

Fahad Moysés Arid

A Formação Bauru na Região Norte -
Occidental do Estado de São Paulo



1910000179



A FORMAÇÃO BAURU NA REGIÃO NORTE-
OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

FAHAD MOYSÉS ARID

doação

Tese apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras -
de São José do Rio Preto, para
obtenção do grau de Doutor em
Ciências



179/84

São José do Rio Preto, 1966

Í N D I C E

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTUDOS ANTERIORES	5
3. FISIOGRAFIA E TRAÇOS TECTÔNICOS	8
1. Fisiografia	8
2. Traços tectônicos	10
4. SUCESSÃO VERTICAL E VARIAÇÃO LATERAL DA LITOLOGIA.....	12
1. Sucessão vertical	13
2. Variação lateral.....	21
5. ESPESSURA DA FORMAÇÃO E MORFOLOGIA DO SUBSTRATO.....	25
6. ANÁLISE MECÂNICA E TEXTURAL.....	28
1. Amostragem e métodos de trabalho	28
2. Análise mecânica	31
1. Granulometria	31
2. Análise estatística	32
3. Análise textural	34
1. Arredondamento	34
2. Esfericidade	34
3. Textura superficial	35
7. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	36
1. Fração leve	36
2. Fração pesada.....	37

8. COMPOSIÇÃO QUÍMICA	39
9. ESTRUTURAS SINGENÉTICAS E EPIGENÉTICAS	43
1. Estruturas singenéticas	43
1. Modalidades de estratificação	43
a. Estrutura maciça	45
b. Laminação	45
c. Laminação convoluta.....	5
d. Marcas ondulares	51
2. Estruturas epigenéticas	52
1. Diastemas	52
2. Canais de recheio	53
10. CÔR DOS SEDIMENTOS.....	54
1. Côres dos sedimentos de superfície	54
2. Côres de testemunhos de sondagem	56
11. CONTEÚDO PALEONTOLÓGICO	59
1. Considerações gerais	59
2. Dinossauros saurisquianos	62
1. Saurópodes	62
2. Terópodes	64
3. Crocodilianos	65
4. Quelônios	66
12. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO	66
1. Composição dos sedimentos	67
2. Estruturas sedimentares	78

3. Significação dos fósseis	81
4. Comportamento espacial da litologia	82
5. Tectônica sedimentar	85
13. CONCLUSÕES PRINCIPAIS	88
14. BIBLIOGRAFIA	91

A Formação Bauru (Cretáceo Superior) ocupa cerca de metade da superfície do Estado de São Paulo, sobre todo o seu planalto ocidental e se estende ao extremo oeste do Estado de Minas Gerais (Trindade Mineira) e ao sul do Estado de Goiás, sendo registrada inclusive, na porção sul e leste do Estado de Mato Grosso.

Não obstante sua extensão e importância, quer do ponto de vista estritamente histórico-geológico, quer ao do valioso reservatório de água ou substrato de uma das mais férteis zonas cultivadas, não vinda poucos os trabalhos que versam sobre ela.

Destaca-se entre as melhores contribuições o trabalho de FREITAS (1955) em que se encontram importantes dados sedimentológicos e algumas considerações sobre o provável mecanismo da sedimentação, fonte e transporte dos sedimentos e inclusive o aspecto da tectônica que assiste ao enterramento.

1. INTRODUÇÃO

A Formação Bauru (Cretáceo Superior) ocupa -
cêrca da metade da superfície do Estado de São Paulo, cobre todo
o seu planalto ocidental e se estende ao extremo oeste do Estado
de Minas Gerais (Triângulo Mineiro) e ao sul do Estado de Goiás,
sendo registrada inclusive, na porção sul e leste do Estado de
Mato Grosso.)

Não obstante sua extensão e importância, -
quer do ponto de vista estritamente histórico-geológico, quer co
mo excelente reservatório de águas ou substrato de uma das mais/
férteis zonas cultivadas, são ainda poucos os trabalhos que ver-
sam sôbre ela.

Destaca-se entre as melhores contribuições o
trabalho de FREITAS (1955) em que se encontram importantes dados
sedimentológicos e alentadas considerações sôbre o provável ambi
ente de sedimentação, fonte e transporte dos sedimentos e inclu-
sive a respeito da tectônica que assistiu ao assoreamento.

A aparente uniformidade geológica da Formação Bauru pode ser enganosa tendo-se em vista o seu caráter contínuo e a sua enorme amplitude residual.

Somente através de detidos estudos regionais poder-se-á aquilatar sobre a variabilidade faciológica geográfica e cronológica dessa importante unidade estratigráfica.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de contribuir ao conhecimento da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Iniciado há algum tempo com certa morosidade, somente nos dois últimos anos os estudos se intensificaram com vistas principalmente à preparação da presente tese de doutoramento. (Fig. 5)

Os estudos e conclusões deste trabalho se baseiam em observações realizadas naquela porção do Estado de São Paulo, área naturalmente delimitada pelo Rio Grande a norte, pelo rio Tietê a sul, pelo rio Paraná a oeste, até as proximidades das cidades de Barretos e Catanduva a leste. A região se apresenta entrecortada por inúmeras rodovias estaduais e municipais e pela Estrada de Ferro Araraquara, permitindo acesso relativamente fácil, apenas dificultado na época das chuvas de verão.

Não obstante as observações terem sido colhidas em toda essa área, os estudos se concentraram especialmente na região mais próxima a São José do Rio Preto.

Consta o trabalho de estudos de campo e de laboratório e os dados obtidos apoiaram-se em observações diretas nos afloramentos e ainda em testemunhos de sondagens realizadas para captação de água subterrânea.

As cores e as macro e micro-estruturas também



foram consideradas com o intuito de se esclarecer a respeito do paleoambiente de sedimentação e procuramos, com base nos dados disponíveis, especular sobre a tectônica sedimentar e a fonte provável dos detritos.

Os estudos de laboratório se referem à análise mecânica dos sedimentos e sua interpretação estatística, à composição mineralógica e à sua composição química.

Não perdemos de vista por outro lado, na especulação sobre a paleoecologia, os fósseis encontrados no Bauru desta região e que consistem principalmente em restos de répteis e moluscos, tendo sido realizado até um esforço para o tratamento sistemático das inúmeras peças obtidas em nossa área de trabalho.

Não discutiremos os problemas gerais da Formação Bauru a não ser quando houver necessidade de confronto.

A cronologia dessa unidade acha-se bem estabelecida como neocretácea e sua fauna reptiliana tem sido objeto de vários trabalhos de especialistas entre os quais se destacam os de von HUENE e de PRICE. O ambiente continental já foi reconhecido de longa data embora não ainda nos seus pormenores.

A região de nosso estudo está situada a uma distância de pouco mais de cem quilômetros da área tipo da Formação Bauru, localizada no vale do Tietê e está distante do Escudo Cristalino em cerca de 250 a 300 km.

ALMEIDA e BARBOSA (1953) distinguiram duas subdivisões do grupo Bauru: a Formação Itaqueri, na base, e a Formação Marília, superior.

Em vista da descontinuidade geográfica do Ita

queri (FREITAS, 1964, p.127) que falta aliás, em nossa região, - tal designação só pode ser aplicada com a significação de fácies, pois, até para ser considerada membro seria preciso que os seus sedimentos representativos fôsem contínuos.

Com base no mesmo critério, os depósitos de calcários do Bauru que chegam a atingir relativa expressão geológica na área de Uberaba e Ponte Alta, no Estado de Minas Gerais, pelas mesmas razões apontadas para o Itaqueri, poderiam ser atribuídos/ a uma nova fácies para a qual lembramos o nome de Ponte Alta.

À vista disso, também não cabe razão à manutenção da Formação Marília, de forma que o Bauru indiviso baixa à categoria de formação.

AGRADECIMENTOS:-

Não posso deixar de reconhecer, inicialmente, a imensurável contribuição de meus pais, em quem sempre encontrei/ ânimo e fé, apôio e inspiração.

Expresso também meus agradecimentos aos colegas Osmar Sinelli, Samir F. Barcha e Luiz D. Vizotto pela colaboração prestada.

A Liliani Del Nero, por sua constante preocupação e pelo desvêlo, dedicação e carinho com que prestou seu eficiente auxílio técnico, sou eternamente agradecido.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado - de São Paulo, sou grato pelo valioso auxílio concedido.

Minha gratidão ao Doutor Alcyr do Nascimento, Chefe da Secção de Agrogeologia do Instituto Agrônômico de Campinas, pela inestimável gentileza com que realizou grande parte das análises químicas.

Ao Doutor Humberto Maffei, ao Doutor Pedro - Santiñi e sua assistente, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo, pela colaboração na realização de análises químicas e espectrográficas.

Ao Professor Doutor Zeferino Vaz, da Câmara - de Ensino Superior pelas demonstrações de compreensão e confiança; ao Doutor José de Castro Duarte, Diretor desta Faculdade, - por ter proporcionado meios necessários; a meus alunos e a todos que, embora anônimos contribuíram de alguma forma ou me incentivaram, sou profundamente agradecido.

Minha derradeira gratidão desejo expressar - de modo especial, ao prezado Doutor Josué Camargo Mendes, da - cadeira de Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, pela orientação prestada.

2. ESTUDOS ANTERIORES

Deve-se a von IHERING (1911) a primeira notí - cia sobre a ocorrência de répteis e moluscos fósseis em rochas - da Formação Bauru no Estado de São Paulo, em jazigo descoberto - em São José do Rio Preto.

GONZAGA DE CAMPOS ao definir em 1905 a forma - ção que chamou de "Grês de Bauru" ignorava ainda o seu caráter - fossilífero.)



Embora algumas confusões se fizessem em torno da identificação e da interpretação paleoecológica dos fragmentos recolhidos em São José do Rio Preto, êsse achado constituiu o ponto de partida para a posterior correta interpretação geológica dessa formação.

LISBOA (1909) e bem mais tarde WANDERLEY (1934), em trabalhos da abertura e extensão da Estrada de Ferro/Noroeste do Brasil na região oeste do Estado de São Paulo, referem-se aos sedimentos da Formação Bauru; ao segundo Autor deve-se a coleta de muitos fragmentos fósseis.

PACHECO (1913) realizando serviços de reconhecimento geológico de largo alcance no vale do rio Grande, para a Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, faz inúmeras referências a essa formação assinalando, em especial, na região de Taquaritinga e Colina (SP) a ocorrência de fragmentos fósseis, principalmente de esqueleto e de dentes, identificando-os como répteis, escamas de peixes e moluscos de água doce.

OLIVEIRA ROXO (1936, 1937) estudando os crocodilianos fósseis coletados no Bauru, na região de Araçatuba, registra a presença de nova espécie Goniopholis paulistanus, gênero que já havia sido assinalado duvidosamente por PACHECO (1913).

Von STAESCHE (1944) descreveu com base nos fragmentos quase completos do plastrão e carapaça de um quelônio, encontrados no Município de Araçatuba, uma espécie nova - Podocnemis brasiliensis. A revisão desse material feita, posteriormente, por PRICE (1950) revelou para a mesma carapaça estudada por STAESCHE, a identidade de um novo gênero e uma nova espécie - Roxoche lys wanderleyi.

As mais recentes contribuições paleontológicas



cas devem-se principalmente a PRICE (1945, 1950a, 1950b, 1953) que, ao lado de amplas revisões sobre os crocodilianos e quelônios da formação, tem acrescentado inúmeros gêneros e espécies novas desses grupos e, inclusive, de dinossauros.

Cabe, porém, a FREITAS (1955) o mais completo e moderno trabalho sobre a origem e as características físicas e estruturais dos sedimentos da Formação Bauru, dando um conteúdo moderno à sua interpretação sedimentar e tectônica. Estudou entre as amostras coletadas em todo o Estado, algumas procedentes/de parte da área ora versada.

Nos últimos anos, ARID et AL. (1962) e ARID e VIZOTTO (1963, 1965) referiram-se ao encontro de numerosos fragmentos de esqueleto e de dentes de dinossauros, crocodilianos e quelônios na região de São José do Rio Preto, de Ibirá e de Santa Adélia.

Identificaram, entre os crocodilianos, representantes da família Goniopholidae e do gênero Sphagesaurus e, entre os dinossauros, representantes de terópodes (carnossauros) e saurópodes (titanossaurídeo) e placas isoladas de quelônios. Citaram também, entre os achados, escamas de peixes e um molusco gastrópode.

Recentemente, ARID e VIZOTTO (1966) descreveram uma carapaça quase completa de quelônio, encontrada em profundidade em cisterna de água na cidade de São José do Rio Preto, atribuindo-a, com reservas, à espécie Podocnemis brasiliensis - Staesche.



3. FISIOGRAFIA E TRAÇOS TECTÔNICOS

3.1 - Fisiografia

O relevo da área em questão é levemente ondulado e não são grandes as diferenças de nível apresentadas pelas suas maiores elevações, que não alcançam 600m, e as maiores depressões que não são inferiores a 400m.

As menores altitudes encontram-se geralmente/nos vales dos principais rios da região (Foto 1).

De acôrdo com a divisão geomorfológica do Estado de São Paulo adotada atualmente (ALMEIDA, 1964, p.182), a região em aprêço faz parte do Planalto Ocidental do Estado e como todo êle em geral, ela apresenta também um relevo "uniforme e monótono, com extensos espigões de perfis convexos e cimos isolados".

┌ A drenagem é realizada principalmente pelos rios Grande e Tietê (e seus respectivos afluentes) que correm para oeste em busca do rio Paraná. ┘

┌ Entre os rios de segunda importância que participam do sistema fluvial da região merecem referência o São José dos Dourados, afluente do rio Paraná, e o rio Turvo, afluente do rio Grande. ┘

Os rios correm, em geral, sôbre os sedimentos da Formação Bauru e são mansos e calmos; algumas vêzes, no entanto, aquêles sedimentos foram erodidos e o basalto aparece em manchas isoladas nos vales dos principais rios da região. A drenagem regional mostra com relativa frequência, quedas, corre-





FOTO 1 : Aspecto geral do relêvo da Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo.

deiras, cotovêlos de captura e um traçado relativamente ortogonal, apresentando indícios de rejuvenescimento, feições já assinaladas por ALMEIDA (1964, p. 258).

O estudo das isotermas, isoigras e isoietas anuais, apresentadas pela Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai (1955) nos permitem caracterizar a região sob o ponto de vista climático.

A região apresenta médias térmicas anuais superiores a 22°C, sendo que a média das máximas atinge valores muito altos (28°C a 30°C) e as médias das mínimas nunca são inferiores a 15°C.

As diferenças entre ambas as médias não chegam a ser pronunciadas, não existindo, praticamente, estação fria e não sendo muito acentuados os contrastes verão-inverno.

Do ponto de vista pluviométrico, a região apresenta um índice nunca inferior a 1000mm/ano, variando entre 1000mm/1250mm, aumentando em direção aos vales do rio Grande e do rio Paraná, onde chega a alcançar o índice de 1250mm a 1500mm. Caracteriza-se como das zonas menos chuvosas da bacia do rio Paraná, sendo que as chuvas são de verão e o inverno é seco (regime tropical).

Tais características enquadram a região norte-ocidental do Estado de São Paulo, de acordo com os dados fornecidos por aquela Comissão (1955, p.47) em uma zona de clima tropical, quente e úmido com chuvas de verão e inverno seco - tipo AW.

A vegetação original da região, de acordo com os dados apresentados pela Comissão acima citada (1955, p.47)



é classificada como Mata latifoliada - mata mais ou menos compacta, com árvores de 25 a 30 m de altura e troncos de grande diâmetro, onde se destaca a presença do palmito, da peroba, do pau d'alho e dos cedros brancos nas zonas mais férteis, de solos provenientes da decomposição de basaltos nos vales dos rios - e matas mais baixas e menos compactas, onde faltam o pau d'alho, o palmito e outras, nas zonas de solos menos férteis, provenientes da decomposição dos arenitos Bauru.

Atualmente a área em questão está praticamente toda cultivada, salientando-se como culturas principais a do café, algodão, arroz e milho e a presença de imensos campos de pastagens. A vegetação original não mais existe a não ser alguns restos preservados localmente.

Por outro lado, são relativamente poucos os afloramentos que ocorrem, predominantemente, ao longo das modernas rodovias oficiais e da Estrada de Ferro. Devido ao relevo suave da região e o profundo intemperismo químico que assola suas rochas, o aspecto dessas exposições está geralmente alterado, com camada espessa de solo que, embora não impeça o seu estudo, dificulta o mais perfeito reconhecimento e identificação de muitos aspectos e detalhes.

3.2 - Traços tectônicos

X Nenhum indício significativo foi por nós observado nas rochas cretáceas desta região que denunciasses, de modo/ direto, a atuação de falhamentos ou dobramentos.

Somente diáclases foram registradas, até mesmo com relativa frequência em exposições maciças e que constituem elementos sugestivos de perturbações post-deposicionais.



Essas fraturas são normalmente verticais e distribuem-se em dois grupos predominantes de direções: N10-50E e N10-50W.

Por outro lado, nossas observações mostraram/que na região:

- a drenagem apresenta um traçado relativamente ortogonal;
- os cursos dos rios, principais e secundários, seguem - sempre direções paralelas distribuídos em dois grupos - predominantes:- N30-60W e N30-60E;
- os cursos fluviais apresentam direções mais ou menos paralelas às direções predominantes do sistema de diáclases da Formação Bauru;
- é freqüente a presença de quedas e corredeiras, terraços com ou sem depósitos e leitos fluviais com trechos/ mais profundos;
- ocorrem "cotovêlos" de captura fluvial.

Embora em nossa região tenhamos apenas registrado a presença de diáclases, FREITAS (1955, p.168 e 1964, p. - 140) referiu-se à presença de falhamentos na Formação Bauru, justificando-os pela ação de um diastrofismo pós-cretáceo de natureza epirogenética na Bacia do Paraná e que teria afetado as rochas dessa formação. E assinala que êsse tectonismo t^{er}ia obedecido aos mesmos sistemas estruturais do Embasamento, um ENE-WSW/ e outro NNW-SSE.

Por sua vez, LEINZ (1949, p.39) destaca a presença de dois sistemas principais de falhamentos no trapp basál-



tico: um N50W-EW e outro N10-40E e aponta também (p.41) dois sistemas principais de diáclases tectônicas oscilando em volta de N60W e N15E, acreditando (p.46) que a origem de ambos os elementos estariam ligados ao ajustamento isostático durante ou após o vulcanismo.

Para FREITAS (1955, p. 169) a conjugação desses dois sistemas de falhamentos teria criado um mosaico tectônico para a Bacia do Paraná.

De certa forma, as direções de diáclases encontradas por nós na região estudada parecem corresponder às direções estruturais principais do Embasamento e do substrato basáltico.

Por outro lado, as observações feitas revelam um rejuvenescimento generalizado da região norte-ocidental do Estado e sugerem que a elevação pós-cretácea do planalto ocidental deve ter determinado um reajustamento isostático de suas rochas, reativando as estruturas do Embasamento e do substrato. As camadas superiores da Formação Bauru ter-se-iam acomodado a esse reajustamento de forma que ela refletiria atualmente, como acontece, em seu relêvo e na sua drenagem, a ação de um controle estrutural.

4. SUCCESSÃO VERTICAL E VARIAÇÃO LATERAL DA LITOLOGIA



4.1 - Sucessão Vertical

Graças a várias sondagens realizadas para a captação de água subterrânea pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo (I.G.G.) e por outras firmas particulares, as quais pudemos acompanhar, foi possível obter apreciável/acêrvo de informações sôbre a sucessão litológica regional.

As sondagens de Bálamo e de Nipoã, realizadas pelo I.G.G. atingiram o substrato basáltico, sendo por isso/as mais indicadas para demonstrar a sequência vertical desde a base.

