) hornblenda comum, k) epídoto, l) biotita, m) tremolita, n) enstatita, o) dialagio, p) titanaugita, q) apatita, r) zoizita, s) hornblenda basáltica.
- 20 — As amostras de superfície exibem o seguinte sequito pesado: turmalina, granada, pigeonita, biotita, estaurolita. As amostras de sondagem: a) Catanduva: pigeonita, (14 amostras), granada, (3 amostras), como minerais mais freqüentes; b) Tanabí: pigeonita, (13 amostras), granada (4 amostras), como minerais mais freqüentes; c) Jales: pigeonita (19 amostras), hornblenda basáltica (6 amostras), como minerais mais freqüentes; d) Lins: pigeonita, (15 amostras), como mineral mais freqüente; e e) Ma-

rília: pigeonita (7 amostras), hornblenda basáltica (3 amostras), granada (1 amostra), como minerais mais freqüentes. Nas amostras de superfície predominam minerais oriundos de rochas metamórficas, indicando que o trapp se achava recoberto ao tempo da sua deposição; nas amostras de sondagem predomina a contribuição basáltica, indicando grande área de rochas basálticas a descoberto muito além da atual orla das serras de Botucatú, Itaqueri e Cuzcuzeiro, para leste e sul, capaz de entrar como maior contribuinte para a acumulação do sedimento Bauru. Êste fato pode permitir-nos a conclusão de que as capas basálticas diminuem de espessura para leste e sul, no estado de São Paulo, e assim foram removidas pela erosão do mesozóico superior e cenozóico, expondo as séries inferiores do sistema de Santa Catarina; por esta razão não existe contribuição dêstes sedimentos Gondwânicos na formação da série Bauru.

- 21 — A presença de minerais moderadamente estáveis e alguns instáveis nos sedimentos indica que a velocidade de erosão se retardou em relação à do intemperismo químico, fato compatível com o regime de peneplanização em clima úmido.
- 22 — O grau de arredondamento dos grãos de quartzo, segundo o índice de WADELL vai de 0.2 a 0.8, uma grande amplitude que concorda com o número de classes texturais. Os valores mais freqüentes são 0.4 e 0.5. Como existe relação entre tamanho dos grãos e grau de arredondamento, o tamanho fino dos sedimentos Bauru implica necessariamente em um arredondamento imperfeito.
- 23 — Os índices mais freqüentes, 0.4 e 0.5, indicam que não havia na área da alimentação nenhum sedimento prévio, fato que resultaria em um aprimoramento do grau de arredondamento.
- 24 — A porosidade, estudada apenas na sondagem de Catanduva, mostra uma variação até um máximo de 28%. Quanto mais baixo o teor de calcáreo maior a porosidade; êste teor baixo pode ser original ou matéria secundária por lixiviação do cimento. O teor de calcáreo não age isoladamente; é compensado pela densidade e granulação. A densidade parece ser o fator mais importante, porém em rochas da mesma densidade, a de granulação mais fina é mais porosa. O coeficiente de seleção e o grau de arredondamento não influíram na porosidade, como mostra o quadro XVI.

- 25 — A densidade varia, porém fica dentro dos limites usuais para os arenitos e siltitos. Os siltitos calcáreos são mais densos do que os clásticos, o mesmo comportamento é também oferecido pelos arenitos.
- 26 — A textura superficial dos grãos de quartzo revela uma superfície fosca e crivada, com concavidades irregulares. Frequentemente os grãos são revestidos por uma película de hidróxido de ferro vermelho ou por argila vermelha, dado que ambos sofreram uma deposição regulada pelas mesmas leis mecânicas graças a uma granulação equivalente. Tais caracteres são mais pronunciativos a favor de uma origem aquosa.
- 27 — Nas côres a predominância do vermelho é patente, dada pela película de hidróxido de ferro, indicando deposição sub-aérea, em zona oxidante e não redutora, proveniente do intemperismo químico dos minerais ferro-magnesianos do basalto. Segue-se a cor cinzenta oriunda do cimento ou da cor dos grãos do material leve. O material pesado e opaco não influi na coloração do material, salvo em estruturas laminadas por corrente. Estas côres indicam condições de clima quente e úmido na área de proveniência do sedimento, alternado com estações áridas.
- 28 — A assimetria da distribuição para o lado dos grãos finos característica dos sedimentos da série Bauru denota condições de clima úmido, intemperismo químico dominante, na sua área de produção, resultando distribuições bi-modais.
- 29 — A abundância de hidróxido de ferro fala a favor de uma decomposição química forte na área de produção, porém não chegou ao extremo de transformar os minerais das rochas matrizes nos patamares químicos finais de óxidos. Foram assim preservados minerais moderadamente estáveis e alguns instáveis.
- 30 — As rochas matrizes foram: a) granitos e pegmatitos (têrmos rudáceos), b) gnais, xistos, eruptivas basálticas (têrmos finos). Há coincidência entre o teor de calcáreo e as amostras derivadas da decomposição dos basaltos, mostrando que o carbonato de cálcio poderia derivar do intemperismo dos plagioclásios e piroxênios dessas rochas básicas.
- 31 — O veículo do transporte do sedimento Bauru foi fluvial, com regular abrasão mecânica, muito material carbonático de cálcio em

solução e hidróxidos de ferro. A seleção foi variável como acontece em todo transporte fluvial, operada da montante à juzante e das calhas para as planícies de inundação lateralmente.

- 32 — O clima da área de erosão dos sedimentos era quente e úmido com estações áridas intercaladas como provam: a) teor em feldspato, b) imaturidade mineralógica, c) hidróxido de ferro vermelho, d) intemperismo químico generalizado.
- 33 — O ambiente da deposição foi fluvial, operado em calhas, planos aluviais, planícies de inundação, lagoas e deltas fluviais como provam: a) composição textural dos sedimentos, b) análise estatística, c) teor de calcáreo e d) estruturas sedimentares. A litologia e os fósseis encontrados pronunciam-se a favor de um ambiente continental. A energia do ambiente foi pequena pelas características topográficas; os arenitos correspondem à maior dissipação energética do meio e os siltitos e argilitos a áreas desenergizadas, como planos de inundação e lagoas.
- 34 — O controle tectônico da sedimentação da série Bauru foi epeirogênico, operado em um elemento tectônico classificável como bacia intracratônica epeirica. O grau de tectonismo foi de rápido a moderado, porém não houve grande suprimento de material porque a epeirogênese forma bacias nas áreas negativas e planaltos nas áreas positivas; nos planaltos a erosão se processa por peneplanização que é um processo lento e assim provê pouco material para a acumulação nas bacias competentes para recebê-los. Como corolário o intemperismo químico pôde avançar em relação ao processo erosivo.
- 35 — A espessura da série Bauru, atualmente com 200 metros após o longo ciclo cenozóico, é realmente grande para um depósito fluvial. A conciliação entre a grande espessura e a parcimônia de material para a acumulação reside no fator tempo. Por esta razão o abaixamento da bacia excedeu à velocidade de acumulação, gerando-se o quadro da drenagem difícil com planícies de inundação, lagoas, deltas fluviais, o que em termos de sedimentologia é expresso pela imaturidade textural, falta de energia do ambiente da deposição, excesso da sedimentação química sobre a clástica, bem como nos caracteres estatísticos das rochas.

- 36 — Os tectotopos dêsse ambiente tectônico são arenitos (tipo sub-grauvaque), siltitos e argilitos, com cimento calcáreo na maioria das vêzes, raramente calcáreos puros.
- 37 — No ciclo tectônico da bacia do Paraná a deposição da série Bauru corresponde ao terceiro grande episódio de abaixamento.
- 38 — As rochas da série Bauru exibem as seguintes estruturas sedimentares: a) maciça, b) gradual, c) laminação inclinada paralela, d) laminação inclinada cruzada, e) laminação horizontal, f) del-tica fluvial.
- 39 — A espessura apurada para a série Bauru é da ordem de 200 metros no máximo com o emprêgo de perfis de sondagens, secções geológicas.
- 40 — A série Bauru possui três litofácies dominantes: a) conglomerático, b) arenítico-sílico, c) argilítico. Raramente ocorre o exclusivamente calcáreo. Estas rochas são litotopos de ambiente continental: — os conglomerados litotopos de planos aluviais, calhas fluviais e deltas fluviais; — os arenitos litotopos de planos aluviais, calhas fluviais e planos de inundação; os siltitos e argilitos litotopos de planos de inundação e lagoas, lugares onde a quietude da água foi maior.
- 41 — O biofácies da série Bauru é composto de répteis na sua maioria, secundariamente peixes, moluscos e insetos. Os répteis e insetos são biotopos terrestres, os primeiros de planícies de inundação, lagoas, rios. Os moluscos e peixes biotopos aquáticos fluviais.
- 42 — O litofácies arenítico-siltico é o mais freqüente na vertical e horizontal, e assim merece ser tomado como base no mapeamento. Êste litotopo indica como ambiente mais comum na área de sedimentação os planos de inundação e lagoas.
- 43 — Estratigráficamente fica a série Bauru dividida em dois membros, com base nos litofácies que possuem expressão geográfica em área. O litofácies conglomerático, que tem expressão em área é denominado membro Itaquerí; outro litofácies de expressão geográfica é o arenítico, designado membro Bauru. Do ponto de vista litológico a série Bauru equivale a uma formação.
- 44 — A posição estratigráfica da série Bauru está imediatamente acima do "trapp" do Paraná, descansando em desconformidade. Esta situação na coluna geológica do estado de São Paulo elimina a formação Caiuá como elemento autônomo intermediário entre a

superfície do lençol superior de "trapp" e a base da série Bauru; alguns elementos excluem a formação Caiuá da coluna geológica, tais como: — testemunhos de perfis de sondagens, onde a série Bauru descansa sobre a lava basáltica, — secções geológicas, onde a série Bauru se assenta diretamente sobre o "trapp", — composição mineralógica da série Bauru negando a contribuição de sedimentos eólicos prévios que, se existissem, necessariamente forneceriam material, — grau de arredondamento dos grãos negando contribuição de sedimentos anteriores.

- 45 — A formação Caiuá, interpretando-se os dados de SCORZA (63) é nitidamente aquosa, por vários motivos: a) granulometria, onde a aplicação da IV lei de UDDEN (67) nega peremptoriamente origem eólica, mas aquosa; b) número de classes texturais típico de depósitos fluviais; c) o princípio de DAKE negativo de origem eólica, d) composição mineralógica referível a uma área de erosão sob clima úmido, com ausência de minerais típicos do basalto; e) sítios de coleta exclusivamente em calhas de rios ou em cisternas onde a amostra estava na zona de imbebição pelo lençol freático. Assim, parece-nos mais judicioso atribuir a formação Caiuá no estado de São Paulo uma origem fluvial deltáica, terciária, de acordo com a opinião de BAKER. No estado do Paraná a formação Caiuá pode ser segregada em arenito Botucatu, arenito Bauru e nos depósitos terciários de calha fluvial.
- 46 — A área da série Bauru no estado de São Paulo, com a eliminação da formação Caiuá (formação Caiuá do planalto = série Bauru), aumentou para cerca de 100.000 km.².
- 47 — Segundo HUENE a série Bauru foi gerada no estágio senoniano do cretáceo superior, com base em répteis gen. *Titanosaurus*. Como a estratigrafia do cretáceo europeu, à qual foi assimilado o padrão da série Bauru, foi realizada com fósseis invertebrados marinhos e como a série Bauru mostra uma espessura grande tendo-se em conta sua origem fluvial, e também teve um suprimento deficitário em relação à velocidade de subsidência, somos de parecer que a série Bauru foi gerada em toda a época superior do período cretáceo. Com estas considerações a unidade-rocha da série é a formação; uma formação gerada em uma época equivale à designação *série*, de onde a nomenclatura de série Bauru em-

pregada neste trabalho, substituindo a palavra formação que não tem conteúdo cronológico.

- 48 — A estrutura geológica da série Bauru, onde aparece o acamamento, ou louvando-se na estratificação das unidades sedimentares, é do tipo concordante horizontal.
- 49 — A série Bauru mostra um diastrofismo post-cretáceo com algumas falhas com evidência direta no campo. Citamos a falha no km. 418 da nova rodovia Bauru-Marília, e duas falhas nos testemunhos de sondagens de Jales. Parece, no entanto, pela atitude horizontal ou pelo mergulho fraco das camadas (0,5m. por km), que no levantamento epeirogênico cenozóico predominaram deformações do tipo de arqueamento.
- 50 — As direções tectônicas concordam com as do escudo brasileiro, observando-se dois sistemas: 1.º ENE-WSW, 2.º NNW-SSE. A drenagem retrata o funcionamento destes dois sistemas ortogonais, formando-se mosaicos retangulares, por onde a erosão diferencial trabalhou para modelar as escarpas das serras de Botucatú, Itaqueri, Cuzcuzeiro, etc. Estas escarpas são do tipo de *escarpas obseqüentes de linha de falha*, onde o tecto topograficamente baixo na estrutura, passou, por erosão diferencial, a uma posição elevada, conformando as *cuestas*, hoje observadas. Segundo BEL-LINGS são necessários dois ciclos para tal acontecimento, o que concorda com os relevos policíclicos do escudo brasileiro, com a tectônica a que foi submetido, e com a área basáltica que deveria existir para alimentar a sedimentação da série Bauru e que necessariamente desapareceu pela erosão do muro para dar o quadro atual da sua área geográfica no estado de São Paulo.