Porém, outros perfis, embora não tendo alcançado a lava, são apresentados como guias para a verificação da persistência e frequência, ou não, dos tipos litológicos, das estruturas, da cor, etc.

Na apreciação do comportamento espacial da formação, seja no que se refere às variações da litologia ou no que diz respeito a estrutura dos sedimentos, muito influíram as observações de superfície.

- PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO (P₂ - I.G.G.) DE BÁLAMO -



PERFIL GEOLÓGICO DO POÇO (P₂ - I.G.G.) DE BÁLSAMO

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
0 - 13	Arenito duro, maciço, de granulação fina e cor cinza claro.
13 - 15	Arenito friável, de granulação fina a média, bem selecionado, de cor amarelo-tijolo, com laminação cruzada e seixos vermelhos de argilito.
15 - 17,10	Arenito relativamente friável, de granulação fina a média, de cor avermelhada, com laminação cruzada.
17,10 - 20,40	Arenito relativamente friável, de granulação média, de cor cinza-claro, bem selecionado, sem laminação cruzada, com seixos vermelhos de argilito. Aos 18.80 m passa a arenito de granulação mais grosseira a conglomerático, calcífero, sem laminação cruzada e de cor amarelo-tijolo.
20,40 - 20,50	Camada de argilito, maciço, de cor cinza-claro.
20,50 - 38,0	Arenito grosseiro, friável, com faixas de cor amarelo-tijolo e faixas de cor amarelo-cinza acompanhando a laminação cruzada.
38,0 - 44,0	Arenito grosseiro, friável, de cor cinza-claro com cimento calcário, laminação cruzada e seixos de argilito vermelhos.
44,0 - 47,5	Arenito conglomerático bem calcífero.
47,5 - 49,0	Camada de argilito que passa a arenito conglomerático com cimento calcário e com seixos vermelhos de argilito.
49,0 - 94,5	Arenito friável, de granulação fina a média, de cor cinza-claro e com laminação cruzada. A cor varia localmente na laminação. Apresenta seixos grandes e vermelhos de argilito.

cent.

Perfil Geológico do Poço (P₂ - I.G.G.) de Bálsamo *pan*

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
94,5 - 103,0	Arenito grosseiro, de cor cinza escuro, bem calcífero.
103,0 - 106,5	Arenito de granulação fina, bem calcífero, com fina camada de argilito intercalada.
106,5 - 112,0	Arenito friável, de granulação média a grossa, passando a arenito conglomerático com seixos de argilito.
112,0 - 118,0	Arenito de granulação fina, relativamente friável, de cor vermelho-marrom, sem laminação, atravessado por vênulas brancas de calcita.
118,0 - 129,0	Arenito de granulação média a grossa, de cor vermelho-escuro, sem laminação cruzada, pouco friável, apresentando esparsamente nódulos pequenos de calcita.
129,0 - 136,0	Arenito de granulação média a grossa, com laminação cruzada.
136,0 - 142,0	Arenito de granulação média a grossa, pouco friável, de cor vermelho-escuro, apresentando nódulos esverdeados (epídoto?) e com alta porosidade e muita água.
142,0 - 143,0	Conglomerado com seixos esverdeados de argilito.
143,0 - 147,80	Basalto amigdalóide, decomposto, de cor vermelho-escuro, apresentando amígdalas com vênulas brancas de calcita.
Altitude da boca do poço = 520 m	
Cota do basalto = 377 m	
Espessura (perfurada) da formação: 143,0 m	

PERFIL GEOLÓGICO DO PÔÇO (I.G.G.) DE NIPOÃ

P.M.L.

LINS

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
0 - 0.30	Solo escuro, argiloso com matéria orgânica
0.30 - 14.0	Arenito de granulação fina, de cor cinza-esverdeado, sem cimento calcário, às vezes micáceo.
14.0 - 15.0	Arenito de granulação fina a média, às vezes - conglomerático (com pequenos seixos de argilito) sem cimento calcário, apresentando laminação horizontal e cruzada.
15.0 - 16.0	Arenito de granulação muito fina, com intercalação de camada de argilito (com 20 cm de espessura), de cor arroxeada. Aos 15,30 m presença de molde de lamelibrânquio em arenito de granulação média a grosseira, de cor cinza e com seixos de argilito. Não apresenta cimento calcário.
16.0 - 20.0	Arenito de granulação média a grosseira, de cor cinza escuro, apresentando laminação cruzada.
20.0 - 21.0	Arenito de granulação grosseira, de cor cinza-claro, calcífero e com laminação horizontal.
21.0 - 21.50	Arenito de granulação fina, calcífero e com laminação cruzada, apresenta intercalação de fina camada de argilito (2 cm).
21.50 - 27.0	Arenito de granulação fina a média, de cor cinza claro a cinza escuro, calcífero, com laminação horizontal e cruzada.
27.0 - 31.0	Arenito de granulação grosseira, calcífero, de cor cinza claro, com intercalação de 3 finas camadas de argilito de cor avermelhada (10-15 cm de espessura)

cont.

Perfil Geológico do Pôço (I.G.G.) de Nipõa

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
31.0 - 33.0	Camada de argilito vermelho
33.0 - 38.0	Arenito de granulação grosseira, de côr cinza - claro, calcífero, com fina camada (10 cm) de argilito de côr cinza-esverdeado.
38.0 - 55.0	Arenito de granulação fina a siltito, maciço, - calcífero e apresentando várias camadas finas - de argilito intercaladas, de côr avermelhada.
55.0 - 59.0	Camada espessa de argilito, de côr arroxeada a avermelhada, alternada com argilitos verdes.
59.0 - 67.40	Arenito de granulação fina, côr cinza-claro, sem cimento calcário, apresentando finas vênulas de calcita.
	Altitude da boca do pôço = 420 m Cota do basalto :- 352.60 m Espessura (perfurada) da formação = 67,40 m

PERFIL GEOLÓGICO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (POÇO POSTO MARABÁ)

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
0 - 9.0	Solo.
9.0 - 12.0	Arenito de granulação fina, bastante argiloso, - friável, levemente laminado e de cor laranja-avermelhado.
12.0 - 26.0	Arenito de granulação média, friável, calcífero, com laminação horizontal pouco nítida e com cor creme.
26.0 - 28.30	Arenito de granulação média a grosseira, com seixos de argilito vermelho.
28.30 - 30.0	Camada de argilito avermelhado.
30.0 - 36.0	Arenito de granulação fina a muito fina, maciço e de cor cinza-creme a alaranjado.
36.0 - 37.0	Camada de argilito maciço de cor avermelhada.
37.0 - 45.0	Arenito de granulação muito fina, maciço, bastante argiloso e de cor creme a laranja.
45.0 - 46.0	Arenito conglomerático com seixos de argilito - vermelho.
46.0 - 47.0	Arenito de granulação fina, com laminação horizontal, de cor avermelhada.
47.0 - 48.0	Arenito conglomerático, com seixos vermelhos de argilito e com laminação cruzada.
48.0 - 49.0	Arenito de granulação média a fina, maciço, bastante argiloso.
49.0 - 50.0	Arenito conglomerático, com seixos vermelhos de argilito e laminação cruzada.

cont.

Perfil Geológico de São José do Rio Preto (Poço Pôsto Marabá)

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
50.0 - 58.0	Arenito de granulação fina, maciço e de cor avermelhada passando a creme.
58.0 - 59.0	Camada de argilito, de cor vermelho-chocolate.
59.0 - 61.0	Arenito de granulação muito fina, maciço, de cor cinza creme.
61.0 - 62.0	Camada de argilito avermelhado.
62.0 - 67.0	Arenito de granulação média a grosseira, de cor creme-alaranjado e, inicialmente, com laminação cruzada.
67.0 - 70.0	Arenito conglomerático, sem laminação, de cor cinza-claro.
70.0 - 73.0	Arenito de granulação fina, maciço e de cor creme.
73.0 - 74.0	Arenito conglomerático, sem laminação e de cor branca leitosa.
74.0 - 75.0	Arenito de granulação fina, argiloso e maciço.
75.0 - 76.0	Conglomerado de seixos de argilito vermelho, - bem calcífero e sem laminação.
76.0 - 84.0	Arenito de granulação média, maciço, de cor creme avermelhada.
84.0 - 86.0	Conglomerado com seixos de argilito vermelho.
86.0 - 87.0	Camada de argilito avermelhado.
87.0 - 92.0	Arenito de granulação fina a muito fina, maciço, passando mais abaixo a arenito de granulação média, de cor creme.
Altitude da boca do poço = 514	
Espessura (perfurada) da formação = 92,0 m	

PERFIL GEOLÓGICO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (PÔÇO COLÉGIO SÃO JOSÉ)

PROFUNDIDADE (METROS)	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
0 - 8.30	Solo .
8.30 - 30.0	Arenito de granulação fina, maciço e friável, de côr laranja-avermelhada.
30.0 - 40.0	Arenito de granulação média a conglomerático, - calcífero, de côr creme, com laminação cruzada e com seixos de argilito vermelho.
40.0 - 50.0	Arenito de granulação média, maciço e friável e de côr rosa-claro.
50.0 - 57.0	Arenito de granulação média com laminação cruzada e côr creme, calcífero.
57.0 - 58.0	Arenito conglomerático, calcífero, de côr branco leitoso a creme, duro e sem laminação.
58.0 - 58.20	Camada de argilito avermelhado.
58.20 - 71.0	Arenito de granulação fina, maciço, bem calcífero e de côr cinza bem claro passando a creme.
71.0 - 76.0	Arenito de granulação grosseira, friável, sem laminação, de côr creme-rósea.
76.0 - 78.0	Arenito de granulação grosseira a conglomerático, de côr creme, com laminação cruzada.
78.0 - 85.0	Arenito de granulação fina, maciço, de côr cinza bem claro.
Altitude da boca do poço = 524 m Espessura (perfurada) da formação = 85,0 m	

Verifica-se nos perfis uma superposição de têrmos clásticos de texturas diferentes - conglomerados de seixos -/ de argilito, arenitos conglomeráticos até arenitos muito finos e argilitos, da mesma forma que se observa com a mesma frequência - uma repetição de estruturas similares como a maciça, laminada horizontal e cruzada.

Embora não se observe uma ordem perfeitamente/ definida e regular na disposição completa dêsses têrmos texturais e estruturais que variam em espessura podendo, inclusive, faltar/ um dêles ou mais, verifica-se com frequência que há repetição de/ ciclos sedimentares. Nêsse ciclo em geral um conglomerado basal / de seixos de argilito é sucedido por clásticos mais finos até argilitos.

A camada de argilito quando ocorre representa sempre a última fase sedimentar do ciclo que, em geral, se separa do ciclo seguinte por um diastema.

Numa determinada sequência cíclica pode faltar o conglomerado basal, a camada de argilito ou qualquer outro têrmo litológico, sendo que nêste caso o diastema se encontra entre/ os próprios psamitos.

4.2 - Variação Lateral

Os sedimentos clásticos variam em textura, - têm sempre pequena extensão lateral e pequena espessura e se interdigitam horizontalmente.

Disso decorre como característica geral, uma = feição lenticular comum, de forma que todos os tipos texturais e



estruturais se apresentam em corpos lenticulares, de maior ou menor expressão em extensão e em espessura, porém, geralmente pequenos.

A variação litológica lateral é frequente nas exposições estudadas e muito bem evidente no afloramento do Km. 209 da Estrada de Ferro Araraquara, no Município de São José do Rio Preto e parece constituir uma característica constante da Formação Bauru.

No caso das rochas em questão há apenas uma marcante variação da litologia, em textura e em estrutura, não tendo se observado nunca qualquer variação no seu conteúdo biológico, aparentemente uniforme em toda a extensão.

As observações de afloramentos mostram que os arenitos variam de termos texturais muito finos, com laminação horizontal ou sem laminação, maciços, para arenitos mais grosseiros e conglomeráticos até conglomerados, geralmente com laminação inclinada e cruzada. Da mesma forma há sempre uma passagem progressiva dos arenitos para clásticos mais finos, siltitos e argilitos, estes de estrutura normalmente maciça.

Muitas vezes se observa também uma passagem / gradual dessa textura no sentido de baixo para cima, não caracterizando porém verdadeira estrutura gradual.

Quanto à cor, os argilitos apresentam sempre cores vivas do grupo vermelho, conservando essa cor mesmo nos seixos e fragmentos dos termos conglomeráticos.

Os siltitos que normalmente exibem estrutura maciça, apresentam coloração mais clara, do grupo cinza, muitas vezes levemente alterada pelo intemperismo.



Os arenitos calcíferos apresentam em geral coloração também mais clara, do grupo cinza, que é muitas vezes leve ou pronunciadamente alterada pelo intemperismo, tornando-se assim amarelados e mais ou menos avermelhados.

No que se refere ao cimento dos arenitos cum - pre ressaltar que nesta região eles manifestam em sua maior parte, em teor mais ou menos apreciável, a presença de um cimento - calcário que chega a alcançar cerca de 40% da rocha.

Quanto à essa fase química, não se observam relações rígidas com a textura ou estrutura do sedimento sendo, contudo, mais frequente em rochas de textura mais grosseira.

Por outro lado, o cimento calcário comparece, - com a mesma frequência e variabilidade, tanto em rochas de superfície como em testemunhos de sondagem, não mostrando nêstes nenhuma alteração significativa em toda a sequência vertical.

Como já observou FREITAS (1955, p.77), êsse - componente químico cimenta os grãos clásticos sob a forma de calcita maciça amorfa ocorrendo porém, muitas vezes, sinais de recristalização; aponta, por outro lado, que o cimento calcário ocorre/ nos psamitos em toda a amostragem.

Entre os termos clásticos da Formação Bauru - na região norte-ocidental do Estado, os conglomerados de seixos - de argilito se incluem entre os depósitos mais significativos. Formam zonas de extensão lateral muito limitada, sempre de pequena / espessura (Foto 2).

São muito comuns nas exposições de superfície ou em testemunhos de sondagens, repetindo-se em vários níveis na seqção vertical. Ocorrendo sempre na base de um ciclo sedimentar, /





FOTO 2 - Conglomerado de seixos de argilito, rudito muito frequente na Formação Bauru da Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo



FOTO 3 - Conglomerado de seixos de argilito situado na base de um ciclo sedimentar (Rod. Washington Luiz, Km 479)

ou sobre um diastema ou acima de uma camada de siltitos ou argilitos em estrutura maciça (Foto 3).

Embora sempre em camadas finas e de pequena extensão, sua presença em quase todas as exposições da região e em inúmeros horizontes na sucessão vertical testemunha curtas e numerosas interrupções na sedimentação e MCKEE (1954, p.45) preferiu/ designá-las como "conglomerados de pelotas de argila".

Os seixos de argilito apresentam tamanho variável de milímetros até 20 centímetros e estão dispersos em matriz/arenosa. Seu diâmetro médio se situa entre 2 e 5 centímetros, sua forma pode ser mais ou menos esférica, podem apresentar bom índice de arredondamento ou são angulosos. Sua cor é quase sempre - vermelha, exibindo contudo, em alguns casos, cor cinza claro a cinza esverdeado (Foto 4).

Muitos deles podem aparecer como pelotas mais ou menos achatadas, discóides, sugerindo achar-se em estado plástico quando da sua incorporação no arenito encaixante.

É frequente também a presença de fragmentos de argilito em forma de placas ou de cilindros.

Os seixos de argilito estão dispersos em matriz arenosa, geralmente de textura grosseira, formando ou um verdadeiro conglomerado basal ou, outras vezes, um arenito conglomerático. Neste último caso, inclusive, aparecem acompanhando a laminação inclinada do arenito (Foto 5).

Há situações, porém, em que os seixos se dispõem de modo imbricado à laminação, permitindo determinar a direção e sentido da corrente (Foto 6). O fato de que esses seixos - possuem tamanho relativamente muito maior do que a textura da ma-





FOTO 4 - Seixos de argilito apresentando bom índice de arredondamento e de esfericida-de coletados em exposições nasproximida-dades de Neves Paulista.



FOTO 5 - Arenito conglomerático com seixos de argilito que acompanham a laminação (Entra da de Neves Paulista).



FOTO 6 - Seixos de argilito dispostos de modo imbricado à laminação (Rod. Washington Luiz - Km 489)

triz indica uma mais alta competência do veículo em determinadas/ocasiões.

Muitos nomes têm sido atribuídos a essas partículas argilosas: seixos, bolas e inclusões de argila (PETTIJOHN, 1957, p.193; TWENHOFEL, 1950, p.593) e pelotas de argila (MCKEE, 1954, p.45), incluindo-as os autores entre as estruturas mecânicas primárias.

Nesta região os conglomerados de seixos de argilito estão associados com camadas vermelhas e os seixos são quase sempre dessa mesma coloração. Não se observou, porém, a incidência de grêtas de contração.

Muitos autores admitem como origem principal desses fragmentos, a ruptura de finos leitos de argila, ressecados pela evaporação e litificados quando expostos à atmosfera. As correntes das próximas inundações ou novos cursos fluviais cortarão esses leitos e removerão os fragmentos partidos que serão transportados a maior ou menor distância até sua deposição (TWENHOFEL, 1950, p. 592; PETTIJOHN, 1957, p. 277).

Por outro lado, poderia ser atribuído a essas estruturas um significado climático de forma que sua origem exigiria condições de clima seco e árido; à preservação seriam necessárias pelo menos condições oxidantes no local da deposição.

5. ESPESSURA DA FORMAÇÃO E MORFOLOGIA DO SUBSTRATO

A espessura preservada da Formação Bauru nes-



ta região foi determinada através da compilação de dados obtidos/ de vários perfis de sondagens realizados pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo (1965) e por outras firmas/ particulares para fins de captação de águas subterrâneas.

Alguns perfis atingiram o substrato basáltico/ e outros não, porém, mesmo estes serviram de guia para a determinação dos limites menores da variação da espessura (TABELA 1).

Os dados apresentados na tabela 1 revelam que/ a maior espessura verificada para a Formação Bauru nesta região - foi de 170 m na cidade de Cedral, embora a sondagem não tivesse / atingido o substrato basáltico.

Nota-se que não há regularidade ou qualquer ordem obedecida na distribuição da espessura da formação, observando-se contudo que, de maneira geral, ela diminui em direção aos vales do Rio Grande, do Rio Tietê e do Rio Paraná, onde já foi - praticamente erodida.

A título de informação, NOVAES (1945/5), p.203) refere-se à espessura de 310 metros apresentada pela Formação Bauru no planalto de Garça e ALMEIDA E BARBOSA (1953, p.74) assinalam 125 metros como a maior espessura observada para esses sedimentos na Quadrícula de Piracicaba e Rio Claro, na serra de Itaqueari.

FREITAS (1955, p. 136) por sua vez, aponta 200 metros como o valor das maiores espessuras apresentadas pela Formação Bauru no Estado de São Paulo.

Os dados apresentados recentemente pelo Instituto Geográfico e Geológico (1965) mostram que a maior espessura/



TABELA 1 - ESPESSURA DA FORMAÇÃO BAURU NA REGIÃO NORTE - OCIDENTAL
DO ESTADO DE SÃO PAULO

Nº	Município	Poço	Altitude da boca (m)	Profundidade total (m)	Espessura (perfurada) - Formação - Bauru (m)	Proprietário ou Firma Perfuradora
1	Bálsamo	P ₂	520	150	143	Pref.Municipal
2	Catanduva	P ₁₄	=	94	93	Pref.Municipal
3	Catanduva	P ₁	415	97	96	Dist.Elisiário
4	Catiguá	P ₁	460	95	88	Pref.Municipal
5	Cedral	P	550	170	170*	Pref.Municipal
6	Cosmorama	-	545	131	131	E.F.A.
7	Fernandópolis	-	528	163	162	E.F.A.
8	Ibirá	P ₁	458	101	51	Pref.Municipal
9	Jales	-	490	130	130*	E.F.A.
10	Mirassol	-	573	100	109*	E.F.A.
11	Palestina	P ₁	505	82	81	Pref.Municipal
12	S.J. Rio Preto	P ₁	483	131	131	E.F.A. (Est. - de Cargas)
13	S. J. Rio Preto	P ₁	490	139	139*	I.P.A.
14	Urupês	P ₂	440	80	48	Pref.Municipal
15	Votuporanga	P ₁	510	119	113	E.F.A.
16	Nipoã	-	420	119	67.5	Pref.Municipal
17	Nova Itapirema	-	466	126	121	Faz. N.Srª. Aparecida
18	Icem	P ₁	420	150	10	Geotécnica
19	Olímpia	-	499	2567	62	Petrobrás

(*) - Não foi atingido o substrato basáltico

alcançada até o presente foi em sondagem realizada na cidade de - Pirapõzinho onde a Formação Bauru apresentou 222 metros, mesmo - sem se ter atingido o basalto.