FIG. 1

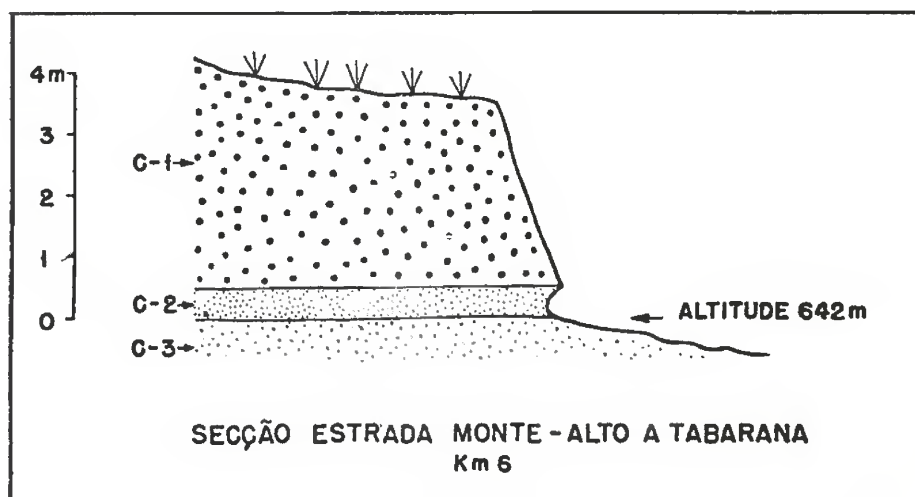
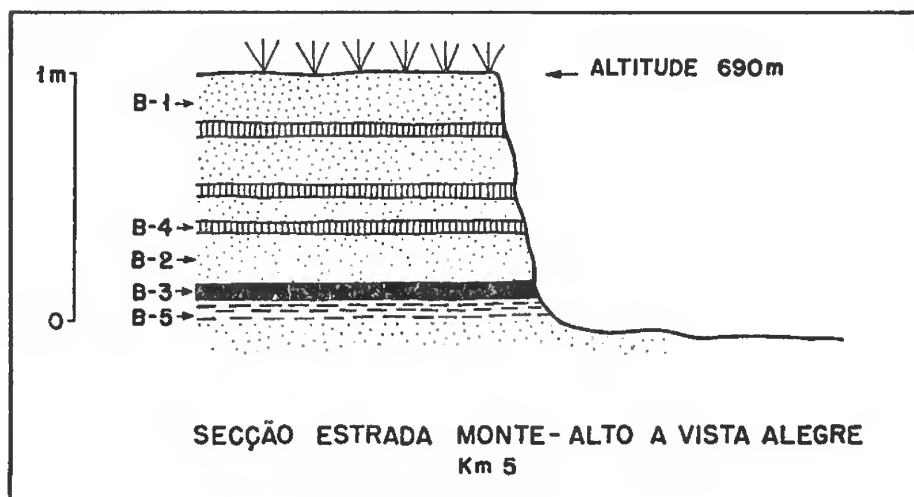


FIG. 2

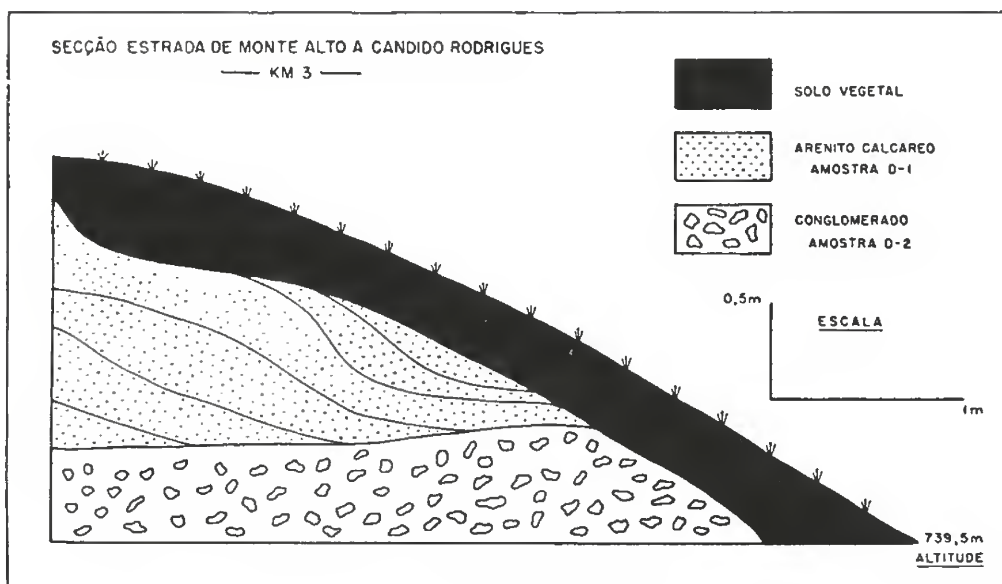


FIG. 3

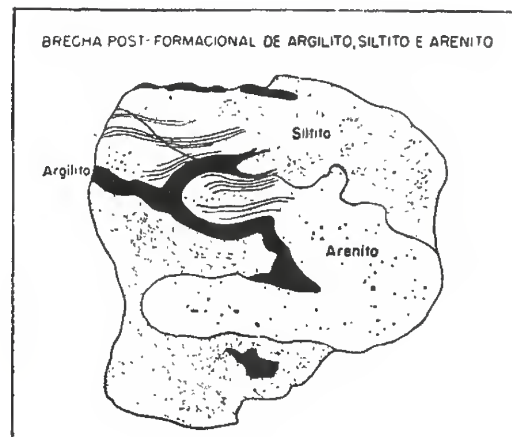


FIG. 4



FIG. 5



FOTO 1 — Laminação inclinada de arenito depositado em canal fluvial.



FOTO 2 — Laminação de corrente em arenito.

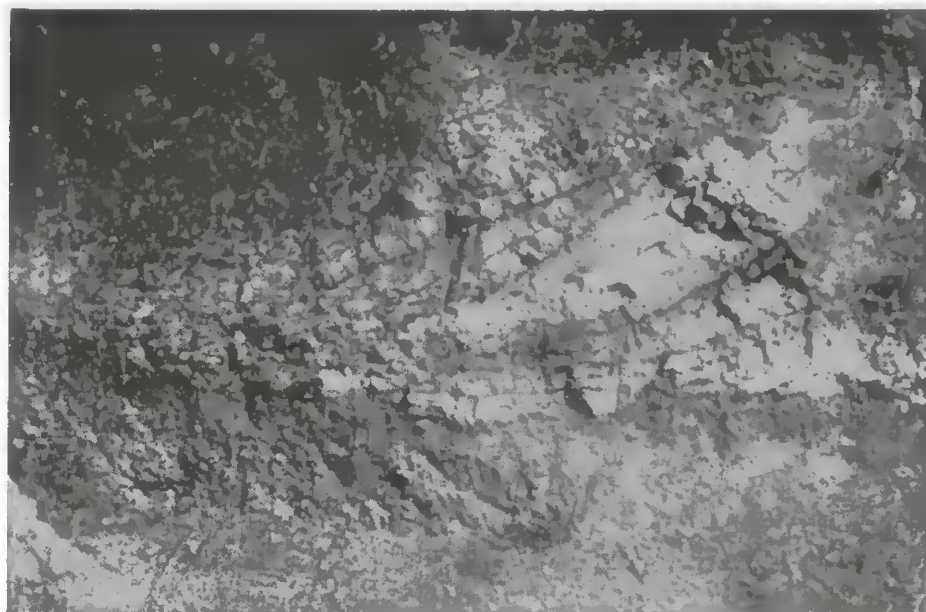


FOTO 3 — Estrutura deltáica amostra D-1



**FOTO 4 — Estrutura maciça. Arenito calcáreo
RODOVIA BAURU-MARÍLIA. KM 12**

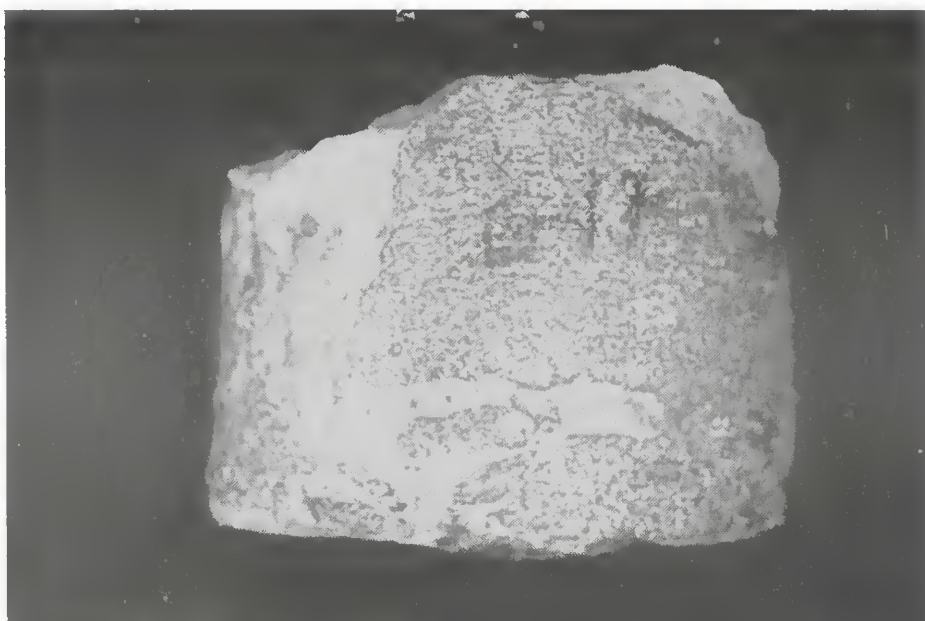


FOTO 5 — Membro Itaqueri (conglomerado basal) — Amostra G-17



FOTO 6 — Contacto deposicional entre o membro Bauru e o membro Itaqueri, inferior. Corte km 272,200 E.F.S. Entre Botucatu e Rubião Júnior.

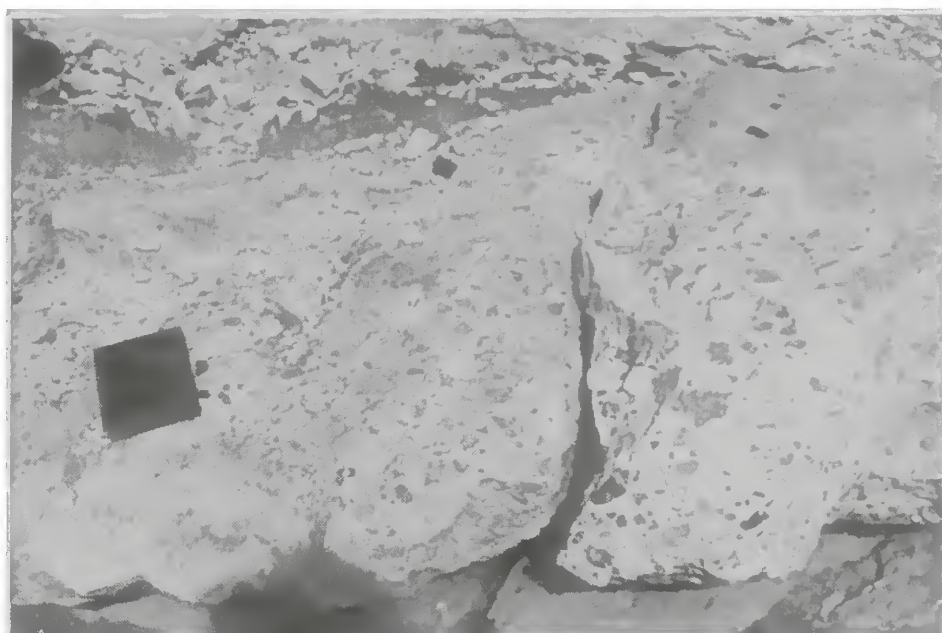


FOTO 7 — Membro Itaquerí — Altitude 848 m. Corte Km 272,150 da E.F.S. Entre Botucatu e Rubião Júnior.