Parece significativo, como aponta FREITAS -/ (1955,p. 125), considerar a presente alta espessura da Formação / Bauru, muito embora já se tenha decorrido tôda a erosão cenozóica. Tal fato é bastante sugestivo para se admitir maiores espessuras/ originais para êsse conjunto de sedimentos. E assinala que tais / espessuras elevadas poderiam ser explicadas se a deposição tives- se ocorrido em bacia cujo fundo estivesse em ativa subsidência.

Por outro lado, êsses mesmos perfis revelam u- ma notável irregularidade morfológica do substrato basáltico.

LEINZ (1949, p.46) aponta que a causa do afun- damento do Embasamento se liga íntimamente ao aumento das espessu- ras dos derrames, de modo que onde se encontra a maior espessura/ das efusivas, verifica-se também o maior abaixamento.

De fato, as cotas obtidas através das sonda -/ gens realizadas principalmente pela Petrobrás e pelo Instituto - Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, nêste Estado e em outras áreas cobertas pela formação, sugerem que há irregularida- de, muitas vêzes pronunciada, da superfície superior dos basal - tos.

FRANGIPANI (1961/62,p.69) assinala que apesar - dos mergulhos locais dos derrames e de cotas variáveis dentro do Estado de São Paulo, suas mais baixas altitudes se encontram na porção sudoeste, onde são maiores as suas espessuras, mostrando / leve mergulho geral para essa região.

Considerando que a subsidência ocasionada pelo



derramamento da lava foi função principalmente da espessura dos derrames, o movimento isostático deve ter-se realizado com intensidade e velocidade diferentes, produzindo um relêvo tectônico complexo (BELOUSSOV, 1962, p. 225) que, com t $\hat{o}$ da a certeza, teria sido modelado pela erosão pr $\acute{e}$ -Bauru. Da $\acute{i}$ a discord $\acute{a}$ ncia que se observa entre essa forma $\c{c}$ o e o substrato bas $\acute{a}$ ltico.

Tal fato parece altamente significativo na regi $\tilde{a}$ o de S $\tilde{a}$ o Jos $\acute{e}$ do Rio Pr $\hat{e}$ to. Como se pode constatar da tabela 1 obtida atrav $\acute{e}$ s de perfis de sondagens que atingiram o substrato, h $\acute{a}$ uma varia $\c{c}$ o na altimetria da lapa bas $\acute{a}$ ltica, sendo os pontos/mais baixos localizados ao redor de S $\tilde{a}$ o Jos $\acute{e}$ do Rio Pr $\hat{e}$ to, onde a espessura do Bauru atingiu at $\acute{e}$ 139 m, enquanto que nas partes /perif $\acute{e}$ ricas as cotas do substrato alcan $\c{c}$ am pontos mais altos (Fig.1).

A situa $\c{c}$ o apresentada poderia ser explicada /pela exist $\tilde{e}$ ncia de uma irregularidade do assoalho devida a uma maior subsid $\tilde{e}$ ncia regional e/ou $\hat{a}$ eros $\tilde{a}$ o, precedentes $\hat{a}$ deposi $\c{c}$ o /Bauru, ou seria o resultado de um tectonismo posterior causado - por um sistema de falhamentos em blocos escalonados.

6. AN $\acute{A}$ LISE MEC $\acute{A}$ NICA E TEXTURAL

6.1. - Amostragem e M $\acute{e}$ todos de trabalho

Os estudos de laborat $\acute{o}$ rio basearam-se em ob- /



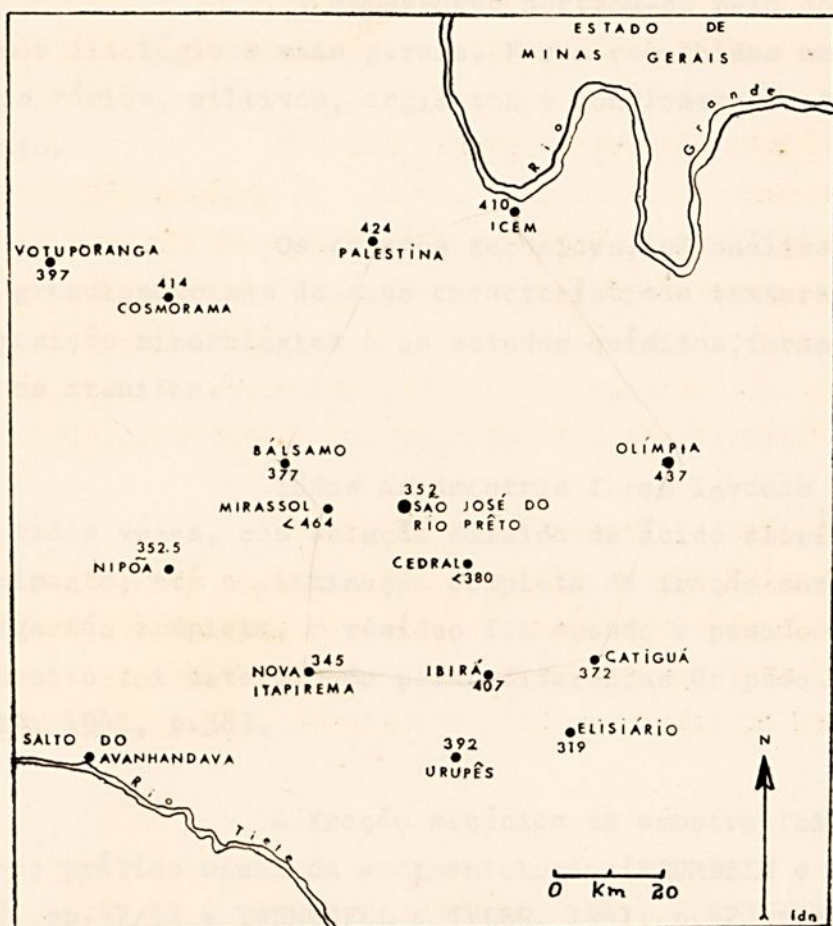


Fig. 1 — Morfologia do Substrato da Formação Bauru — Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo.

servações de amostras coletadas em exposições selecionadas principalmente ao longo da Estrada de Ferro e das rodovias (TABELAS 2 e 3).

A amostragem norteou-se pela documentação dos termos litológicos mais gerais. Foram recolhidas amostras de arenitos vários, siltitos, argilitos e conglomerados de seixos de argilito.

Os estudos mecânicos, na análise de sua variação granulométrica e de suas características texturais, a composição mineralógica e os estudos químicos, foram realizados com os arenitos.

Tôdas as amostras foram lavadas inicialmente, repetidas vêzes, com solução diluída de ácido clorídrico, sem aquecimento, até a eliminação completa da fração carbonática. Após a digestão completa, o resíduo foi secado e pesado e o teor de carbonato foi determinado pelas diferenças de peso (TWENHOFEL e TYLER, 1941, p.38).

A fração mecânica da amostra foi tratada pelo método prático usual da sedimentologia (KRUMBEIM e PETTIJOHN, / 1938, pp.47/52 e TWENHOFEL e TYLER, 1941, p.42) recomendado, especialmente pelos Autores, para sedimentos de grãos finos, mantidos os cuidados sugeridos para o processo de desagregação, na decantação e pipetagem e, por fim, peneiramento do resíduo mais grosseiro.

Em resumo, a técnica de laboratório utilizada/ foi a seguinte:

a - 100 gr. de cada amostra foram desidratadas a uma temperatura de 60°C durante 24 horas.



TABELA 2 - PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS REFERIDAS

AMOSTRAS	PROCEDÊNCIA
1	Rod. S.J.Rio Prêto - Penápolis (Prox. Rod. Mal. Rondon)
2	Rod. S.J.Rio Prêto - Olímpia (Prox. da Ponte do Rio Turvo) Km: 28/29
3	Faz. São Vicente - Município de Ibirá (10 Km da sede)
4	Rod. Washington Luiz (Trecho entre S.J.Rio Prêto e Mirassol)-Km. 444,5'
5	Rod. Washington Luiz (Trecho entre S.J.Rio Prêto e Mirassol)-Km. 444,5
6	Rod. S.J.Rio Prêto - Avanhandava - Km 490
7	Rod. S.J.Rio Prêto - Avanhandava - Km 506
8	Rod. S.J.Rio Prêto - Olímpia - Km 5
9	Rod. S.J. Rio Prêto - Olímpia - Km 5
10	E.F.A. - Arredores de S.J.Rio Prêto - Km 209
11	E.F.A. - Arredores de S.J.Rio Prêto - Km 209
12	E.F.A. - Arredores de S.J.Rio Prêto - Km 209
13	E.F.A. - Arredores de S.J.Rio Prêto - Km 209
15	Prox. cruzamento Br-14 com Rod. S.J.Rio Prêto - Olímpia (Britadora Vitorazzo)
16	Rod. Washington Luiz (Trecho S.J.Rio Prêto - Schmidt) Km 432/433
17	Rod. Br-14 (Sob Pontilhão da E.F.A.) - Arredores da cidade de São José do Rio Prêto.

TABELA 3 - DESCRIÇÃO GERAL DAS AMOSTRAS DE ARENITOS

AMOSTRAS	DESCRIÇÃO GERAL
1	Arenito de granulação média a fina; de côr cinza-claro a branco, geralmente compacto, bastante duro, apresenta estrutura maciça; localmente, suave laminação cruzada e horizontal, pouco calcífero.
2	Arenito de granulação fina; de côr cinza-claro a branco; geralmente compacto, maciço, bastante duro e calcífero. Diáclases.
3	Arenito de granulação média a fina; de côr cinza-escuro a cinza-claro; compacto, maciço, duro e bastante calcífero. - Ocorre em forma de lente associado a arenitos mais grosseiros até conglomeráticos (com seixos de argilito). Fossilífero (Vertebrados).
4	Arenito de granulação fina; de côr róseo a vermelho suave; com laminação horizontal e cruzada. É friável e não tem cimento calcário.
5	Arenito de granulação média a grosseira, até conglomerático; de côr róseo a vermelho suave; apresenta laminação horizontal e cruzada. Bastante calcífero e friável.
6	Arenito de granulação média a fina; de côr cinza-claro a branco; geralmente compacto, maciço, pouco calcífero e bastante duro. Apresenta ligeira fratura conchoidal e diáclases.
7	Arenito de granulação média a fina, às vezes grosseiro; de côr cinza-claro a branco; geralmente compacto, maciço, bastante duro e pouco calcífero. Localmente, apresenta laminação horizontal e cruzada. Está associado a lentes de siltitos e argilitos e de conglomerados com seixos de argilito.

cont.

Tabela 3 - Descrição Geral das Amostras de Arenitos

AMOSTRAS	DESCRIÇÃO GERAL
8	Arenito de granulação fina a média, até conglomerático; - de cor rósea a vermelho suave, com laminação horizontal e cruzada. Friável e, às vezes, maciço, duro e bastante calcífero. Fossilífero (Vertebrados).
9	Arenito de granulação média a fina; de cor rósea, geralmente com laminação horizontal, às vezes maciço. Sem cimento calcário e fossilífero (Vertebrados).
10	Arenito de granulação média a conglomerático; micáceo, - de cor cinza-claro a branco, apresenta laminação cruzada, é bastante calcífero e fossilífero (Vertebrados). Apresenta forma lenticular e está associado aos arenitos 11, 12 e 13 desta tabela • a lentes de siltitos e argilitos.
11	Arenito fino a muito fino; micáceo, de cor rósea a vermelho suave, até branco, com laminação horizontal e marcas ondulares. Sem cimento calcário. Ocorre em forma lenticular, associado aos arenitos 10, 12 e 13 e a lentes de siltitos e argilitos.
12	Arenito de granulação média a grossa, conglomerático; de cor cinza-claro a branco, apresentando seixos argilosos e laminação cruzada. É micáceo e não calcífero. Ocorre em forma lenticular e está associado aos 10, 11 e 13 e a lentes de siltitos e argilitos.
13	Arenito fino a muito fino; de cor cinza-escuro, compacto, maciço, muito calcífero e bastante duro; apresenta localmente, suave laminação horizontal e cruzada. Ocorre em forma lenticular e está associado aos arenitos 10, 11, 12 e 13 e mais a lentes de siltitos e argilitos.

- b - cada amostra foi lavada, repetidas vezes, em solução diluída a frio de ácido clorídrico, com digestão completa da fração química.
- c - o resíduo mecânico da amostra, secado em estufa, foi pesado e a diferença de seu peso com o peso inicial da amostra, nos forneceu o teor da fração química.
- d - a fração mecânica foi submetida à desagregação, em solução amoniacal, para se impedir a floculação das partículas argilosas.
- e - o resíduo desagregado foi agitado e bem misturado à solução; procedeu-se à pipetagem obedecendo às leis de decantação de Stokes, retirando-se, de tempo em tempo, as partículas de diâmetro inferior a $62,5 \mu$ (silte mais argila).
- f - o resíduo arenoso foi lavado, inúmeras vezes, com água destilada, secado em estufa e pesado.
- g - o resíduo arenoso ~~zêco~~ foi peneirado em bateria granulométrica, em 4 frações de $1000\mu/500\mu - 500\mu/250\mu - 250\mu/125\mu - 125\mu/62,5\mu$, de acordo com a classificação de tamanho de WENTWORTH (in KRUMBEIN e PETTIJOHN, 1938, p.80).
- h - pelo método do bromofórmio (TWEINHOFEL e TYLER, 1941, p. 70), foram separadas as frações de minerais pesados ($d = > 2.89$) das classes arenosas mais frequentes.
- i - finalmente, foram preparadas as lâminas microscópicas da fração mineral completa e da fração pesada.

6.2 - Análise Mecânica

6.2.1 - Granulometria

A análise mecânica de cada amostra, efetuada - através dos métodos acima indicados, permitiram-nos distribuir as partículas do sedimento em diferentes classes de acôrdo com seu tamanho (TABELA 4).

Tendo em vista que cada sedimento apresenta - uma distribuição granulométrica representada, estatisticamente, - por um gráfico, facilmente podemos comparar sua distribuição e suas características com as de outros sedimentos bem estudados. - Dessa análise, construímos para as amostras suas curvas cumulativas e histogramas simples (Fig. 2).

Através dêsses gráficos foi-nos possível realizar um generalizado estudo estatístico e comparativo do sedimento por meio do cálculo dos valores dos seus quartéis, mediana e coeficiente de seleção.

Na construção dêsses gráficos, as partículas - inferiores a 62,5 μ foram computadas em uma só classe em virtude de que nossos estudos se basearam, essencialmente, na análise da fração arenosa.

Como se verifica pelos gráficos, tôdas as a - mostras revelaram predominância absoluta da fração arenosa que - nunca chegou a ser inferior a 70%. Os histogramas revelam, em geral, a presença de uma única classe predominante, caracterizando-se como unimodais. As curvas cumulativas, geralmente simétricas, estão desviadas para o lado dos sedimentos mais finos.

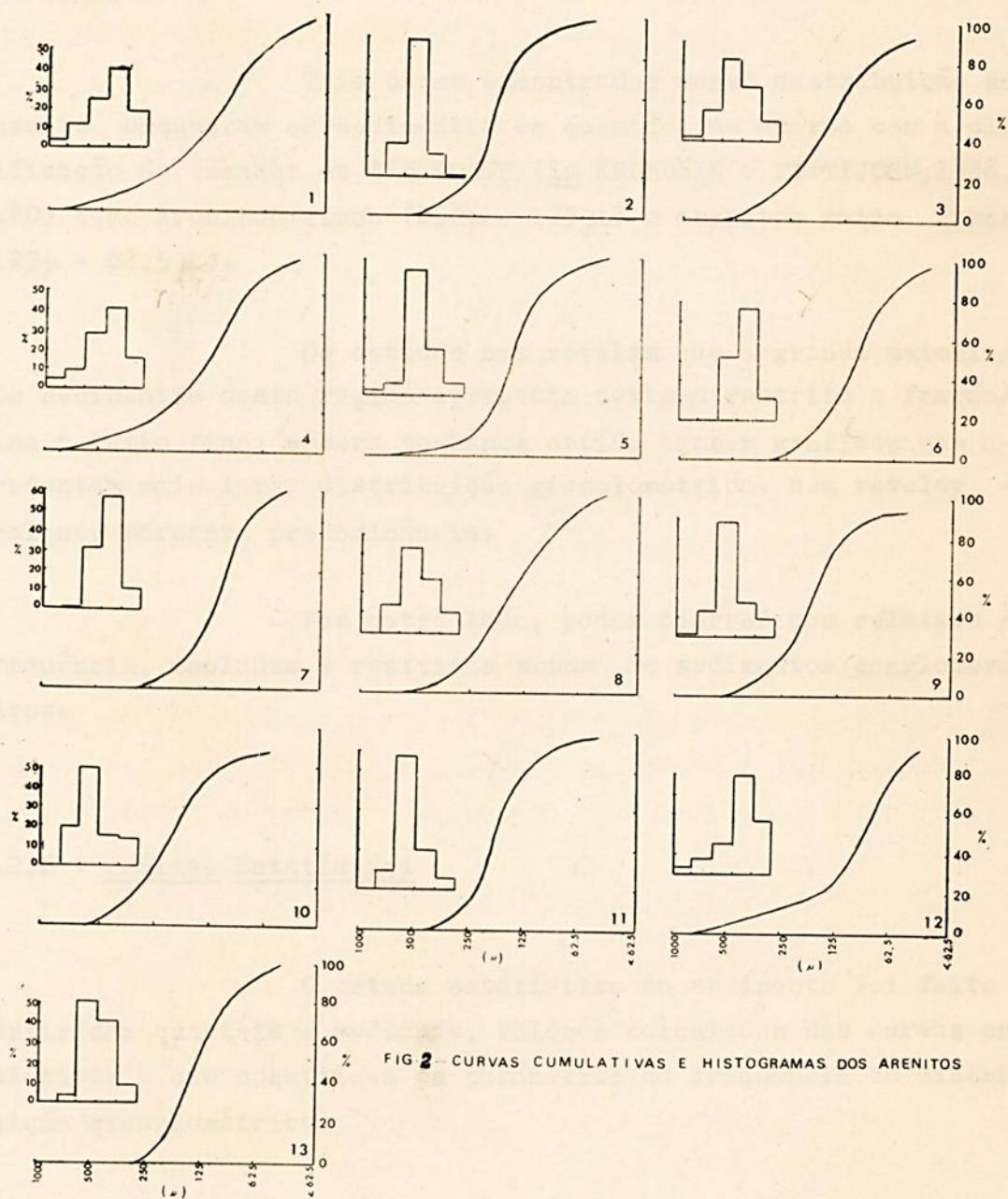


Tabela 4: ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Amostra	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		
Diâmetro (μ)	% Pêso	% Ac.*	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	% Pêso	% Ac.	
1000-500	3,94	3,94	1,32	1,32	2,32	2,32	4,71	4,71	2,84	2,84	0,02	0,02	0,05	0,05	1,15	1,15	1,16	1,16	1,68	1,68	0,50	0,50	3,48	3,48	0,31	0,31	
500-250	11,41	15,35	16,08	17,40	15,71	18,03	9,20	13,91	5,91	8,75	0,48	0,50	1,20	1,25	14,39	15,54	16,92	18,08	19,26	20,94	8,07	8,57	7,13	10,61	2,21	2,52	
250-125	25,63	40,98	68,64	86,04	41,67	59,70	29,15	43,06	61,77	70,52	31,50	32,00	31,70	32,93	43,91	59,45	57,39	75,57	49,24	70,18	67,34	75,91	14,32	24,93	49,14	51,66	
125-62,5	39,95	80,93	10,92	96,96	28,84	88,54	40,44	83,50	23,86	94,38	51,80	83,80	56,80	89,75	28,44	87,89	16,21	91,68	15,00	85,18	18,86	94,77	49,26	74,19	39,31	90,97	
< 62,5	18,85	99,78	1,32	98,28	10,70	99,24	16,50	100,00	4,91	99,29	15,40	99,20	9,60	99,35	11,44	99,33	8,08	99,76	14,04	99,22	5,20	99,97	25,80	99,99	8,73	99,70	
Total	99,78	=	98,28	=	99,24	=	100,00	=	99,29	=	99,20	=	99,35	=	99,33	=	99,76	=	99,22	=	99,97	=	99,99	=	99,70	=	
CaCO ₃	4,30	=	17,00	=	19,30	=	=	=	8,00	=	0,50	=	0,40	=	8,00	=	=	=	17,00	=	=	=	=	=	=	36,00	=

(*) - % Ac. = Porcentagem Acumulada

Idn



As classes mais frequentes em tôdas as amostras estudadas se localizam ou entre as partículas com diâmetros/ de $250\mu/125\mu$ ou entre as que se encontram no intervalo de $125\mu/$ a $62,5\mu$.