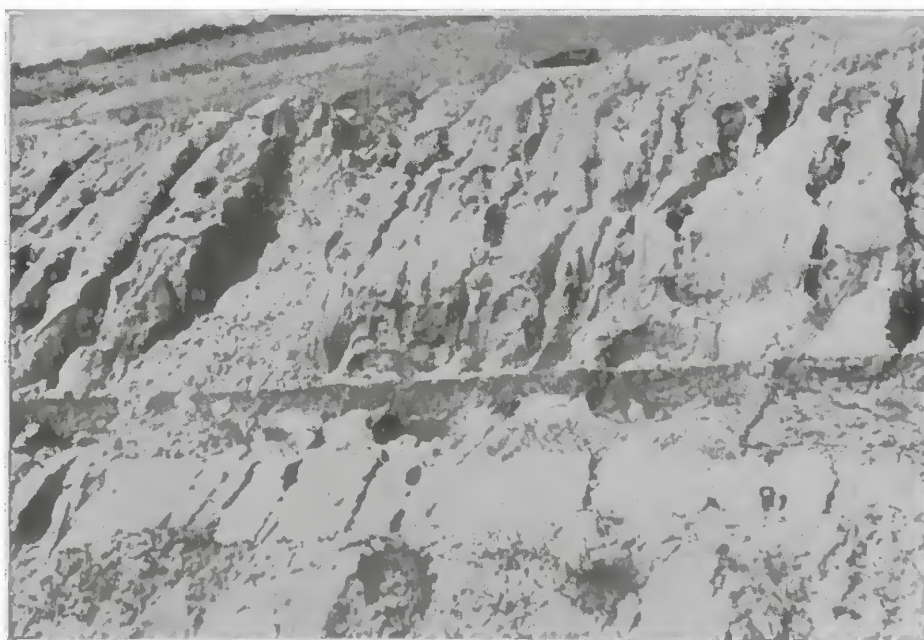


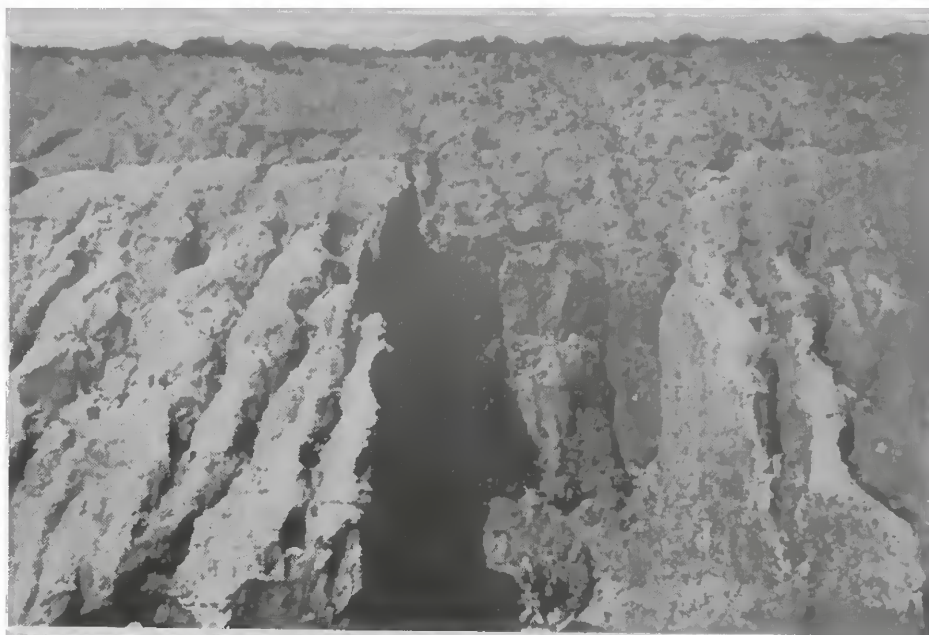
FOTO 8 — Facies argilítico no membro arenito Bauru. Corte Km 272,700 da E.F.S. Altitude 870 m.



FOTO 9 — Facies conglomerático no membro arenito Bauru. Km 272,500 da E.F.S. Altitude 848 m.



FOTO 10 — Intemperismo no membro ITAQUERÍ . Rubião Júnior — Altitude 900 m.



**FOTO 11 — Erosão no membro Bauru em rochas sem cimento calcáreo.
Corte E. F. S. Km 273. Entre Botucatu e Rubião Júnior.**

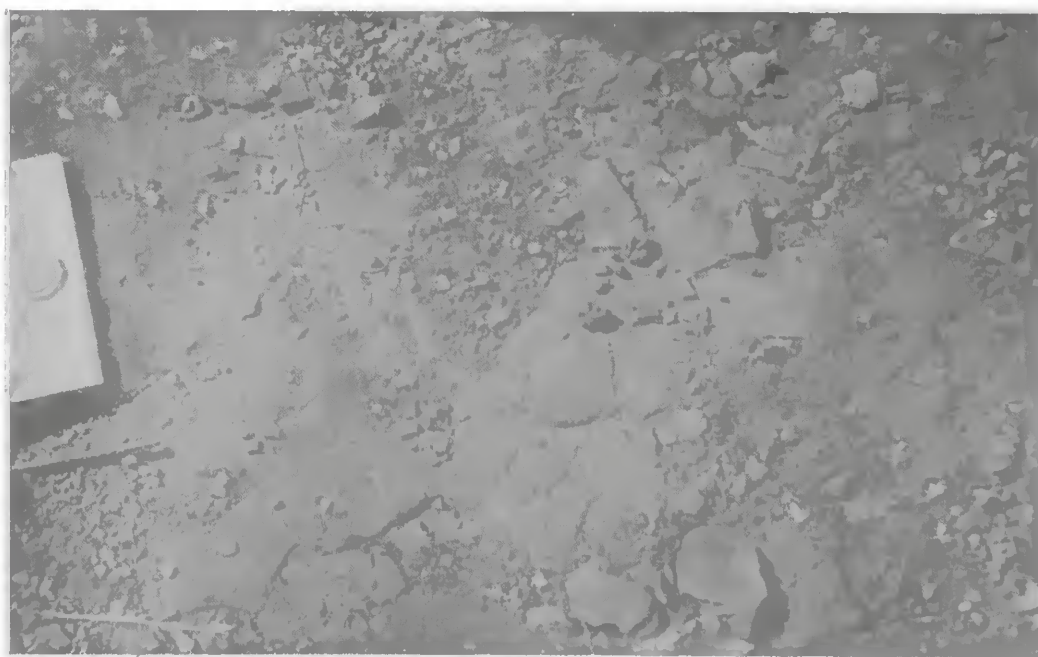


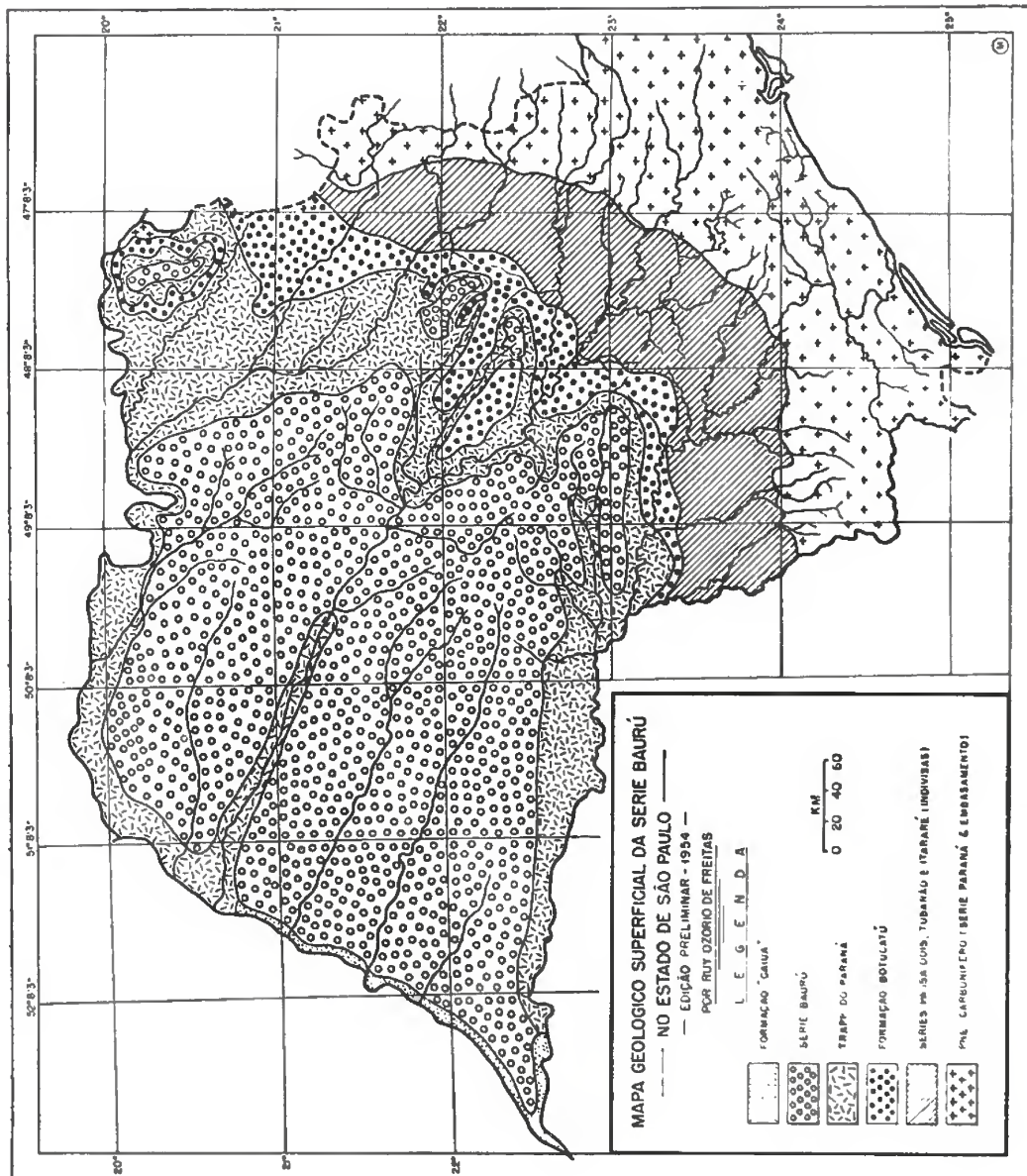
FOTO 12 — Superfície da lava pré-série Bauru (recentemente descoberta).