Tais dados encontrados nessa distribuição nos permite enquadrar os sedimentos em questão, de acôrdo com a classificação de tamanho de WENTWORTH (in KRUMBEIN e PETTIJOHN, 1938, p.80) como arenitos finos ($250\mu - 125\mu$) e arenitos muito finos/ ($125\mu - 62,5\mu$).

Os estudos nos revelam que a grande maioria/ dos sedimentos desta região apresenta textura restrita a fração/ fina a muito fina, embora tenhamos obtido também gráficos que apresentam mais larga distribuição granulométrica, sem revelar - qualquer marcante predominância.

Por outro lado, podem ocorrer com relativa / frequência, isoladas e restritas zonas de sedimentos conglomeráticos.

6.2.2 - Análise Estatística

O estudo estatístico do sedimento foi feito a partir dos quartéis e medianas, valores calculados das curvas cumulativas e que constituem os parâmetros da frequência da distribuição granulométrica.

O primeiro quartel (Q_1) foi considerado o parâmetro que representa a intersecção entre o valor de 75% com a curva cumulativa e o terceiro (Q_3) foi considerado o parâmetro calcu



lado pela intersecção do valor de 25% com essa curva, de forma - que Q_3 é sempre maior que Q_1 . As relações efetuadas entre os dois quartéis, de acordo com a fórmula proposta por Trask (KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p. 100) - $So = \sqrt{Q_3/Q_1}$ - permitiu-nos calcular o grau de seletividade (So) do sedimento (TABELA 5).

Muito se tem discutido a respeito da precisa - interpretação das relações entre os valores numéricos, estatísticos, do sedimento e os processos que atuaram no seu transporte e na sua deposição.

Representada sob ponto de vista estatístico pela mediana, a rocha sedimentar tem sido interpretada de modo diferente em suas circunstâncias de transporte e de deposição, de acordo com a posição daquele parâmetro na curva cumulativa.

Por outro lado, o coeficiente de seleção é um dado estatístico que não depende do tamanho das partículas e se acredita que ele pode sugerir ou indicar, ainda que em termos gerais, as condições físicas e químicas que atuaram no transporte e que presidiram a deposição. Um estudo da tabela 5 nos mostra que:

- a - Q_1 varia de 63μ (amostra 12) até 155μ (amostra 2),
- b - Q_3 varia de 125μ (amostra 13) a 230μ (amostra 10),
- c - Md varia entre os limites de 86μ (amostra 12) a 180μ (amostras 2 e 10),
- d - So varia de 1,06 (amostra 5) a 1,54 (amostra 1).

A análise dos valores granulométricos e estatísticos indicam:



TABELA 5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

AMOSTRAS	$Q_1(\mu)$	$Q_3(\mu)$	$ Md(\mu)$	S_o	Classes predominantes-(μ)
1	71	170	110	1,54	125 - 62,5
2	155	218	180	1,18	250 - 125
3	100	210	140	1,45	250 - 125
4	78	171	117	1,48	125 - 62,5
5	122	168	140	1,06	250 - 125
6	71	135	98	1,17	125 - 62,5
7	87	138	108	1,11	125 - 62,5
8	92	200	148	1,26	250 - 125
9	125	221	170	1,16	250 - 125
10	110	230	180	1,28	250 - 125
11	125	185	152	1,10	250 - 125
12	63	125	86	1,16	125 - 62,5
13	105	125	147	1,18	250 - 125

- 1º - os valores encontrados para os quartéis e medianas - são todos baixos;
- 2º - os valores calculados para o coeficiente de seleção / foram sempre baixos, sempre inferiores a 1,54.

6.3 - Análise Textural

Com referência à análise textural, os estudos/ foram feitos para o arredondamento e esfericidade, porém, várias/ observações são anotadas sobre a textura superficial (TABELA 6).

6.3.1 - Arredondamento

Os índices de arredondamento foram estudados - nas classes mais freqüentes, de modo quantitativo, usando-se o método comparativo de KRUMBEIN com o auxílio da tabela modificada e simplificada de PETTIJOHN (1957, p.59).

Os principais dados obtidos revelam que o grau de arredondamento das partículas se enquadra, de modo geral, entre os índices que variam de 0,40 - 0,60 e que de acordo com PETTIJOHN (1957, p.59) classifica o sedimento como arredondado.

6.3.2 - Esfericidade

No que se refere à esfericidade, os índices encontrados pelo método comparativo de RITTENHOUSE também para as - classes mais frequentes são relativamente altos (0,63 - 0,85), caracterizando as partículas como esféricas e bem esféricas.

TABELA 6 - ANÁLISE TEXTURAL

AMOSTRAS	ARREDONDAMENTO	ESFERICIDADE
1	0,5	0,73 / 0,75
2	0,4 / 0,5	0,75 / 0,77
3	0,4 / 0,5	0,73 / 0,75
4	0,4 / 0,5	0,73 / 0,75
5	0,4 / 0,5	0,73 / 0,75
6	0,4 / 0,5	0,73 / 0,75
7	0,4 / 0,5	0,75 / 0,77
8	0,4 / 0,5	0,73 / 0,75
9	0,4 / 0,5	0,75 / 0,77
10	0,3 / 0,5	0,83 / 0,85
11	0,4 / 0,5	0,79 / 0,81
12	0,4	0,63 / 0,65
13	0,4 / 0,5	0,75 / 0,77

A esfericidade é uma propriedade da partícula/ que está relacionada, diretamente, com o seu grau de arredondamento, de forma que quanto mais pronunciado um dêles haverá a resposta direta do outro. De forma similar ao arredondamento, a esfericidade depende das condições ambientais e, em grau menor, dos mesmos processos de abrasão e tende, por isso, a aumentar os seus / índices de acôrdo com a distância.

A uma pequena variação na esfericidade de um sedimento corresponde uma variação muito grande no arredondamento e, geralmente, os índices de esfericidade correspondentes, são sempre bem superiores aos de arredondamento.

Desde que a esfericidade esteja marcadamente / ligada ao arredondamento, as características de um implicando nas características do outro, a interpretação feita para o arredondamento é, de certa forma, válida para o grau de esfericidade encontrado.

6.3.3 - Textura Superficial

No caso dos nossos sedimentos há grãos fôscos/ e brilhantes ou opacos. Há, com frequência, a presença de marcas superficiais, principalmente rugosidades e cicatrizes que conferem à superfície certa aspereza.

Outros grãos mostram-se envolvidos por uma película de limonita ou de carbonato, tornando-se, normalmente, opacos. Reentrâncias e saliências nos bordos dos grãos aparecem com muita frequência, sugerindo ação corrosiva dos carbonatos.

Tais feições superficiais conferem à superfí -



cie do grão baixa ou nenhuma capacidade de reflexão da luz o que/ os torna sem brilho.

As relações entre o brilho do grão, a natureza da superfície brilhante e seu significado geológico, não se conhecem muito bem (PETTIJOHN, 1957, p.68) porém, podem resultar da ação mecânica pelo atrito ou por desgaste.

7. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

O estudo da natureza dos minerais que constituem um sedimento e de sua frequência relativa é, talvez, o melhor guia na interpretação de sua procedência e dispersão. Fornecem-nos boas indicações sobre a natureza das rochas geradoras, do clima que prevaleceu na região de origem e o seu relevo e nos esclarecem sobre muitos problemas a respeito da natureza do transporte e as características predominantes no ambiente de deposição. Por outro lado, os minerais de natureza química ou de natureza argilosa, resultados especialmente da ação química que se desenvolve no meio da deposição, constituem indicadores da natureza química desse meio.

7.1 - Fração Leve

O estudo microscópico que realizamos com os sedimentos desta região revelou, para a fração leve, predominância/ absoluta de cristais de quartzo que atingiu a cifra de cerca de /



80%. Subordinadamente, os minerais de argila, de mica e raros feldspatos.

- Quartzo

Os grãos de quartzo apresentam com frequência inclusões, principalmente aciculares de rutilo, e seus bordos às vezes são reentrantes e corroídos e suas superfícies mais ou menos fôscas, provavelmente devido à ação corrosiva do cimento calcário ou de eventuais choques durante o transporte.

- Mica

A mica ocorre como moscovita e é um constituinte mineral relativamente frequente nos sedimentos estudados. Aparece em pequenos fragmentos e plaquetas como componentes clásticos e está associada a todos os termos clásticos, especialmente aos siltitos e argilitos.

- Feldspato

É um mineral que aparece raramente, provavelmente devido à sua alta instabilidade e um estudo minucioso a seu respeito não pôde ser realizado.

Entre os minerais da fração leve, o grupo das argilas é o segundo em importância; porém, dadas as dificuldades de sua identificação, seu estudo deverá ser realizado no futuro.

7.2 - Fração pesada

Os estudos dos minerais que compõem a fração /



pesada, de sua frequência e das diferentes associações em que aparecem, nos permite concluir a respeito da contribuição oferecida/pelas rochas geradoras do sedimento e de sua maior ou menor influência nos processos de deposição.

A fração pesada foi obtida em separação pelo / método do bromofórmio e os minerais foram identificados através / do estudo de sua côr, transparência, textura superficial, contôrno, índice de refração, figuras de interferência e sinal ótico.

Da análise da fração pesada, verificamos a presença de: granada, turmalina, diopsídio e zircão como minerais predominantes em ordem decrescente; subordinadamente, porém bastante frequentes, ocorrem: cianita, espinélio, monazita, fluorita, hornblenda, estaurolita, augita e titanita.

Sabe-se hoje, com relativa precisão, que os minerais se associam em espécies e em quantidade, de modo tal que, - por sí sós, denunciam a contribuição de determinadas rochas e, através do seu comportamento ao intemperismo, indicam as condições climáticas que presidiram sua origem e sua deposição.

Por este princípio, as diferentes espécies minerais e as diferentes associações observadas, permitem-nos concluir de acôrdo com PETTIJOHN (1957, p. 513) e KRUMBEIN e SLOSS - (1963, p. 140) que na origem dos nossos sedimentos deve ser considerada a participação de:

- 1 - rochas ígneas ácidas: - presença de quartzo e feldspato; zircão, monazita e titanita, por exemplo.
- 2 - rochas ígneas básicas (basaltos e diabásios):- augita, diopsídeo e hiperstênio, por exemplo.

3 - rochas metamórficas (gnaisses e xistos):- presença de/ granada, cianita e estaurolita, por exemplo.

Para GOLDICH (1938) citado por PETTIJOHN (1957, p.504), os minerais fêmicos (olivina, piroxênio, hornblenda e biotita) são os mais sujeitos à alteração química, portanto os menos estáveis na ordem apresentada, assim como os feldspatos potássicos, moscovita e quartzo são os mais estáveis nessa ordem. Entre os minerais pesados, PETTIJOHN (1957, p. 504) dispoem o rutilo, zircão, turmalina, monazita, entre os mais estáveis, em ordem decrescente; a granada, biotita, apatita e estaurolita, moderadamente estáveis também em ordem decrescente; e a cianita, hornblenda, augita e olivina, como os menos estáveis, também nessa ordem.

A composição mineral dos nossos sedimentos revela componentes bastante estáveis, como o zircão, turmalina e monazita; outros, moderadamente estáveis, como a granada, estaurolita e cianita; e outros ainda muito instáveis, como o diopsídeo, a hornblenda e a augita.

8 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os dados da composição química dos sedimentos/ são muito úteis para se compreender com melhores detalhes os processos geológicos, especialmente os de natureza química, que lhes deram origem e que presidiram sua deposição e ulterior evolução.

Por outro lado, constitui um bom auxiliar na interpretação de sua composição mineral.



Tendo em vista que a composição química é essencialmente uma função da composição mineralógica, arenitos / em estágios diferentes de maturidade apresentarão marcadas diferenças em sua análise, perfeitamente reconhecíveis.

Sabe-se (PETTIJOHN, 1957, p. 102) que em quase todos os casos, os resíduos sedimentares tendem a enriquecer-se durante sua evolução, em sílica, ferro e alumina e a empobrecer-se em cal, magnésia, soda e potassa. PETTIJOHN (1957, p. 502) ainda se refere que a alumina é o óxido mais inerte enquanto que a soda é o que, ao mesmo tempo, mais depressa se elimina. Em vista/ dessas propriedades, a relação entre a alumina e a soda constitui um índice químico seguro de maturidade.

Em geral, são pequenas as modificações químicas sofridas por um sedimento durante sua diagênese, embora possam alcançar valores significativos em outros.

Os valores obtidos na análise variam em função de muitas circunstâncias locais ou experimentais, porém, o número de dados que apresentamos darão, com certeza, os valores médios da composição química dos arenitos desta região (TABELA 7).

No que se refere à sua composição química, as análises efetuadas revelam:

- a presença, com predominância absoluta, de sílica que variou de 59,1% a 78,8%;
- teor alto de alumina para todas as amostras (9,8% a 13,9%);
- teor, relativamente, baixo de MgO, em geral não superior a 2,1%;
- teor, relativamente, alto e variável de CaO para algumas amostras que alcançam até 9% e 14%;

TABELA 7 -

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

COMPO- (%) NENTES	AMOSTRAS								MÉDIA
	4	5	8	10	12	15	16	17	
SiO ₂	78,80	68,00	60,30	59,10	63,60	71,40	65,60	66,80	66,70
Al ₂ O ₃	11,20	13,20	9,80	1,70	13,50	10,30	13,90	13,80	10,92
Fe ₂ O ₃	2,60	5,40	4,20	9,60	5,60	5,40	5,80	5,20	5,47
MgO	0,85	2,00	2,10	1,80	1,80	1,80	2,10	2,00	1,80
CaO	0,50	1,40	9,10	14,60	1,20	1,10	0,70	0,80	3,67
Na ₂ O	0,58	0,76	1,00	0,53	0,69	0,53	0,74	1,39	0,77
K ₂ O	1,34	2,04	2,33	1,41	2,11	1,41	1,90	2,33	1,85
TiO ₂	0,70	2,10	2,00	1,40	2,20	2,00	2,00	1,90	1,78
P ₂ O ₅	0,08	0,20	0,20	0,22	0,32	0,23	0,30	0,26	0,22
MnO	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,18	0,18	0,11
H ₂ O -	1,14	3,20	1,80	0,78	3,16	2,46	3,66	3,00	2,40
H ₂ O *	1,64	2,10	5,60	8,80	3,24	2,30	3,48	2,56	3,71

- teor, relativamente, alto de K_2O que é sempre superior - ao teor de Na_2O ;
- teor apreciável de Fe_2O_3 , variando de 2.6% até 9,6%.

Como se verifica portanto, os sedimentos apresentam, em geral, teores variáveis de cada óxido para cada amostra, porém, mantém sempre relações semelhantes e características. Dessa forma, os sedimentos desta região apresentam teor médio a moderadamente alto de sílica, são ricos em alumina, em cal, em potassa e, em alguns casos, em soda. O teor de potassa sempre foi superior ao teor de soda.

Do ponto de vista químico, várias comparações/ foram efetuadas com os dados de composição química de arenitos de diferente natureza, apresentados por PETTIJOHN (1957, cap. 7)(TABELA 8).

Dessas comparações verifica-se que os nossos dados químicos muito se assemelham à composição química dos arenitos feldspáticos (PETTIJOHN, 1957, p.324) que possuem teor de sílica entre 60% e 80%, são ricos em alumina, cal, potassa e, em alguns casos, em soda, sendo que o teor de potassa é sempre superior ao de soda.

Verifica-se também que há semelhanças com os arenitos do tipo subgrauvaca e protoquartzitos (PETTIJOHN, 1957, p.319) que, da mesma forma que os nossos, apresentam teor médio a moderado de sílica (65% a 85%), teor alto de alumina, teores geralmente mais baixos para a cal e a potassa, sendo que, neste arenito, a potassa é sempre inferior à soda.

De acordo com a sua composição química média -

TABELA 8 - COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DE ARENITOS
DA FORMAÇÃO BAURU COM ARENITOS SEMELHANTES

COMPONENTES %	A	B	C
SiO ₂	66,70	76,37	65,0
Al ₂ O ₃	10,92	10,63	9,6
Fe ₂ O ₃	5,47	3,34	2,7
MgO	1,8	0,23	0,4
CaO	3,67	1,30	10,1
Na ₂ O	0,77	1,84	2,1
K ₂ O	1,85	4,99	1,4
TiO ₂	1,78	0,41	-
P ₂ O ₅	0,22	0,21	-
MnO	0,11	0,25	-
H ₂ O -	2,40	0,83	0,2
H ₂ O +	3,71		0,8

A - Média de 8 amostras de arenitos da Formação Bauru da
- Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo

B - Composição química média de arenitos feldspáticos -
(Pettijohn, 1957, p.324, tab.56-C)

C - Composição química média de subgrauvacas (Pettijohn,
1957, p.319, tab. 54-C)

os arenitos desta região mais se aproximam dos arenitos feldspáticos do que dos arenitos do tipo subgrauvaca embora guardem com estes inúmeras relações e semelhanças.

Por outro lado, como já dissemos, a composição química de um sedimento pode constituir um bom guia para a interpretação da sua composição mineralógica.

A êsse respeito (MILNER, 1962, p. 325), a composição química de nossos sedimentos poderia sugerir a presença - das seguintes espécies minerais: - quartzo e outros minerais silicáticos (SiO_2); titanita e outros minerais titaníferos (TiO_2); - feldspatos e micas (Al_2O_3 , Na_2O e K_2O); piroxênio, limonita e outros minerais ferromagnesianos (Fe_2O_3 e MgO); cimento calcário e outros minerais cálcicos (CaO); o P_2O_5 , provavelmente, deve-se a restos de organismos.

A composição química está relacionada com o - grau de maturidade do sedimento e as relações $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$ constituem em um guia seguro à avaliação do grau de maturidade (TABELA 9).

A tabela mostra que os índices de maturidade encontrados para as amostras analisadas, baseados nessas relações, - são quase todos elevados a moderadamente elevados.

De acordo com tabela de maturidade apresentada por PETTIJOHN (1957, p. 509) e baseada nas relações $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$, o índice médio para os arenitos normais é igual a 9,6; para o ortoquartzito igual a 20,4; para o arenito lítico igual a 4,5; para o grauvaca igual a 4,8 e para o arenito arcoziano igual a 5,7.

Em face desses dados, os arenitos desta região apresentando índices em geral elevados, podem ser considerados de submaturos a maturos, sendo alguns casos imaturos (amostra 10).



TABELA 9 - ARENITOS DA FORMAÇÃO BAURU DA REGIÃO NORTE-
OCIDENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

-ÍNDICE QUÍMICO DE MATURIDADE -

AMOSTRAS	RELAÇÕES
	Al_2O_3/Na_2O
4	19,3
5	17,3
8	9,8
10	3,2
12	19,5
15	19,4
16	18,7
17	9,87

Ainda a êsse respeito, PETTIJOHN (1957, p.287) se refere que em geral as areias imaturas apresentam alto conteúdo em alumina, soda e potassa, mas aponta que um sedimento maturo também pode apresentar teôres altos para êsses componentes.

No nosso caso, tais óxidos são registrados em teôres relativamente altos falando a favor do geral caráter submaturo a maturo do sedimento, embora com fases imaturas.

9 - ESTRUTURAS SINGENÉTICAS E EPIGENÉTICAS

As observações efetuadas nos afloramentos e estudos de maior detalhe realizados em testemunhos de sondagens, revelaram a presença de diversas estruturas sedimentares singenéticas. Entre elas diversas modalidades de estratificação (laminação horizontal, laminação inclinada, laminação cruzada, laminação de marcas ondulares migrantes e laminação convoluta), a estrutura maciça e marcas ondulares.

Entre as estruturas epigenéticas anotamos a presença de diastemas e canais de recheio.

9.1 - Estruturas ^{ingur}enéticas

9.1.1 - Modalidades de Estratificação



A estratificação é uma das características - mais comuns das rochas sedimentares e se expressa por variações - em côr, textura, dimensão das partículas e composição e resulta, - principalmente, da cessação temporária da deposição ou dos proce - sos de diagênese e litificação; se expressa por unidades litológi - cas de forma tabular ou lenticular que possuem ou não continuidade de física ou estrutural e podem ser diferenciadas dos outros es - tratos com os quais se associam ou se interdigitam.

De acôrdo com sua espessura, atribui-se o nome de estrato a unidades sedimentares com espessuras de 1 a 10 cm ou superior (KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p. 126).

MCKEE e WEIR (1953) atribuem o nome de lâmina/ a unidades sedimentares que possuem espessuras menores de 1 cm.

Em geral na região estudada, os estratos delimitam-se ou por planos horizontais, paralelos ou por planos cur - vos. Sua estrutura interna é constituída de lâminas que se dispõem em planos horizontais ou inclinados, resultando a laminação ho - rizontal, inclinada e cruzada. Devido a espessura muito fina das/ camadas, sempre ou quase sempre menor que 1,0 cm, temos com fre - quência a estrutura laminada. Embora tal feição estrutural seja/ - frequente, muitas vêzes faltam os planos de estratificação resultando uma nova feição estrutural, a estrutura maciça.

Por outro lado observa-se que, em geral, as camadas não possuem continuidade litológica ou estrutural dispondo-se em unidades curtas, intercaladas e interdigitadas, que vari - am de uma a outra no sentido lateral; desenvolve-se, por êsse motivo, com alta frequência na região, estrutura lenticular caracte - rística.



9.1.1.a - Estrutura Maciça

A estrutura maciça é uma feição estrutural que ocorre com relativa frequência nas exposições desta região e resulta da falta aparente de estratificação ou laminação, não se observando, por isso, qualquer descontinuidade física em toda a sua espessura (Foto 7).

Pode haver contudo, variação gradual em textura e em estrutura em sentido lateral, de forma que termos clásticos mais finos passam a mais grosseiros, ou vice-versa, sendo - que os clásticos maciços ocorrem em camadas lenticulares.

As observações de superfície e os testemunhos/ de sondagens mostram que essa estrutura é geralmente pouco espessa, passando verticalmente para estruturas diferentes.

Tal feição é apresentada por arenitos muito finos ou siltitos, frequentemente de cores claras e duros e que podem exibir diáclases e fratura conchoidal.

Há casos raros de gradação em que a estrutura/ maciça, na parte superior, passa a clásticos de textura cada vez/ mais fina, até argilitos.

Contudo, falta uma passagem gradual para os - estratos inferiores observando-se, ao contrário, um contacto a - brupto.

9.1.1.b - Laminação

A estrutura interna das rochas cretáceas da re





FOTO 7 - Estrutura maciça frequente em arenitos/
muito finos e siltitos da Formação Bau-
ru na Região Norte-Occidental do Estado
de São Paulo (Entrada de Neves Paulista)



FOTO 8 - Laminação Horizontal, uma estrutura fre-
quente na Formação Bauru (Entrada -2 km -
de Neves Paulista).

gião consiste normalmente em lâminas.

A observação da disposição dessas lâminas nos estratos nos permite reconhecer a presença, com frequência, de laminação paralela horizontal ou inclinada e laminação cruzada.

- Laminação horizontal

Tais estruturas variam gradualmente, lateral e verticalmente, a estruturas diferentes e sua presença se deve em geral à alternância de material sedimentar de tamanhos diferentes, embora sempre de textura muito fina, devida principalmente à separação mecânica de minerais mais pesados e mais leves (Foto 8).

A laminação horizontal mais perfeita é a exibida por sedimentos finos de provável origem lacustre, sendo que a sua distinção e o grau de sua conservação é, em parte, uma medida da tranquilidade das águas em que se acumularam os sedimentos - (PETTIJOHN, 1957, p. 163).

Em nosso caso, em que há nítida interdigitação das rochas que exibem essa estrutura com outras que exibem estruturas diferentes e em vista da pequena espessura das sequências / de lâminas horizontais, a situação sugere origem em águas relativamente tranquilas, durante fases de curta duração, contemporâneas a fases de águas mais agitadas.

- Laminação inclinada e laminação cruzada

São estruturas frequentes nas rochas da região



estudada e em virtude do seu importante significado geológico merecem destaque especial (Foto 9).

A laminação cruzada é exibida, em geral, por arenitos de textura mais grosseira e inclusive por arenitos conglomeráticos que, normalmente, apresentam cimento calcário e cores claras. Por outro lado, muitos fósseis fragmentados rolados e seixos de argilito estão presentes nas rochas em que aparece tal estrutura, muitas vezes acompanhando os planos de laminação.

Observa-se que a laminação inclinada de uma camada sempre se interrompe abruptamente na sua porção superior, inclina-se suavemente para a base, tornando-se aí quase paralela ao plano basal. Cada lâmina na realidade é, em geral, geometricamente um plano curvo, côncavo para cima e frequentemente o seu tópo/não se conserva; aparece truncado por um plano, horizontal ou não, que representa a superfície causada pela erosão antes que a nova/camada se depositasse ou o novo plano de deposição de nova corrente atuando em diferente sentido.

Comumente, a camada superior dispõe-se paralelamente à camada subjacente e apresenta laminação inclinada também paralela à laminação da camada inferior, não resultando dessa forma uma feição cruzada verdadeira. Tal estrutura é denominada laminação cruzada Tabular (SHROCK, 1948, p.245; POTTER e PETTI - JOHN, 1963, p.70) ou Planar (MCKEE e WEIR, 1953, p.387). Muitas vezes esse truncamento é feito por uma nova camada, também com laminação inclinada e disposta em paralelo, porém, apresentando inclinação em sentido oposto à da inferior.

Foi observada também com certa frequência a presença de laminação inclinada e cruzada em camadas de aspecto semilenticular ou de cunha, em que os limites entre elas são, prà





FOTO 9 - Laminação cruzada tabular de pequena escala (Rod. Washington Luiz - Km 480).



FOTO 10 - Laminação Cruzada Festonada, uma estrutura comum nas exposições desta região (E.F.A. - Km 209)

ticamente superfícies curvas, ocorrendo sempre truncamento da parte superior das lâminas - laminação cruzada festonada (MCKEE e WEIR, 1953, p.387) Fotos 10, 11a,b).

Mesmo neste caso, geralmente ocorre intercalada no grupo, em uma ou outra posição, uma superfície horizontal ou uma camada com laminação horizontal.

O mecanismo da origem dessa estrutura sedimentar ainda não está precisamente compreendido; porém, segundo PETTI JOHN (1957, p. 165) dois fatores importantes devem ser considerados: a escala e a variabilidade da laminação inclinada.

Nas exposições estudadas na região norte-occidental do Estado de São Paulo, tivemos muito cuidado em realizar as medidas de variabilidade, principalmente em virtude de que tais estruturas em geral foram observadas em secções artificiais de rodovias e da ferrovia, de forma que a mesma camada ou grupo de camadas pode mostrar variações, dependendo da orientação do corte.

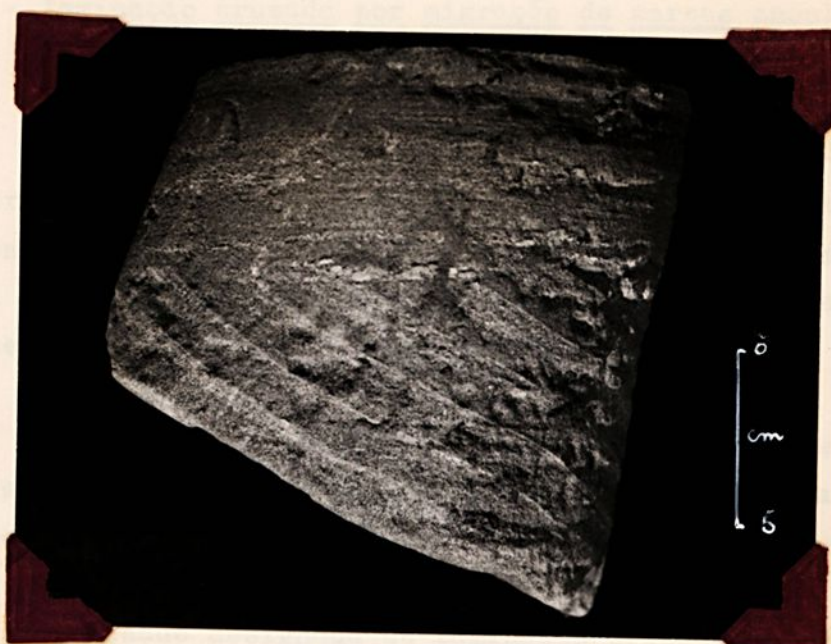
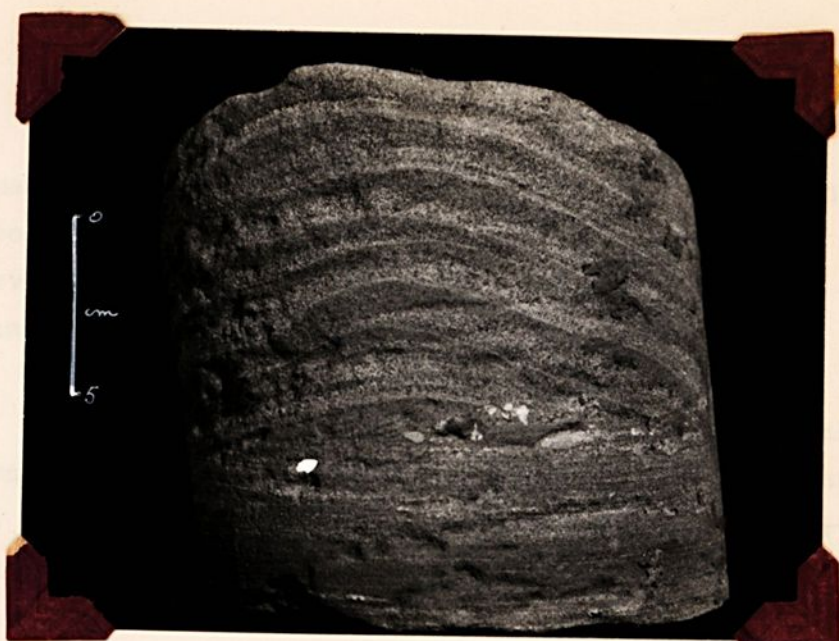
Não obstante essas dificuldades, pudemos obter um número de dados, infelizmente pequeno, mas acreditamos possa de modo preliminar traduzir as características gerais dessas estruturas.

O ângulo de inclinação varia muito, inclusive - na mesma lâmina, em virtude de sua concavidade e os dados obtidos em inúmeras medidas feitas fornecem valores que variam de 90 a 150.

Para o rumo de mergulho as mesmas dificuldades são apontadas revelando-se porém, no maior número de observações, um rumo geral para oeste, sudoeste ou noroeste, predominantemente sudoeste.

Como assinalámos antes, há inúmeros casos em /





FOTOS 11a e 11b - Dois aspectos da Laminação Cruzada Festonada em testemunhos de sondagem da cidade de Balsamo (profundidade entre 90-100 m).

que, na mesma exposição, o rumo de inclinação de uma camada varia de sentido, de modo inverso, em relação à camada superior ou subjacente, revelando temporária e radical mudança no sentido da corrente local.

Quanto à espessura unitária das camadas com laminação entrecruzada, as medidas mostraram que sua espessura pode variar de poucos centímetros até 15 a 20 cm, como as observadas em testemunhos de sondagens e em exposição da rodovia Monte Aprazível - Nhandeara, até 1 m a 1,5m que são as maiores espessuras anotadas, como a observada no Km 209 da Estrada de Ferro Araraquara.

- Laminação cruzada por migração de marcas ondulares

É uma estrutura pouco frequente dessas rochas/ e foi observada tanto em exposições superficiais como em testemunhos de sondagens. Podemos defini-la como diminuta manifestação estrutural de escala centimétrica, de planos inter cruzados de arenitos de textura muito fina e siltitos.

Sobre esse aspecto, algumas amostras de sondagem e alguns afloramentos mostraram uma estrutura laminada ondulada de pequena escala, decorrendo uma feição geral inter cruzada. - Incluimos essa diminuta estrutura no grupo da laminação cruzada, com maior propriedade designada de laminação cruzada devida a marcas ondulares migrantes "ripple cross-lamination" (MCKEE, 1938, p. 80). Também neste caso as lâminas onduladas estão truncadas no topo, de forma que tais marcas não estão completas e sua escala não é superior a 3.0 cm.

Os autores precedentes não se referiram à presença dessas estruturas na Formação Bauru.



Sua origem é ainda muito discutida e até o presente não está bem esclarecida.

GILBERT refere-se à laminação cruzada de tipos diferentes produzida por marcas ondulares de correntes ou de oscilação e MCKEE (1939) aponta que a superposição de unidades - que apresentam laminação cruzada pode produzir o mesmo efeito embora tenha causas diferentes (TWENHOFEL, 1950, p.559).

De qualquer forma, em nossos sedimentos, o aspecto geral ondulado e cruzado apresentado pelas lâminas sedimentares sugere, pelo menos no que se refere à aparência, que as ondulações de finas lâminas superpostas fornecem a feição cruzada.

A origem dessas estruturas deve estar ligada a suaves ondulações provocadas nas lâminas sedimentares durante/a deposição por leves correntes de águas rasas, sendo que a superposição de lâminas onduladas resultantes de novas fases deposicionais produziriam, finalmente, a feição cruzada.

9.1.1.c - Laminação Convoluta

Embora com menor frequência foram notadas, em algumas exposições, finas e diminutas dobras intra-estratais, às vezes associadas a estruturas brechadas.

As lâminas deformadas são constituídas de sedimentos muito finos, associando-se sempre a sedimentos também muito finos - arenitos finos e siltitos - maciços. É interessante notar que os estratos superiores e inferiores não exibem quaisquer perturbações (Foto 12).





FOTO 12 - Laminação convoluta - pregueamento laminar intraestratal apresentado por sil-
titos (Rod. Washington Luiz, Km 481/82)



FOTO 13 - Marcas ondulares assimétricas em aren-
tos muito finos da Formação Bauru (E.F.
A. - Km 209)



FREITAS (1955, p.136).referiu-se à presença de estruturas deslizantes adiastróficas na Formação Bauru.

Essas estruturas são adiastróficas e podem ser explicadas como o pregueamento intralaminar causado por deslocamento do material depositado em planos suavemente inclinados, em ambiente subaquoso durante ou logo depois da deposição, devido a ação da gravidade. Tais estruturas são conhecidas na literatura - como Laminação Convoluta (POTTER e PETTIJOHN, 1963, p. 152), Camadas Contorsidas (WELLER, 1960, p. 111) e outros.

9.1.1,d - Marcas ondulares

Em afloramentos da região constatou-se, pela primeira vez na Formação Bauru, a presença de marcas ondulares em vários locais, porém com maior nitidez no Km 209 da Estrada de Ferro Araraquara, no Município de São José do Rio Preto. Nesse local ocorrem em arenito muito fino, micáceo, que passa lateralmente a arenitos de textura mais grosseira e com estruturas cruzadas; para cima, varia a sedimentos de textura mais fina, siltitos e argilitos.

As marcas são em geral assimétricas (Foto 13).

Foram feitas medidas em relação à sua amplitude e comprimento de onda que nos permitiram identificar, entre essas estruturas, dois grupos predominantes. Um grupo apresenta valores para o comprimento de onda iguais a 14,0 cm e 15,0 cm e amplitudes correspondentes iguais a 1,8cm e 2,0 cm; o outro grupo, menor, apresenta o comprimento de onda igual a 4,5 cm e 5,0 cm e as amplitudes correspondentes iguais a 0,7 e 0,8 cm. Há grupos de dimensões menores, porém o seu estado de conservação não permitiu a medida de seus elementos.



Dessa forma, foi-nos possível obter os índices/ de onda de alguns grupos de marcas, calculados pela relação en - tre o valor do comprimento de onda e o valor da amplitude corres- pondente. Os índices encontrados variam, predominantemente, de - 6,4 a 7,7, ocorrendo contudo, outros ainda menores.

TWENHOFEL (1950, p. 570) assinala que os índi - ces de marcas de corrente aquosa apresentam variação de 4 a 20, - predominantemente de 4 a 10 e aponta, por outro lado, que a maio- ria dos índices de marcas eólicas varia de 20 a 50. MCKEE (1954, - p.58) aponta também que as marcas ondulares de correntes aquáticas apresentam índices inferiores a 20 e que as de origem eólica exi- bem índices sempre maiores e acrescenta que, por êsse motivo, ês- ses dados constituem bons indícios da origem subaquática ou não - dessas estruturas.

9.2 - Estruturas Epigenéticas

9.2.1 - Diastemas

Observa-se com muita frequência em tôdas as ex- posições da Formação Bauru desta região a presença de diastemas, - estruturas erosivas que representam quebras locais da sedimenta - ção. Ocorrem em geral depois de cada lente argilosa ou mesmo den- tro dos psamitos quando faltam os clásticos mais finos, constitu- indo o plano de separação entre ciclos sedimentares sucessivos - (Foto 14).

São interrupções intraformacionais irregulares sempre de pequena extensão, repetindo-se em níveis diferentes na/ sequência vertical.





FOTO 14 - Diastema representado por superfície/
erosiva irregular sôbre lente de silti
to maciço (E.F.A. - Km 209)



FOTO 15 - Canal de recheio, estrutura relativamen
te comum na Região Norte-Occidental do
Estado de São Paulo (Rod. Washington
Luiz - km 470/71).

Até o presente os autores precedentes não -/ tinham feito referências à presença dessas estruturas na Formação Bauru.

Sua presença em **alta** frequência atesta que pe riódicamente a acumulação era interrompida e os sedimentos deposi tados submetidos a curtos intervalos erosivos, localizados no ambiente geral de sedimentação da formação.

É comum encontrarmos, imediatamente acima dessas estruturas, conglomerados de seixos de argilito imersos em are nito denunciando o início de novo ciclo sedimentar.