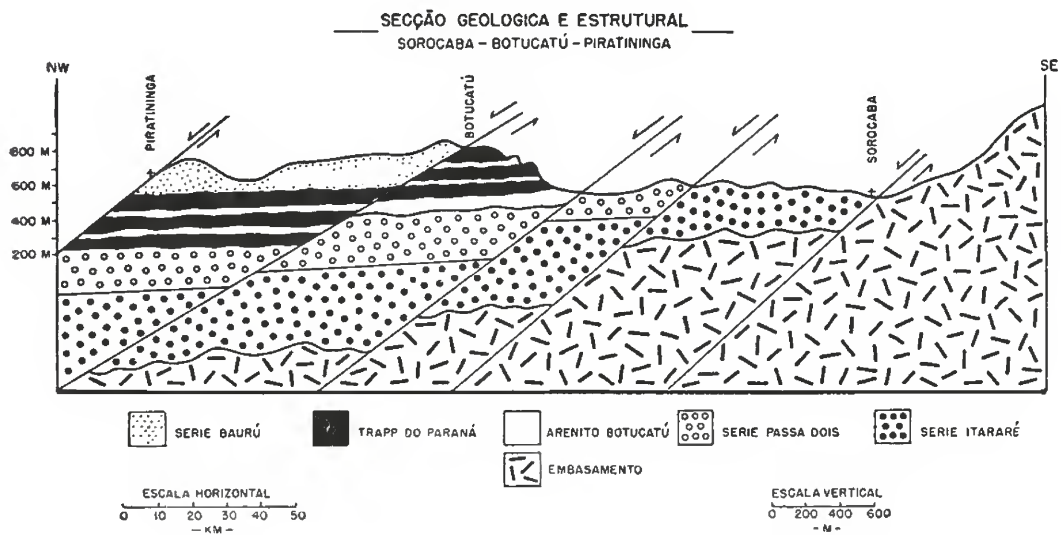
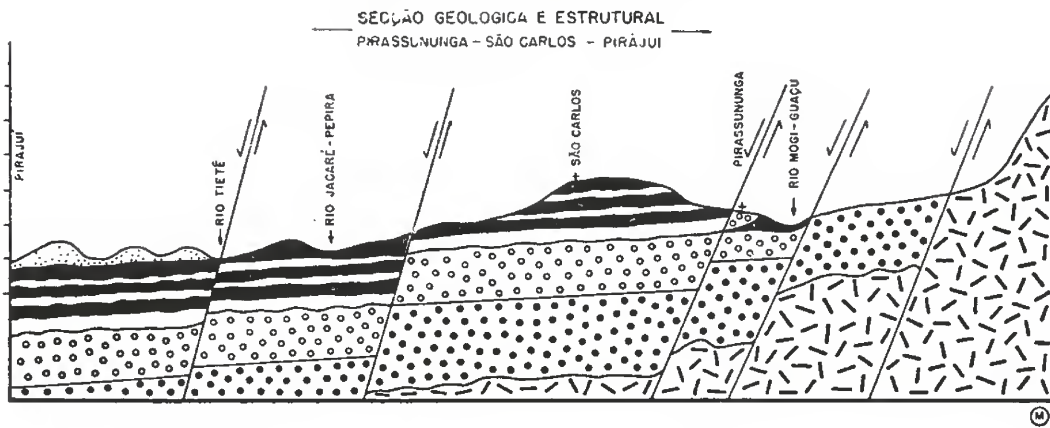
**FOTO 13 — RODOVIA MARÍLIA-BAURU — Km 418 — Altitude 585 m.
Falha no arenito Bauru**



FOTO 14 — Outro aspecto da mesma falha.



SECÇÃO GEOESTRUTURAL 1



SECÇÃO GEOESTRUTURAL 2

VIII — BIBLIOGRAFIA

- 1 — ALTHY, L. F. — DENSITY, POROSITY AND COMPACTION OF SEDIMENTARY ROCKS. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.* Vol. 14, pp. 1-35, 1930.
- 2 — ARROJADO LISBOA, M. — OESTE DE SÃO PAULO-SUL DE MATO GROSSO (ESTRADA DE FERRO NOROESTE DO BRASIL) *Tip. Jor. Comércio, Rio de Janeiro, D. F.* 172 pp. 1909.
- 3 — de AZEVEDO, A. — O PLANALTO BRASILEIRO E O PROBLEMA DA CLASSIFICAÇÃO DE SUAS FORMAS DE RELEVO. *Bol. 2, Ass. Geogr. Bras. Bol. Paul. de Geogr. São Paulo*, pp. 43-50, Julho 1949.
- 4 — BAKER, C. L. — THE LAVAS FIELD OF THE PARANA BASIN. *Journ. Geol.* Vol. 31, pp. 66-79, 1923.
- 5 — BARBOSA, O. — PETROGRAFIA SEDIMENTARIA E ESTRATIGRAFIA. *An. Esc. Min. Ouro Prêto*, n.º 25, pp. 35-50, 1934.
- 6 — BARBOSA, O. — NOTAS SOBRE O ARENITO CAIUA' E BAURU. *Min. & Met. Vol. III*, n.º 16, p. 212. *Rio de Janeiro, D. F.* 1938.
- 7 — BARBOSA, O. e F. F. M. de ALMEIDA — GEOLOGIA DAS QUADRÍCULAS DE PIRACICABA E RIO CLARO, ESTADO DE S. PAULO. *Bol. Div. Geol. Min. DNPM. Min. da Ag.* n.º 143, 96 pp. *Rio de Janeiro, D. F.* 1953.
- 8 — BARRELL, J. — THE UPPER DEVONIAN DELTA OF THE APALACHIAN GEOSYNCLINE. *Am. Journ. Sc.* Vol. 36, pp. 429-472, n.º 215, 1913; Vol. 37, pp. 87-109, 1913.
- 9 — BIGARELLA, J. J. — CONTRIBUIÇÃO À PETROGRAFIA DOS ARENITOS DA SÉRIE S. BENTO. *Arq. Biol. e Tec.* Vol. IV, art. 17, pp. 141-214, Curitiba, 1949.
- 10 — BILLINGS, M. P. — STRUCTURAL GEOLOGY. *Prantice Hall, New York*, 473 pp., 1942.
- 11 — DAKE, C. L. — THE PROBLEM OF THE ST. PETER SANDSTONE. *Bull. Univ. Miss.* Vol. VI, n.º 1, p. 173, 1921.
- 12 — DRYDEN, A. L. — ACCURACY IN PERCENTAGE REPRESENTATION OF HEAVY MINERALS FREQUENCIES. *Proc. Nat. Ac. Sc.* Vol. 17, pp. 223-238, 1931.
- 13 — FLORENCE, G. — NOTAS GEOLÓGICAS SOBRE O RIO TIETÊ. (EXPLORAÇÃO DO RIO TIETÊ). *Com. Geog. & Geol. Est. S. Paulo*, pp. 9-15, 1907.
- 14 — FOLK, R. L. — STAGES OF TEXTURAL MATURITY IN SEDIMENTARY ROCKS. *Journ. Sed. Petr.* Vol. 21, n.º 3, pp. 127-130, 1951.