9.2.2 - Canais de recheio

Estruturas de canais de recheio ("cut and -/ fill") aparecem com relativa frequência nas exposições da Forma ção Bauru na região norte-ocidental do Estado (Foto 15).

Consistem normalmente em arenitos laminados , com as lâminas côncavas para cima, podendo passar às vezes, a - clásticos mais finos para o tôpo, delimitam-se na base sempre por uma superfície erosiva arqueada (diastema) e no conjunto exibem - aspecto geral festonado.

Tais estruturas representam fases fluviais al ternadas de erosão de canal e de seu preenchimento por material - sedimentar. Rios relativamente rasos e maduros, ou já senis, correndo meandrosamente em larga planície de inundação, anastomosam-se e abandonam periodicamente seus canais que posteriormente são/ inundados e sedimentados originando tal estrutura.



10 - CÔR DOS SEDIMENTOS

A côr de uma rocha é sempre uma de suas fei - ções mais evidentes; porém, são as côres primárias as únicas que têm, realmente, significado na interpretação de sua história porque só elas nos podem fornecer um guia sôbre a natureza e intensi dade do clima que prevaleceu na área de produção e na área de depo sição do sedimento.

Identificar uma côr e reconhecer-lhe o caráter primário ou secundário é um problema na maior parte das vêzes altamente complexo.

Em nossos estudos procuramos eliminar, sempre/ que possível, o critério pessoal no registro das côres.

Utilizamos-nos da Tabela de Côr das Rochas, pre- parada pela Comissão da Carta da Côr das Rochas, dos Estados Uni- dos da América, e distribuída pela Geological Society of America/ (1963). O uso dessa tabela é extremamente árduo e complexo.

Foram as seguintes côres observadas nas rochas desta região:

10.1 - Côres dos sedimentos de superfície

1 - Grupo Branco - Cinza Claro:



- cinza muito claro - N8
- cinza claro - N7
- cinza-amarelado - 5 Y $7/2$
- cinza-esverdeado claro - 5 GY $8/1$

2 - Grupo Verde:

- verde pálido - 5 G $7/2$
- verde-amarelado pálido - 10 GY $7/2$

3 - Grupo Amarelo - Vermelho:

- róseo-acinzentado - 5 R $8/2$
- róseo-laranja-acinzentado - 5 YR $7/2$
- laranja-acinzentado - 10 YR $7/4$
- laranja-amarelo escuro - 10 YR $6/6$
- vermelho moderado - 5 R $4/6$
- marrom claro - 5 YR $6/4$
- marrom-vermelho pálido - 10 R $5/4$
- marrom-vermelho moderado - 10 R $4/6$
- marrom-vermelho escuro - 10 R $3/4$



10.2 - Côres de testemunhos de sondagem

1 - Grupo Branco - Cinza Claro :

- branco-azulado - 5 B $9/1$
- cinza muito claro - N8
- cinza-esverdeado claro - 5 G $8/1$
- cinza-esverdeado - 5 GY $6/1$
- cinza-amarelado - 5 Y $7/2$ (muito frequente)
- cinza-rosado - 5 YR $8/1$

2 - Grupo Verde:

- verde-amarelo acinzentado - 5 GY $7/2$

3 - Grupo Amarelo-Vermelho:

- amarelo-esverdeado pálido - 10 Y $8/2$
- róseo-laranja-acinzentado - 5 YR $7/2$
- laranja-acinzentado - 10 YR $7/4$
- vermelho pálido - 5 R $6/2$
- vermelho acinzentado - 5 R $4/2$
- marrom claro - 5 YR $6/4$
- marrom-avermelhado pálido - 10 R $5/4$
- marrom-avermelhado moderado - 10 R $4/6$

As exposições mostram cores variadas, de todos/- os grupos e em diferentes intensidades porém, com leve predominân / cia das cores do grupo amarelo-vermelho.

Os sedimentos de profundidade, por outro lado, - revelam cores mais carregadas nas camadas mais próximas à superfí - cie e nas camadas mais profundas, as mais próximas do substrato - / basáltico. As camadas situadas na porção média, em geral, exibem cô - res mais claras do grupo Branco-Cinza Claro. Estas, em geral, são as cores que predominam em profundidade. Branco e Cinza Claro.

Fato digno de destaque é a côr, quase sempre ver - melha, mais ou menos intensa, que exibem os clásticos de granulação/ muito fina, especialmente os argilitos, em contraste com a côr mais clara dos sedimentos mais grosseiros a que gradam lateral ou verti - calmente.

Raras são as ocorrências de argilitos de côr ma - is clara, cinza ou levemente esverdeada.

Os seixos de argilito que aparecem, com relativa/ frequência, esparsos ou concentrados formando conglomerados, exibem/ idêntica coloração avermelhada, seja nos afloramentos ou em testemu - nhos de sondagem, muito embora a matriz fundamental seja, quase sem - pre, de coloração clara.

Nota-se, por isso, uma pronunciada descontinuida - de na coloração dos sedimentos que varia, superficial e verticalmen - te, passando desde tonalidades mais claras às mais escuras.

No caso das tonalidades mais pronunciadas, exhibi - das pelas rochas mais grosseiras de superfície e pelas camadas que - se encontram nas proximidades do substrato basáltico, onde se situa/ a zona aquífera de profundidade, tais variações poderiam ser explica

das pela maior ou menor influência do intemperismo moderno através das águas superficiais ou de percolação.

Nêsses casos observa-se a presença de revestimento limonítico dos grãos sedimentares e níveis de canga associados, propiciando cor mais ou menos saturada.

São comuns, por outro lado, siltitos e arenitos finos, tanto em superfície como em profundidade, que apresentem coloração mais clara, do grupo Branco a Cinza Claro.

É possível que a sua cor clara seja primária e resulte da predominância da fase quartzosa e/ou da presença, em maior ou menos escala, de um revestimento calcário nos grãos dessa fase. Deve contribuir também a essa coloração primária as cores intrínsecas dos minerais ferromagnesianos, geralmente negros e que, muitas vezes, concentram-se em faixas de coloração cinza / mais escura.

A presença de minerais alogênicos negros, como os ferromagnesianos, inalterados nos sedimentos e atribuindo-lhe uma coloração acinzentada, deve ser explicada por sua deposição em ambientes de reduzida decomposição, com maior probabilidade no caso da Formação Bauru, em condições de transporte e sedimentação, suficientemente rápidas, de forma a preservá-los da ação do intemperismo químico, eventualmente existente (TWEINHOFEL, 1950, p.636).

Muito significativa é a ausência absoluta de matéria orgânica associada aos sedimentos nesta região. O fato pode ser explicado ou pela ocorrência de condições adversas ao desenvolvimento de vida abundante ou pela falta de condições favoráveis à preservação de restos orgânicos. O segundo caso parece ser o mais válido, em vista da relativa abundância de formas que até pela sua qualidade (dinossauros herbívoros e carnívoros por exem-

plo) implicam em presença de vida intensa.

Dessa forma, a preservação dos minerais ferromagnesianos parece condicionar-se não a um rigôr climático mas, - principalmente a um soterramento mais rápido e talvez também a um transporte mais curto.

De outro lado, a coloração vermelha exibida - pelos clásticos muito finos, principalmente os argilitos, quer - consideremos sua ocorrência em camadas lenticulares ou sob a forma de fragmentos e pelotas dispersos na rocha, é constante tanto/ na sequência lateral como na vertical, ainda que associados a sedimentos de coloração mais clara.

Tal fato nos leva a admitir para essas côres, - uma origem primária, independente da ação do intemperismo e podemos assim, enquadrar as rochas que as exibem, entre as verdadeiras "Camadas Vermelhas".

As côres dos sedimentos resultam da interação/ de várias circunstâncias, entre as quais se contam as climáticas/ (prevalentes na área de produção ou na de acúmulo do sedimento), duração do transporte e processos diagenéticos subsequentes.

11. CONTEÚDO PALEONTOLÓGICO

11.1 - Considerações gerais

Várias referências têm sido feitas sobre restos

fósseis da Formação Bauru.

O primeiro achado de São José do Rio Preto em 1909 foi estudado por von IHERING (1911) que reconheceu a presença de répteis e moluscos, principalmente.

A partir de von IHERING muitas outras notícias foram dadas sobre o conteúdo paleontológico da formação em geral e, em especial, de nossa área, porém, poucas delas têm, realmente, um sentido taxonômico mais detalhado.

Conchostráceos (Esteriídeos) e ostracódios / foram encontrados por MEZZALIRA, em 1959, no Município de Bebedouro e alguns gastrópodes foram noticiados por ARID et AL. (1962) e por MEZZALIRA (1966) nas proximidades de São José do Rio Preto e de São Carlos, respectivamente.

Entre os peixes, PACHECO (1913) assinala a presença de Lepidotus sp no Município de Colina e mais tarde ARID e VIZOTTO (1963) noticiam a presença de escamas ganóides no Município de Ibirá.

Os répteis são as formas fósseis mais frequentes da Formação Bauru e um bom número de representantes já foi assinalado nesta região do Estado de São Paulo.

A êsse respeito, PACHECO (1913) no Município/ de Colina, STAESCHE (1944) e PRICE (1953) no Município de Araçatuba referem-se a quelônios do gênero Podocnemis (P. harrisi Pacheco e P. brasiliensis Staesche) e Roxochelys wanderleyi Price, respectivamente.

Mais tarde, ARID et AL. (1962) e ARID e VIZOTTO (1963; 1966) referem-se a placas ósseas de quelônios e à cara-

paça de Podocnemis brasiliensis, nos Municípios de São José do Rio Preto e Ibirá.

Entre os crocodilianos, PRICE (1950) e ARID e VIZOTTO (1965) assinalam a ocorrência de Sphagesaurus no Município de Catanduva e de Santa Adélia, respectivamente.

Por outro lado, ROXO (1929) no Município de Araçatuba; PACHECO (1913) em Colina; von IHERING (1911), ARID et AL. (1962) e ARID e VIZOTTO (1963), nos Municípios de São José do Rio Preto e Ibirá, referem-se à presença de inúmeros representantes de goniofolídeos. PRICE (1945) e ARID e VIZOTTO (1965) assinalam a presença de Baurusuchus (B. pachecoi) no Município de Riolândia e no Município de Santa Adélia, respectivamente.

Entre os dinossauros carnívoros, PACHECO (1913) e ARID e VIZOTTO (1963) referem-se à presença de dentes de carnossauros em Colina e Ibirá.

Aos dinossauros herbívoros são citados por vários autores, restos de esqueleto de titanossaurídeos (Titanosaurus) em Colina (1913, 1929, 1935 e 1949) em São José do Rio Preto por ARID et AL. (1962) e em Ibirá por ARID e VIZOTTO (1963). Recentemente MEZZALIRA (1966) nos fornece informações mais completas sobre a fauna geral do Bauru.

As formas descritas entre os principais constituintes da fauna Bauru, embora muitas vezes de sistemática ainda/pouco segura, têm indicado sempre ambiente continental aquático a semi-aquático para a deposição desses sedimentos, bem como têm determinado sua idade como neocretácea (von HUENE, 1929).

A presente discussão dos fósseis encontrados nos sedimentos da região é apresentada sem a preocupação de esta-

belecer sua completa e detalhada morfologia e sistemática. Visa - sobretudo à análise do paleoambiente.

Muito embora já tivéssemos noticiado sobre a presença de vários grupos reptilianos na área ora estudada, muitos detalhes podem ser hoje acrescentados àquelas referências.

11.2 - Dinossauros saurisquianos

11.2.1 - Saurópodes

Entre os dinossauros saurisquianos contam-se - fragmentos de ossos relativamente bem conservados de quadrúpedes - saurópodes - encontrados em arenitos finos e siltitos, maciços, - no Município de São José do Rio Preto, no Km 5 da rodovia estadual para Barretos e já noticiados anteriormente por ARID et AL. - (1962).

Um fragmento muito grande de fêmur, apenas com a porção distal conservada, mede 1.15 m de comprimento, 40 cm de diâmetro na epífise e 24 cm de diâmetro na porção média da diáfise (Foto 16).

Associado a essa peça, foi encontrado um fragmento de úmero, apenas com a porção proximal conservada, medindo/ 65 cm de comprimento e 32 cm de largura máxima na epífise (Foto - 17).

No mesmo local, intimamente associado às demais e com o mesmo grau de conservação, ocorre o fragmento de uma - vértebra sacral, opistocélica, apenas com porção do corpo bem con



FOTO 16 - Fragmento de fêmur de titanossaurídeo/
gigante encontrado em rochas da Forma-
ção Bauru, no Município de São José do
Rio Preto (Rod. para Barretos - Km 5).



FOTO 17 - Fragmento de Úmero do mesmo Titanossaurídeo
da foto anterior - Nota-se no bordo lateral
direito uma pequena dobra longitudinal para
dentro, formando a "esquina".

servada. Apresenta apenas as primeiras partes das projeções espinais e possui 22 cm de altura total (Fotos 18a e 18b).

O corpo é convexo-côncavo, com 15 cm de comprimento, 13 cm de altura e 17 cm de largura e apresenta lateralmente, duas cavidades relativamente profundas. Está bem conservado o canal neural.

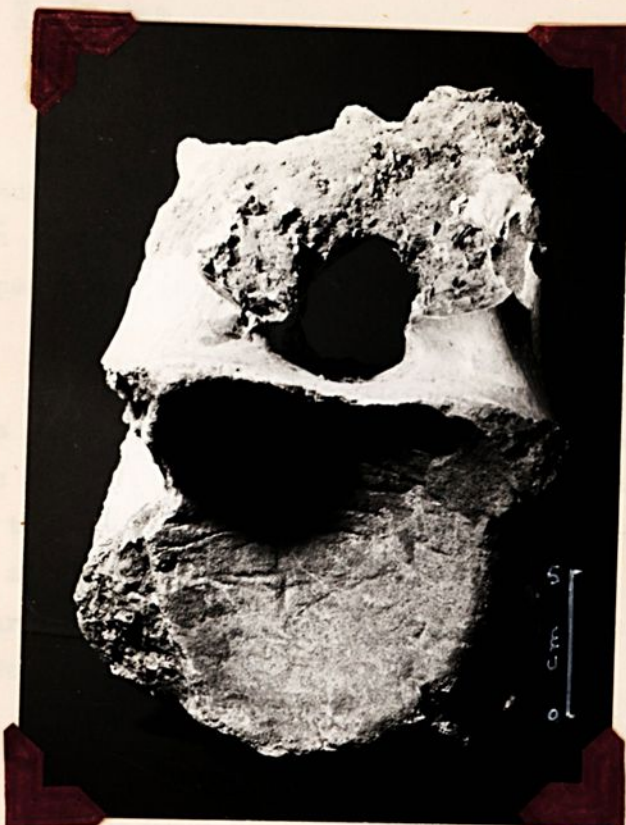
A identificação dessas peças foi feita tomando-se por base, principalmente, os estudos realizados por von HUENE/sobre os dinossauros do Cretáceo da Argentina (1929). A comparação efetuada com as peças semelhantes descritas por aquele Autor, nos permite concluir que essas peças pertenceram a um saurísquiano, uma forma gigante de saurópode da família dos titanossaurídeos ainda não assinalada na fauna Bauru.

A associação das peças nas rochas e o modo como foram encontradas, mais as suas relações e proporções coerentes e ainda o idêntico grau de conservação que apresentam, nos sugerem tratar-se do mesmo organismo.

Há boas razões para se admitir que tais formas sejam adaptadas à vida continental e anfíbia (ROMER, 1959, p. 190) de forma que seu ambiente preferido deve ter sido o de zonas fluviais, lacustres e pantanosas (ROMER, 1958, p. 244 e LAPPARENT e LAVOCAT, in PIVETEAU, 1955, p. 820).

Os titanossaurídeos têm sido registrados desde as camadas do Cretáceo Inferior até as do Cretáceo Superior (in - PIVETEAU, 1955, p. 827), porém, o grupo atingiu o seu maior desenvolvimento e mais ampla distribuição no Neocretáceo, de cuja idade são descritos seus principais representantes na Argentina, Índia, Madagascar, na França, na Mongólia e mesmo no Brasil.





FOTOS 18a e 18b - Vista lateral e posterior do fragmento de vértebra sacral do mesmo Titanossaurídeo da foto anterior, mostrando o corpo opistocélico, as cavidades laterais profundas e o canal neural completo.

von HUENE (1929) baseando-se nos principais - representantes desse grupo, encontrados na fauna de rochas continentais cretácicas da Patagônia, na Argentina, determinou com precisão, o ambiente continental de deposição e a idade senoniana - (Neocretáceo).

Tais motivos são, por si sós, suficientes para que possamos reconhecer a semelhança de ambientes de deposição - dessas rochas e, por outro lado, determinar sua idade cretácica da época superior, possivelmente, do Senoniano.

11.2.2 - Terópodes

Já nos referimos antes a fragmentos de dentes/ encontrados no Município de São José do Rio Preto (1962) e no Município de Ibirá (1963), contudo não fornecemos qualquer identifi cação sobre as peças recolhidas na primeira localidade.

As características apresentadas por esses frag^gmentos de dentes - forma cônica, bordos serrilhados, superfície - lisa e achatados lateralmente, de secção transversal elíptica e recurvados para traz - nos permitem hoje identificá-los embora - com as reservas apontadas por PRICE (1960, p. 81), como carnos^s - sauros, dinossauros carnívoros da subordem theropoda (von HUENE, - 1931, p. 188) (Foto 19).

Por outro lado, podemos acrescentar que dentes semelhantes a esses têm sido encontrados, com relativa frequência, em diferentes localidades e em muitas exposições desta região.

Geralmente ocorrem em estado fragmentário, mos^s trando-se desgastados e sua presença está sempre ou quase sempre/





FOTO 19 - Fragmento de Dente de Terópode (Carnossauro) encontrado no Município de São José do Rio Preto (Rodovia para Barretos):

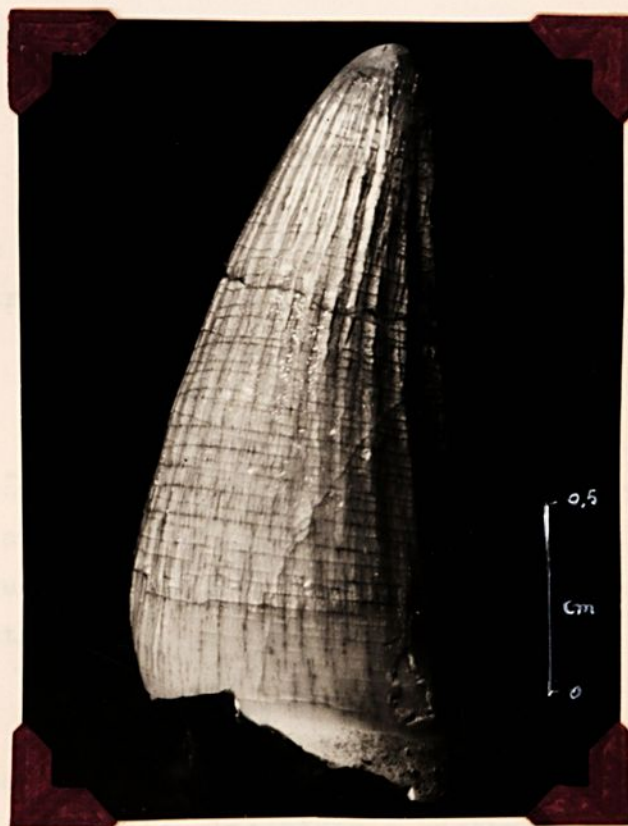


FOTO 20 - Fragmento de Dente de Goniofolídeo encontrado no Município de São José do Rio Preto (Rodovia para Barretos) e muito comum nas rochas da Formação Bauru.

associada a arenitos conglomeráticos, com laminação inclinada e cruzada, em geral acompanhando a laminação juntamente com os seixos de argilito. Tais fatos denunciam seu transporte e redeposição à distância do local onde ter-se-iam originado. Embora com menor frequência, observamos também sua presença em clásticos finos, arenitos finos e siltitos, de estrutura maciça.

11.3 - Crocodilianos

Entre os representantes de crocodilianos, ocorrem com certa frequência em diferentes locais nas rochas desta região, fragmentos de dentes atribuídos aos goniofolídeos.

A êsse respeito noticiamos sua presença no Município de Ibirá (1963).

No Município de São José do Rio Preto, embora já tivéssemos nos referido à presença de dentes de crocodilianos/ (1962) nenhum outro detalhe sistemático foi por nós oferecido naquela ocasião.

Na realidade, aquelas peças apresentam características (forma cônica, levemente recurvadas, a superfície exibindo nítida presença de estriação longitudinal e secção transversal quase circular) que nos permitem classificá-los como dentes de goniofolídeos (Foto 20).

Tendo em vista que os crocodilianos são, tipicamente, animais tropicais e continentais e habitam, principalmente, ambientes de águas fluviais, lacustres e pantanosas (ROMER, 1959, p. 183), sua presença nas rochas da Formação Bauru sugere que elas tenham se depositado em ambientes flúvio-lacustres até paludais sob condições de clima tropical.

11.4 - Quelônios

São bastante frequentes nas rochas da Formação Bauru desta região fragmentos que podemos atribuir a placas de carapaça e plastrão de quelônios (Foto 21).

Da mesma forma que as peças de crocodilianos, - também as placas de quelônios ocorrem, geralmente, em estado frag^{mentário}, desgastadas, associadas a arenitos grosseiros e conglomeráticos e acompanhando a laminação inclinada. Raras v^êzes, no entanto, foram encontradas em clásticos muito finos - arenitos e - siltitos - maciços.

A ocorrência, em geral, dessas peças nessa atitude denunciam o seu transporte e sua presença. mais ou menos distante do local originário.

Embora poucos quelônios constituam tipos exclusivamente terrestres, uma grande quantidade d^êsses répteis é, primariamente, aquática ou paludal (ROMER, 1959, p.143), sugerindo - pois, sua presença na formação, ambiente fluvial ou lacustre para a sua deposição.

12. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO

Os dados obtidos nos capítulos precedentes nos permitem discutir e interpretar, de modo geral, sôbre as circuns-



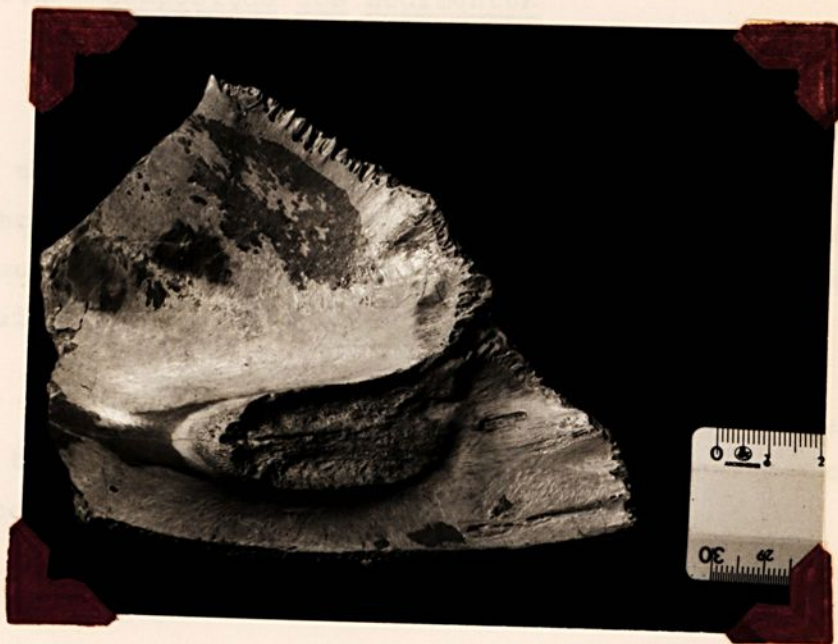


FOTO 21 - Fragmento de placa de Quelônio do Município de São José do Rio Preto (Rodovia para Barretos) encontrada com frequência na Formação.

tâncias que envolveram a produção, o transporte e a deposição da Formação Bauru e sobre a tectônica que a presidiu.

12.1 - Composição dos sedimentos

No que respeita à distribuição granulométrica, sedimentos com tal variação textural apresentando sempre a predominância absoluta de classes finas, sugerem um veículo transportador de pequena competência e ambiente de deposição geralmente calmo e tranquilo ou, pelo menos, sem turbulência apreciável.

Dos dados estatísticos, os valores da mediana/são sempre baixos, da mesma forma indicando baixa competência do veículo e condições tranquilas de deposição.

Por outro lado, o coeficiente de seleção é também baixo, sempre inferior a 2,5, o que caracteriza o sedimento / de acordo com os dados de TRASK (in KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p.100) como bem selecionado.

A boa seleção verificada em classes granulométricas finas a muito finas e os valores baixos encontrados para a mediana denunciam transporte realizado por veículo de pequena competência e deposição em ambientes relativamente calmos, de tal sorte que a maior parte dos sedimentos não chegou a ser afetada por correntes violentas durante o processo. As variações litológicas mais grosseiras, locais e restritas, indicariam variações temporárias da competência do veículo transportador e a presença de correntes localizadas no meio depositante.

Por outro lado, a frequente variação litológica nas rochas de superfície sugere, como aponta FREITAS (1955, p.



117) que o veículo condutor não foi capaz, ou não dispôs de tempo suficiente, para selecionar as partículas durante o transporte sendo, pois, a boa seleção uma consequência do processo durante a deposição.

As comparações efetuadas entre os dados obtidos por nós e os dados e gráficos obtidos por outros autores para outros sedimentos de origem diferente (PETTIJOHN, 1957, p. 289; - KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p.98 e 104 e WELLER, 1960, p.88) não permitem quaisquer conclusões definitivas a respeito, embora indiquem no conjunto maior semelhança com os de origem fluvial.

FREITAS (1955) analisou de modo exaustivo os sedimentos da Formação Bauru no Estado de São Paulo. Comparou (pp 33/60) seus dados com os valores granulométricos e estatísticos - obtidos por outros autores para outros sedimentos de origem e idades diferentes (PETTIJOHN, BIGARELLA, UDDEN e KRUMBEIN) e chegou à conclusão de que os sedimentos da Formação Bauru podem ser interpretados como de origem essencialmente fluvial.

Por outro lado, os dados da análise textural obtidos no presente estudo podem ser comparados aos de FREITAS - (1955, p.33). À semelhança dos seus estudos, comparece como predominante a classe de $125\mu - 62,5\mu$ porém, a seu lado, concorrendo com ela na maior frequência, comparece também a classe de $250\mu - 125\mu$, esta, praticamente não registrada por aquele Autor.

Em relação à análise estatística, FREITAS (1955, p.45 e segs.) também encontrou para as 19 amostras de superfície, valores todos baixos para a mediana e, delas, 17 com valores inferiores a 2,5 para o coeficiente de seleção, mostrando, se não completa, uma geral concordância com os dados obtidos por nós nesta região.

Dessa forma, as características granulométricas -

cas e estatísticas apresentadas pelos sedimentos desta parte do Estado leva-nos a admitir, embora com as reservas e restrições já apontadas, veículos fluviais de transporte e ambientes fluviais - de vales largos com fases aquosas calmas e, temporariamente, mais turbulentas.

Nessas condições seria possível a deposição de clásticos finíssimos (silte e argila), finos e mais grosseiros em fases selecionadas e poderíamos explicar a boa seleção apresentada como consequência do processo no sítio de deposição.

Com referência à análise textural, até o presente não se têm bem definidas e seguras as relações entre o grau de arredondamento e sua história sedimentar. Parece, no entanto, - que há bons indícios para se convencer, ainda que de maneira geral, que o arredondamento das partículas esteja relacionado à sua maturidade da mesma forma que indicaria sua história abrasiva. Sob esse ponto de vista, os sedimentos mais arredondados, portanto os mais maduros, teriam uma história mais longa ou mais demorada e poderiam indicar a existência de um ciclo sedimentar anterior.

De acordo com o conceito de maturidade do sedimento expresso por FOLK (1951, p.128) e modificado por WELLER (1960, p.91), os índices por nós obtidos caracterizam os sedimentos como submaturos a maturos.

O grau moderado de arredondamento apresentado/ por nossas partículas sugere, numa preliminar interpretação, que/ elas não devem ter-se originado de sedimentos preexistentes.

Por outro lado sugere também que não deve ter/ sido muito prolongada sua história abrasiva, isto é, não teria sido grande a distância percorrida ou a duração do transporte, suficientes para permitir melhor desgaste de sua superfície.



Tal sugestão, embora admitida pela maioria dos autores e comprovada pela maior parte dos estudos já feitos, não pode ser tomada, por si só, como conclusão definitiva.

Devemos considerar na interpretação que o arredondamento de partículas é tanto mais difícil e demorado quanto menor fôr o seu tamanho, daí decorrendo o fato de que a abrasão das areias é um processo excessivamente lento.

PETTIJOHN (1957, p.549) aponta que as observações de campo sôbre o arredondamento das areias são, aparentemente, contraditórias e os estudos de RUSSELL TAYLOR (1937, p.266) demonstraram que as areias transportadas pelo rio Mississipi, nos Estados Unidos, apresentam índices de arredondamento ligeiramente menor no sentido da corrente, chegando à conclusão de que a diminuição no grau de arredondamento se deve à fraturação progressiva.

Por seu turno PLUMLEY (1948) mostrou que as areias do rio Battle, em Dakota do sul, apresentavam um aumento de 71% no grau de arredondamento em apenas uma distância de 65 km (PETTIJOHN, 1957, p. 549).

A verificação de tais dados contraditórios dificulta nossa interpretação.

PETTIJOHN (1957, p.550) considera que tôdas as classes granulométricas sofrem uma diminuição no arredondamento médio, apresentando a possibilidade de excessão no caso das classes mais finas e destaca (p.554) que a areia angulosa ou pouco arredondada não indica, necessariamente, um transporte curto ou curta história abrasiva.

Sob o aspecto genético, índices iguais a êsses tem sido registrados, com regular frequência, para sedimentos de origem fluvial (KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p.113) sendo que os de origem eólica em especial, apresentam índices sempre bem superiores.



FREITAS (1955, p.94) encontrou para as amostras de superfície da Formação Bauru limites amplos de variação para o índice de arredondamento sendo, porém, os índices mais frequentes 0,40 e 0,50. Interpretou para êles uma origem fluvial, com transporte rápido e abrasão regular, excluindo a ação eólica no seu transporte.

Dos fatos apresentados, acreditamos que o grau de arredondamento não pode e nem deve ser considerado um índice seguro da interpretação genética do sedimento porém, constitui, por certo, um dado a mais a ser considerado na sua interpretação/geral.

Da mesma forma, é discutível o valor das feições superficiais na interpretação da história sedimentar, principalmente porque com facilidade desaparecem com a abrasão.

Estudos de WENTWORTH (1922) revelaram que estrias glaciais podem desaparecer da superfície da partícula depois de apenas 500m de transporte (PETTIJOHN, 1957, p.68).

Dessa forma, as feições superficiais do sedimento não devem ser utilizadas na reconstrução da sua história, ou quando muito, como acentua PETTIJOHN (1957, p.68), registrariam / apenas a última fase do transporte a não ser que todas as partículas possuíssem a mesma textura.

Tem-se atribuído à ação eólica a presença de cicatrizes porém, a ação prolongada de agentes químicos naturais, como por exemplo o carbonato sobre o quartzo, tem sido interpretada como a causa de frequentes marcas superficiais. Por outro lado, fluxos de relativa alta velocidade, ainda que não fossem eólicos, poderiam ser os responsáveis pelo aparecimento de cicatrizes de percussão.

FREITAS (1955, p. 105) refere-se à presença de grãos fôscos, rugosos, com cavidades e outras vêzes, revestidos - por uma película de óxidos ou hidróxidos e acredita que a aspereza da superfície dos grãos na Formação Bauru se deve à ação fluvial.

Se as feições texturais registram os acontecimentos da última fase do ciclo sedimentar e, como acentua FREITAS, se a ação química corrosiva muito frequente no sedimento exige, necessariamente, a presença de um ambiente aquoso, acreditamos como aquêlê Autor que a textura superficial pode ser considerada como/ resultante de agentes fluviais.

Quanto à composição mineralógica, no que se refere à fração leve, observações feitas por diversos autores (PETTIJOHN, 1957, pp.116-121) mostraram que a fonte de quase todo o quartzo detrítico são as rochas plutônicas quartzíferas. MACKIE - (1896), GILLIGAN (1920) e TYLER (1936) e mais tarde KELLER e LITTLEFIELD (1950), chegaram à conclusão de que as inclusões aciculares são características do quartzo de rochas graníticas, porém, - pode proceder também de sedimentos arenosos anteriores (PETTIJOHN, 1957, p. 119).

ALMEIDA e BARBOSA (1953, p. 76) apontam para a Formação Bauru da Serra de Itaqueri que os grãos de quartzo, por/suas inclusões, parecem provir em grande número de rochas eruptivas ácidas.

De acôrdo com nossos estudos, acreditamos que/ os cristais de quartzo que constituem praticamente tôda a rocha, - procederam essencialmente das rochas ácidas plutônicas e metamórficas da área cristalina.

A mica tem sido notada como um componente fre

quente de arenitos do tipo grauvasca e arcózio e segundo LAHEE (1958, p.132) êsse mineral constitui um indicador principalmente/ de sedimentação continental. Sua origem está ligada também geralmente a rochas ácidas, ígneas ou metamórficas (MILNER, 1962, p.149).

Quanto à fração pesada FLORENCE (1905, p.15) - refere-se ao resíduo insolúvel de arenito da Formação Bauru e nele identifica minerais de quartzo, piroxênio, granada, magnetita, ilmenita e traços de rutilo e turmalina, sugerindo que as lavas / basálticas teriam sido suas principais rochas geradoras e que as metamórficas do complexo cristalino teriam pequena contribuição.

ALMEIDA e BARBOSA (1953, p.76) referem-se à - presença, na fração pesada, de magnetita, zirconita, rutilo, turmalina, cianita, titanita, granada e anatásio (autígeno).

FREITAS (1955, p.81) cita entre os minerais pesados mais frequentes de amostras de superfície da Formação Bauru, a turmalina, granada, pigeonita, biotita e estauroлита, em ordem / decrescente, apontando que tal associação defende sua origem em - rochas do Embasamento Cristalino e secundariamente em rochas basálticas. Porém, conclui que os sedimentos da Formação Bauru, em conjunto, teriam sua origem preponderante em rochas basálticas e, subsidiariamente, em rochas metamórficas e ígneas ácidas do Embasamento.

Em nossos estudos de amostras de superfície, a frequência dos minerais e suas associações denunciam preponderância da contribuição do Embasamento, o que estaria também de acordo com os dados de Freitas (p.88) quando se refere que a contribuição do Embasamento se torna mais evidente e cresce para o topo da formação, enquanto que a contribuição basáltica é mais efetiva nas partes mais profundas.

Por outro lado, a associação mineral nos permite identificar as condições climáticas que envolveram tanto a



produção do sedimento quanto a sua deposição. Isso é realmente um fato pois, na composição mineralógica intervém, acentuadamente, o seu grau de estabilidade.

Como indica SINDOWSKI (in PETTIJOHN, 1957, p. - 504) as diferenças no conteúdo dos minerais pesados podem ser devidas tanto a diferenças de procedência como a uma perda seletiva de algumas espécies, depois de sua deposição.

O fato de encontrarmos em nossos sedimentos - minerais em todos os graus de estabilidade, muito estáveis e instáveis, isso nos sugere que as condições climáticas prevalecentes na área de origem do sedimento, ou as condições de seu relêvo, foram tais que determinaram a sua remoção, em parte totalmente alterados e, em parte, inalterados ou alterados apenas parcialmente.

Por outro lado, as condições no ambiente de deposição foram capazes de propiciar, em certos casos, também - a preservação de minerais instáveis e moderadamente estáveis, de tal sorte que os sedimentos resultantes se apresentam, - do ponto de vista mineralógico, predominantemente em fases maturas e submaturas e, raramente, imaturas.

A maturidade de um sedimento pode ser expressa de modo preciso pelo seu conteúdo mineral e registra a duração e a intensidade dos processos que atuaram na sua produção e deposição.

Se a ação fôr rápida e/ou pouco intensa, o produto sedimentar será imaturo; por outro lado, se a ação fôr lenta mas profunda, o produto será maturo.

PETTIJOHN (1957, p.510) assinala que a rapidez da erosão é função do relêvo e que regiões acidentadas favorecem/ à velocidade da destruição e erosão, de forma que os materiais - são removidos apenas parcialmente intemperizados, sendo o inverso,



verdadeiro. Refere-se ainda aos complexos efeitos do clima, apontando que quanto mais alta a temperatura e maior a quantidade de umidade, tanto maior a intensidade de reações químicas.

Dessa forma resulta que em climas tropicais, - quentes e úmidos, o intemperismo químico é muito profundo, levando à mais rápida e completa decomposição das rochas geradoras, de modo que seus minerais perdem, aí mesmo, sua identidade, sendo maturos os produtos sedimentares; a não ser que a velocidade de erosão seja suficientemente grande para removê-los ainda imaturos e que sejam depositados à pequena distância da fonte produtora.

Dos princípios expressos para a interpretação da maturidade, o sedimento apresentando minerais nos mais varia - dos graus de estabilidade, indicaria a presença de relêvo já maduro na área de origem, sob ação de intenso intemperismo químico e, em certas condições, a deposição seria realizada relativamente - próxima da fonte com a preservação de minerais ainda inalterados.

Por outro lado, a quase ausência de minerais/ como os feldspatos, que foram abundantes nas rochas geradoras e a presença de grande quantidade de outros como os de argila, que resultam de pronunciada ação química, revelam que o clima nessa á-rea deve ter sido úmido e quente, do tipo tropical.

Quanto à presença de cimento calcário, FREI - TAS (1955, p.78) interpretou-a como sendo devida a um contrô - le climático durante a deposição do sedimento; na estação das sêcas/ a quietude das lagoas e planos de inundação submetidos à evapora-ção permitiria a sedimentação química.

Sendo legítima a premissa de que as condições climáticas atuantes na fonte do sedimento provocariam forte intemperismo químico das rochas na área de produção, as águas daí pro-



venientes poderiam conter sais em solução (entre eles os bicarbonatos) que, sob controle climático no sítio da deposição, deveriam/se precipitar durante as estações mais secas.

No que diz respeito à cor dos sedimentos, TWENHOFEL (1950, p.634) assinala que as cores do amarelo ao vermelho - são devidas, principalmente, à presença de óxidos de ferro na forma bi ou trivalente, sendo que a cor vermelha é devida à hematita e, a amarela, à limonita.

As cores vermelhas primárias indicam, para a área produtora, clima quente dotado de relativa umidade e, para a área de deposição, clima quente com alternância de estações secas e chuvosas (TWENHOFEL, 1950, p.638).

Segundo ainda esse Autor, a deposição deveria/realizar-se em planícies de enchentes e em deltas; a variação de cor, de camada a camada, seria própria de depósitos acumulados /- em ambientes fluviais de planícies de enchentes e deltaicos, no caso do cenário continental.

WELLER (1960, p.133) assinala que as camadas /- vermelhas mais típicas, representadas pela presença, interdigitação e alternância de argilitos vermelhos e arenitos mais pálidos, com a completa ou quase completa ausência de matéria orgânica, indicam ambiente altamente oxidante, sem hidratação. E aponta que a cor vermelha deve ser explicada pela coloração intrínseca dos minerais das rochas geradoras ou pela herança de solos vermelhos - (residuais) formados em climas quentes e úmidos, temperados a tropicais; ou que ela resultaria da presença de condições oxidantes/na área de deposição ou da oxidação dos compostos ferrosos após /exposição das rochas.