- 15 — FRANCO, R. R. — ZEOLITAS DOS BASALTOS DO BRASIL MERIDIONAL. Bol. Fac. Fil., Ciên. e Let. Univ. S. Paulo, n.º 150, Mineralogia n.º 10, 69 pp., 1952.
- 16 — de FREITAS, R. O. — ENSAIO SOBRE A TECTÔNICA MODERNA DO BRASIL. Bol. Fac. Fil., Ciên. e Let. Univ. São Paulo, n.º 130, Geologia n.º 6, 120 pp. 1951.
- 17 — de FREITAS, R. O. — ENSAIO SOBRE O RELEVO TECTÔNICO DO BRASIL. Rev. Bras. Geogr. ano XIII, n.º 2, pp. 171-222, Rio de Janeiro, D. F., 1951.
- 18 — de FREITAS, R. O. — RELEVOS POLICÍCLICOS NA TECTÔNICA DO ESCUDO BRASILEIRO. Bol. Paul. de Geogr. n.º 7, pp. 3-19, Março, 1951.
- 19 — de FREITAS, R. O. — AREIAS RECENTES DA PRAIA GRANDE, S. P. An. Ac. Bras. Ciên. Vol. 23, n.º 2, pp. 163-175, Rio de Janeiro, 1951.
- 20 — de FREITAS, R. O. — AREIAS RECENTES DO GUARUJA', S. P. An. Ac. Bras. Ciên. Vol. 23, n.º 2, pp. 177-186, Rio de Janeiro, 1951.
- 21 — de FREITAS, R. O. — COMPOSIÇÃO E GRANULOMETRIA DA PRAIA DE S. SEBASTIÃO, S. P. Bol. Soc. Bras. Geol. n.º 2, S. Paulo, pp. 29-36, Maio, 1953.
- 22 — GOLDICH, S. S. — A STUDY IN ROCK WEATHERING. Journ. Geol. Vol. 46, pp. 17-58, 1938.
- 23 — GONZAGA DE CAMPOS, L. F. — RECONHECIMENTO DA ZONA COMPREENDIDA ENTRE BAURU E ITAPURA. E. F. NOROESTE DO BRASIL. 40 pp. Tip. Ideal, São Paulo, 1905.
- 24 — GUTMANS, M. — TECTÔNICA DA BACIA DO PARANA'. Min. & Met. Vol. XIV, n.º 80, pp. 47-50, Julho-Agosto, 1949.
- 25 — von HUENE, F. — TERRESTRICHE OBER KREIDE IN ZENTRALEN SUDAMERIKA. Cent. f. Min. Geol. und Pal. Abt. B. J. 1930, pp. 177-181.
- 26 — von HUENE, F. — TERRESTRICH OBER KREIDE, URUGUAY. Cent. f. Min. Geol. und Pal. pp. 107-112, 1929.
- 27 — von HUENE, F. — VERSCHIEDENE MESOZOISCHE WIRBELTIERRESTE AUS SUDAMERIKA. Ne. Jb. f. Min. Geol. und Pal. Vol. 66, Abt. B. pp. 181-198, 1931.
- 28 — IHERING, R. — FÓSSEIS DE S. JOSE' DO RIO PRETO. Rev. Mus. Paul. Vol. VIII. pp. 141-146, 1909.
- 29 — INMAN, D. L. — SORTING OF SEDIMENTS IN THE LIGHT OF FLUIDS MECHANICS. Journ. Sed. Petr. Vol. 19, n.º 2, pp. 51-70, 1949.
- 30 — INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO — CARTA HIPSOMÉTRICA DO ESTADO DE S. PAULO. Escala 1:1.000.000, 1943.

- 31 — IDEM — CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE S. PAULO. Escala 1:1.000.000, 1947.
- 32 — JAMES, P. — A CONFIGURAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO SUDESTE DO BRASIL. Trad. Bol. Geogr. ano IV, n.º 45, pp. 1105-1121, Rio de Janeiro, D. F., 1946.
- 33 — JOHNSON, D. — AVAILABLE RELIEF AND TEXTURE OF TOPOGRAPHY, A DISCUSSION. Journ. Geol. vol. 41, n.º 3, pp. 293-305, 1933.
- 34 — KELLER, W. D. — SIZE DISTRIBUTION OF SAND IN SOME DUNE BEACHS AND SANDSTONES. Am. Ass. Petr. Geol. Bull. Vol. 29, pp. 215-221, 1945.
- 35 — KRUMBEIN, W. C. — THE EFFECTS OF ABRASION, SHAPE AND ROUNDNESS OF ROCKS FRAGMENTS. Journ. Geol. Vol. 49, p. 482, 1941.
- 36 — KRUMBEIN, W. C. — MEASUREMENT AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF SHAPE AND ROUNDNESS OF SEDIMENTARY ROCK PARTICLES. Journ. Sed. Petr. Vol. II, pp. 64-72, 1941.
- 37 — KRUMBEIN, W. C. & F. J. PETTIJOHN — MANUAL OF SEDIMENTARY PETROGRAPHY. Appleton Century Crofts, Inc. New York, 549, pp. 1938.
- 38 — KRUMBEIN, W. C. & L. L. SLOSS — STRATIGRAPHY AND SEDIMENTATION. W. H. Freeman & Co. S. Francisco 497 pp., 1951.
- 39 — KRYNINE, P. D. — ARKOSE DEPOSITS IN THE HUMID TROPICS. Am. Journ. Sc. Ser. 5. Vol. 29, pp. 353-363. 1935.
- 40 — KRYNINE, P. D. — PETROGRAPHIC STUDIES OF VARIATIONS IN CEMENTING MATERIAL IN THE ORISKIAN SAND. Proc. 10th Penn. Min. Ind. Conf. Penn. St. Col. Bull. 33, pp. 108-116, 1941.
- 41 — KRYNINE, P. D. — DIASTROPHISM AND THE EVOLUTION OF SEDIMENTARY ROCKS. Am. Ass. Petr. Geol. A lecture, 1943.
- 42 — KRYNINE, P. D. — TURMALINE GROUP IN SEDIMENTS. Journ. Geol. Vol. 54, n.º 2 pp. 65-68, 1946.
- 43 — LANGE, F. W. — ESTRATIGRAFIA E IDADE GEOLÓGICA DA SÉRIE TUBARÃO. Arq. Mus. Pr. Geol. n.º 2, 22 pp. Julho, 1954.
- 44 — LEINZ, V. — ESTUDOS SOBRE A GLACIAÇÃO PERMOCARBONÍFERA DO SUL DO BRASIL. Serv. Fom. Prod. Min. D.N.P.M. Min. Ag. Bol. 21, 47 pp. 1937.
- 45 — LEINZ, V. — CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DOS DERRAMES BASÁLTICOS NO SUL DO BRASIL. Fac. Fil., Ciên. Let. Un. S. Paulo, Bol. 123, Geol. n.º 5, 61 pp., 1949.
- 46 — LEONARDOS, O. H. & A. I. de OLIVEIRA — GEOLOGIA DO BRASIL. II ed. Imprensa Nacional, 813 pp. Rio de Janeiro, D. F., 1943.

- 47 — MAACK, R. — ALGUMAS OBSERVAÇÕES A RESPEITO DA EXISTÊNCIA E DA EXTENSÃO DO ARENITO SUPERIOR S. BENTO OU CAIUA' NO ESTADO DO PARANA'. Arq. Mus. Par. Vol. I, art. V, pp. 107-129, 1941.
- 48 — MILWARD, G. B. — CONTRIBUIÇÃO PARA A GEOLOGIA DO ESTADO DE GOYAZ. Esc. Prof. Salesianas. S. Paulo, 98 pp., 1933.
- 49 — MORAES REGO, L. F. — CAMADAS CRETÁCEAS DO SUL DO BRASIL. Anua. Esc. Pol. S. Paulo, IV ano, 2a. ser. pp. 231-274, 1935.
- 50 — de OLIVEIRA, E. — CARTA DE F. VON HUENE AO DR. EUZÉBIO DE OLIVEIRA. Min. & Met. Vol. IV, n.º 22, p. 190, 1939.
- 51 — PACHECO, J. — NOTAS SOBRE A GEOLOGIA DO VALE DO RIO GRANDE A PARTIR DA FOZ DO RIO PARDO ATÉ SUA CONFLUÊNCIA COM O RIO PARANAIBA. (EXPLORAÇÃO DO RIO GRANDE E SEUS AFLUENTES). Com. Geogr. & Geol. Est. São Paulo, pp. 33-38, 1913.
- 52 — PETTIJOHN, F. J. — PETROGRAPHY OF THE BEACH SANDS OF SOUTHERN LAKE MICHIGAN. Journ. Geol. Vol. 39, n.º 5, pp. 432-455, 1931.
- 53 — PETTIJOHN, F. J. & A. C. LUNDHALL — SHAPE AND ROUNDNESS OF LAKE ERIE BEACHS SANDS. Journ. Sed. Petr. Vol. 13, pp. 69-78, 1943.
- 54 — PETTIJOHN, F. J. — SEDIMENTARY ROCKS. Harper & Bros. New York, 526 pp., 1952.
- 55 — PRICE, L. I. — OS QUELÔNIOS DA FORMAÇÃO BAURU, CRETACEO TERRESTRE DO BRASIL MERIDIONAL. Div. Geol. Min. DNPM. Min. Ag. Bol. 147, Rio de Janeiro, D. F. 34 pp., 1953.
- 56 — PRICE, L. I. — OS CROCODÍLIOS DA FORMAÇÃO BAURU. An. Ac. Bras. Ciên. T. 22, pp. 473-490. 1950.
- 57 — RITTENHOUSE, G. — GRAIN ROUNDNESS — A VALUABLE GEOLOGIC TOOL. Bull. Am. Ass. Petr. Geol. Vol. 30, n.º 7, pp. 1192-1197, 1946.
- 58 — ROXO, M. G. O. — ON A NEW SPECIES OF FOSSIL CROCODILIA FROM BRAZIL, GONIOPHOLIS PAULISTANUS. An. Ac. Bras. Ciên. Vol. VIII, n.º 1 pp. 33-34, Rio de Janeiro, D. F., 1936.
- 59 — ROXO, M. G. O. — CROCODILIANOS FÓSSEIS DO BRASIL. Nota Prel. n.º 14. Div. Geol. Min. DNPM. Min. Ag., 1937.
- 60 — RUSSELL, R. D. — EFFECTS OF TRANSPORTATION ON SEDIMENTARY PARTICLES. Recent Marine Sediments. Tulsa, pp. 32-47, 1939.

- 61 — RUSSELL, R. D. & P. A. DICKEY — POROSITY, PERMEABILITY AND CAPILLARY PROPERTIES OF PETROLEUM RESERVOIRS. *Applied Sedimentation*. P. D. Trask editor. John Wiley & Sons, 707 pp., 1950.
- 62 — RUSSEL, R. D. & R. E. TAYLOR — ROUNDNESS AND SHAPE OF MISSISSIPPE RIVER SANDS. *Journ. Geol.* Vol. 45, pp. 225-267, 1937.
- 63 — SCORZA, E. P. — CONSIDERAÇÕES SOBRE O ARENITO CAIUA'. *Div. Geol. Min. DNPM. Min. Ag. Bol.* 139, 62 pp., 1952.
- 64 — SHAW, E. W. — SORTING IN SEDIMENTARY ROCKS. *Bull. Geol. Soc. Am.* Vol. 28, pp. 925-932, 1917.
- 65 — STAESCHE, K. — UMA TARTARUGA DO CRETACEO SUPERIOR DO BRASIL. *Div. Geol. Min. DNPM. Min. Ag. Bol.* 114, 24 pp., 1944.
- 66 — TWENHOFEL, W. H. — TREATISE ON SEDIMENTATION. The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1932.
- 67 — UDDEN, J. A. — MECHANICAL COMPOSITION OF CLASTICS SEDIMENTS. *Bull. Geol. Soc. Am.* Vol. 25, pp. 655-744, 1914.
- 68 — WADELL, H. — VOLUME, SHAPE AND ROUNDNESS OF ROCK PARTICLES. *Journ. Geol.* Vol. 40, pp. 443-451, 1952.
- 69 — WANDERLEY, A. — RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR. *Serv. Geol. e Min. Brasil.* pp. 103-110, 1934.
- 70 — WASHBURNE, C. W. — PETROLEUM GEOLOGY OF THE STATE OF S. PAULO. *Com. Geogr. & Geol. Est. S. Paulo*, 282 pp., 1930.
- 71 — WENTWORTH, C. K. — METHODS FOR COMPUTING MECHANICAL COMPOSITION TYPES OF SEDIMENTS. *Bull. Geol. Soc. Am.* Vol. 40, pp. 771-790, 1929.