FREITAS (1955, p.107-110) discutiu as "Camadas Vermelhas" na Formação Bauru no Estado de São Paulo e as considera como primárias, concluindo que a sua coloração foi herdada de solos vermelhos residuais, oriundos da decomposição de rochas graníticas ou de basaltos; o ambiente em que se depositaram seria oxidante em vista da ausência de matéria orgânica e a falta de redução de hidróxido de ferro vermelho.

Nossos estudos revelam que muitas das variações de coloração avermelhada se devem à ação do intemperismo químico de forma que o sedimento exposto, em contacto com a atmosfera, sofre, com maior ou menor intensidade, a oxidação dos compostos ferrosos presentes.

Porém, é forçoso admitir que em muitos casos, a coloração concentrada dos sedimentos, em especial dos clásticos muito finos, não se deve à atual alteração química, mas se prende à pigmentação primária dos sedimentos, quer na sua área de produção quer durante a sua deposição.

De outro lado, a cor dos sedimentos mais grosseiros parecem ter sido, pelo menos em parte, influenciados com maior ou menor intensidade, durante sua deposição de acordo com o selecionamento de seus grãos e de acordo com a precipitação ou não do cimento calcário, em meio e condições climáticas favoráveis.

De qualquer forma, embora difícil de precisar/ a interpretação das causas da coloração vermelha primária dos sedimentos, concordamos com FREITAS (1955) em que essa cor nos sedimentos do Bauru tenha sido consequência pelo menos de duas causas seguintes:

- a - herança de solos vermelhos residuais, provenientes/ da decomposição das rochas matrizes do Complexo -

Cristalino e do substrato basáltico;

b - deposição em áreas de intensa oxidação.

Infelizmente, ainda não foi assinalada a presença de solo laterítico fóssil, sob a base da Formação Bauru, para plena comprovação dêsse ponto de vista.

12.2 - Estruturas sedimentares

As estruturas maciças, em geral pouco espessas, ocorrentes com maior ou menor frequência nas rochas desta formação em associação lateral e vertical com feições texturais e estruturais diferentes sugerem, no ambiente geral de deposição desses sedimentos, a existência de corpos de águas relativamente calmas e de relativa curta duração, ligados interdigitadamente a zonas de águas mais rasas e turbulentas.

Em tais corpos aquosos podemos admitir a persistência das condições químicas e físicas ambientais por determinado e curto tempo, onde a deposição das partículas pode realizar-se tranquilamente sem que tenha havido a intervenção de forças de corrente ou outras mudanças.

Por outro lado, várias tentativas foram feitas para agrupar os diferentes tipos de laminação cruzada em classes, genética ou geomêtricamente diferentes, de tal forma que pudessem indicar o agente responsável pela sua formação.

PETTIJOHN (1957, p.166) põe em dúvida a possibilidade de uma classificação dessa natureza e acredita que apenas os valores da escala e da variabilidade dessas estruturas tenham/

real significado na sua interpretação genética.

Segundo o referido Autor (1957, p. 167) a escala é função da velocidade do fluxo e sua variabilidade depende da estabilidade do sistema de correntes.

Nossos estudos mostraram que a estrutura cruzada é exibida por arenitos de textura, em geral, fina e que a escala apresentada pelas camadas entrecruzadas é, em geral, pequena, - nunca superior a 1,50m. Tais fatos indicam na origem dessas estruturas a presença de agentes de relativa baixa competência, atuando no mesmo sentido durante períodos relativamente curtos.

Por outro lado, os valores angulares já apontados que encontramos para a inclinação geral das lâminas são relativamente baixos e, apesar das variações locais do seu rumo de - mergulho, observa-se um sentido geral para oeste, preferencialmente, para sudoeste.

TWENHOFEL (1950, p.557) aponta certas diferenças na forma das unidades cruzadas de acôrdo com sua origem. Assinala que os planos de truncamento das unidades cruzadas originadas por agentes aquosos, em geral são aproximadamente paralelos, - enquanto que nas estruturas eólicas os planos de truncamento não correspondem aos planos de deposição; dessa forma as unidades eólicas desenvolvem em geral, aspecto lenticular ou semilenticular. Não obstante reconhece que, sob certas circunstâncias, as unida-des de origem aquosa possam exibir tal aspecto.

No caso de nossas exposições, a maior parte - das unidades entrecruzadas apresenta uma laminação cruzada do tipo tabular, de forma que os planos de truncamento, em geral, se dispoem em paralelo, provávelmente correspondentes aos planos ori



ginais de deposição.

São registradas também com certa frequência unidades cruzadas que exibem o aspecto lenticular ou festonada.

DUMBAR e RODGERS (1958, p.136) referem-se à produção de estruturas cruzadas por correntes de água apontando / que a laminação cruzada do tipo tabular é produzida por correntes permanentes como nos deltas, sendo que aquela produzida por correntes que se deslocam, como nos rios meandros, apresenta mais o aspecto lenticular.

Tais feições apresentadas pelas unidades inter cruzadas, tabulares ou festonadas, coadunam-se, pois, com uma origem aquosa e, provavelmente se originaram em deltas lacustres e em zonas de vales fluviais, sujeitos a inundações e a mudanças das correntes.

No que se refere ao ângulo de inclinação da laminação cruzada, embora seu estudo não seja tão importante quanto ao da direção, êle deve ser considerado como um dado a mais na sua interpretação. Os valores desse ângulo nesta região resultam de medidas efetuadas em poucas exposições e são, predominantemente, da ordem de 90-150. Esses valores podem ser considerados relativamente baixos, ajustando-se à origem aquosa dos sedimentos. Talvez um maior número de medidas possa alterar, no futuro, o quadro apresentado.

Porém, embora o conhecimento do rumo e do ângulo de inclinação das estruturas cruzadas nesta região seja ainda incipiente já permite especular sobre as paleocorrentes responsáveis pela deposição da Formação Bauru nesta região do Estado de São Paulo (Fig. 3).



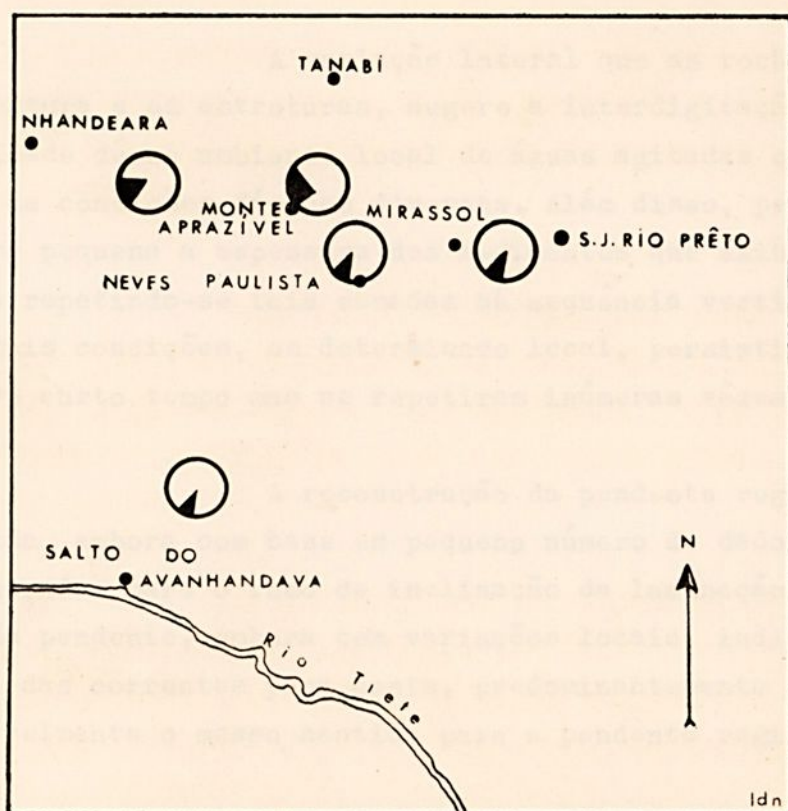


Fig. 3 — Paleocorrentes na Formação Bauru na Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo (Esquema Preliminar baseado em estudos de laminação cruzada).

Do ponto de vista paleoecológico, os estudos/ realizados revelam que as estruturas cruzadas que ocorrem nêsses/ sedimentos indicam ambientes em que prevaleceram condições de águas correntes e agitadas, embora de pequena competência, de modo que as partículas nêsses locais foram arrastadas, retrabalhadas e depositadas em superfícies originalmente inclinadas.

A variação lateral que as rochas apresentam, - em textura e em estruturas, sugere a interdigitação e a contemporaneidade dêsse ambiente local de águas agitadas com ambientes locais de condições físicas diversas. Além disso, pelo fato de ser/ sempre pequena a espessura dos sedimentos que exibem tais estruturas e repetindo-se tais camadas na sequência vertical, admitimos/ que tais condições, em determinado local, persistiram durante relativo curto tempo mas se repetiram inúmeras vezes.

A reconstrução da pendente regional pode ser/ tentada, embora com base em pequeno número de dados. Os valores / encontrados para o rumo de inclinação da laminação, portanto também da pendente, embora com variações locais, indicam um sentido/ geral das correntes para oeste, predominantemente para sudoeste, - provavelmente o mesmo sentido para a pendente regional.

No que se refere às marcas ondulares, até o presente não se esclareceu de modo definitivo o significado dessas estruturas. Sabemos, contudo, que as marcas assimétricas de pequena expressão morfológica e com baixos índices de onda, como as do nosso caso, são produzidas por correntes em águas rasas.

12.3 - Significação dos fósseis

Entre os vertebrados, os répteis caracterizam/



uma fauna essencialmente continental ligada a ambientes terrestres e aquáticos ou semi-aquáticos, marginais e pantanosos.

Por outro lado, a maioria tem sua distribuição restrita às zonas de climas tropicais a subtropicais (ROMER, 1959, p. 146).

Dessa forma, não podemos ter dúvida de que no caso da Formação Bauru, as formas reptilianas descritas indicam - um ambiente continental para a sua deposição sob condições de clima tropical a subtropical, ligada a zonas fluviais, lacustres/ e paludais.

Como se sabe, a presença nessa fauna de um ti-tanossaurídeo correlacionado aos saurópodes semelhantes do Senonia no da Patagônia, levou à datação da formação como neocretácea, provavelmente, senoniana.

Contudo, o conhecimento incipiente da faúna/ reptiliana do Bauru não permite especulação bem fundamentada sobre sua evolução.

Parece-nos entretanto que ela é relativamente/ pobre e não se demonstrou qualquer diversificação vertical, carecendo, pois, de endosso paleontológico a suposição de que a deposição dessa unidade estratigráfica tenha durado todo o decorrer - do neocretáceo.

12.4 - Comportamento espacial da litologia

WELLER (1960, p.481) refere-se a variações litológicas apresentadas por depósitos fluviais e assinala que êsses/



depósitos refletem, principalmente, as condições de deposição nos canais fluviais e nas planícies de inundação, sendo marcados por/ pronunciada irregularidade. Apresentam como característica a va - riação de clásticos mais grosseiros em áreas de maior competência do veículo - nas zonas de canais - até clásticos muito finos -nas zonas de águas relativamente paradas, na planície de enchente.

Em vista disto, estamos convencidos como FREI- TAS (1955, p. 144) que as rochas presentes na Formação Bauru docu- mentam litótopos do ambiente fluvial, tais como zonas de canais e planícies de inundação.

Por outro lado, a heterogeneidade litológica - observada na sequência vertical da Formação Bauru revela a exis - tência de variações nas condições de produção, de transporte e/ou de deposição do sedimento (WELLER, 1960, p.364).

Porém a repetição de ciclos sedimentares obser- vada tanto no caráter litológico como no caráter estrutural, mes- mo não revelando uma ordem definida ou uma regularidade na depo- sição, parece indicar a recorrência dos processos e das condições que presidiram a sedimentação, de certa forma rítmica e ainda de - nunciam que, em conjunto, atuaram as mesmas condições, ou pelo - menos muito próximas, desde a base até o topo da formação.

A presença de seixos de argilito em conglomerados ou em arenitos conglomeráticos, em diferentes níveis da se - quência vertical, embora de pequena extensão lateral e sempre pe- quena espessura, denunciam pequenas e numerosas interrupções da sedimentação.

DUNBAR e RODGERS (1963, p. 87) referem-se a inclusões e discos de argila como um excelente critério de identi



ficação de um depósito fluvial e apontam que sua origem e deposição estão ligadas a ambientes de planícies de enchente cortadas - pelos rios meandantes.

No caso de nossos estudos, tendo em vista:

- a natureza e a forma dessas partículas argilosas;
- sua cor geralmente em tonalidade vermelha mesmo em matriz - de cor clara, em superfície ou em profundidade;
- a pequena extensão lateral unitária das camadas conglomeráticas e sua presença em diferentes níveis estratigráficos;
- a comum associação, lateral e vertical, dessas camadas com camadas arenosas com textura e estrutura diferentes e com - leitos de argila;
- sua ocorrência em associação com camadas vermelhas,

podemos admitir que sua origem e deposição se realizaram em ambiente de planícies de enchente sob condições de clima com fases úmidas alternadas com fases secas.

De tal forma que os leitos de argila depositados durante a inundação da planície nos períodos de chuvas mais - ou menos intensas, com a estação das secas, a retirada das águas/ deixou aqueles depósitos expostos à evaporação , que se endureceram e litificaram. Na próxima inundação as correntes de enchente/ ou os novos cursos, foram capazes de erodir esses depósitos e - transportar os fragmentos a maior ou menor distância, depositando-os em associação lateral com as outras camadas sedimentares.

Os fatos mostram que tais capítulos sedimentares se repetiram, muitas vezes, durante a deposição da Formação - Bauru.



De outro lado, nenhuma feição litológica ou estrutural marcadamente diferente das descritas foi encontrada em toda a extensão do perfil de forma que a variação vertical, embora heterogênea, mantém-se a mesma desde o substrato basáltico, sobrepondo-se a êle em disconformidade.

Dessa forma, a variação da sequência litológica no sentido lateral e vertical e a interdigitação das camadas / de textura e estruturas diferentes; a presença de inúmeros horizontes de conglomerados de seixos de argilito; a repetição cíclica das associações e a pequena espessura individual das categorias litológicas, indicam a existência de ambiente continental do tipo das planícies de inundação, sob condições de clima com estações alternadas de chuvas e secas, provavelmente do tropical a subtropical quente.

Sob essas condições, os vales dos rios, sujeitos a recuos e inundações periódicas, permitiriam o avanço das águas sobre as planícies e o desenvolvimento de correntes de relativa mais alta competência durante as inundações. Durante o recuo restariam na planície corpos de águas estagnadas de curta duração, temporários - lagoas. Nesse ambiente geral e nessas condições particulares, teriam sido depositados ao mesmo tempo e de maneira interdigital, as várias camadas sedimentares, diferentes em textura e estruturas, que ocorrem na porção norte-ocidental do Estado de São Paulo.

12.5 - Tectônica sedimentar

Já se acha bem reconhecido o fato de que a atividade tectônica exerce maior ou menor influência na sedimentação



e que a natureza e a extensão dos sedimentos, bem como suas relações litológicas e estruturais, permitem inferir os principais acontecimentos da história tectônica das áreas produtoras e acumuladoras dos sedimentos.

A Formação Bauru considerada em toda a sua extensão atual, apesar da longa erosão pós-cretácea, delimita ainda uma vasta área restrita à metade setentrional da Bacia do Paraná.

É possível que tal área corresponda aproximadamente ao sítio da sedimentação continental neocretácea.

Talvez caiba a consideração de uma Bacia Bauru, até mesmo pelas suas características estruturais "sui-generis", impostas pelo substrato trapiano que grandemente a assoalha. (Fig. 4)

Em certos pontos da orla da bacia, entretanto, a Formação Bauru assenta diretamente sobre o Embasamento Cristalino.

FREITAS (1955, pp.122-132; 176-177) tratou exhaustivamente do problema da tectônica sedimentar da Formação Bauru. Segundo esse Autor a sedimentação processou-se em bacia do tipo intracratônico sob controle tectônico epirogenético. No seu ver, o grau do tectonismo foi de rápido a moderado. Não teria havido grande suprimento de material porque, concomitantemente à subsidência rápida a moderada da bacia, elevar-se-ia a área positiva circundante rapidamente formando planaltos onde, entretanto, os processos de peneplanização seriam lentos, fornecendo pouco material. Assim, o intemperismo químico sobrepujaria também a erosão. Na área de recepção, os sedimentos imaturos indicariam abaxamento e os submaturos, estacionamento tectônico.

Em vista da espessura relativamente grande que



ainda resta da sedimentação neocretácea, conclui aquêlê Autor - que o assoreamento demandaria tempo longo. A velocidade da subsidência, na sua opinião, teria excedido a velocidade de acumulação, fato corroborado pela imaturidade textural, falta de energia do ambiente de deposição, excesso de sedimentação química sôbre a clástica. A tectofácies dêsse ambiente tectônico constituir-se-ia dos arenitos tipo subgrauvaca, siltitos e argilitos com cimento calcário.

Não há dúvida que a tectofácies da região estudada enquadra-se bem no quadro da sedimentação continental de uma grande bacia intracratônica.

De fato, a natureza predominantemente clástica das rochas da formação; sua associação litológica composta de arenitos feldspáticos, do tipo subgrauvaca e subarcózio, de siltitos e argilitos, todos ricamente micáceos; a presença de cimento calcário, raras vêzes se concentrando em pequenos depósitos; a presença de estrutura laminada, cruzada, lenticular e maciça; a presença de côres que variam do branco-cinza ao amarelo-vermelho; a presença de restos de vertebrados terrestres e/ou semi-aquáticos/ e moluscos de água doce; e mais ainda sua relativa grande espessura original; indicam o tectótopo de uma bacia intracratônica, de ambiente continental restrito ou de natureza isolada, fluvial e/ou lacustre de planos aluviais, lagoas e pântanos (KRUMBEIN e SLOSS, 1963, p. 510; PETTIJOHN, 1957, p.635).

Enquanto que FREITAS atribui subsidência contínua à bacia, mais acelerada que o fornecimento, para nós, a índole transgressiva do Bauru nas bordas da bacia onde, em certos pontos, assenta diretamente sôbre o Embasamento Cristalino; conjugada com a ocorrência na área de estudo de sedimentos maduros e submaduros e ainda alguns imaturos e a grande repetição na sequência de conglomerados de seixos de argilito e de diastemas, indicariam



antes subsidência predominantemente de tipo moderado a lento. Por outro lado, os aludidos conglomerados e os diastemas presentes in dicam quebra na continuidade do documentário e subsidência moderada a lenta, talvez com intervalos estacionários.

13 - CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Os dados analisados e discutidos bem como as/ interpretações feitas nos capítulos anteriores nos permitem concluir, de modo geral, sobre as circunstâncias paleoecológicas, paleoclimáticas, paleobiológicas e paleotectônicas presentes e predominantes nos fins da Era Mesozóica nesta região do Estado de São Paulo. Por outro lado, permitem-nos também refletir a respeito das condições que envolveram e influenciaram, de uma ou de outra forma, a imensa sedimentação neocretácea que ocorreu no interior do continente, no sul do Brasil.

E a partir dessas condições cretácicas é-nos/ possível ainda refletir a respeito dos caminhos gerais seguidos/ pela paleogeografia e paleotectônica dessa região, na sua evolução física até os nossos dias.

Podemos assim alinhar abaixo as conclusões - que nos pareceram de maior significação na interpretação da Formação Bauru na Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo.



- 1 - É constituída por litologia exclusivamente clástica, representada predominantemente por arenitos e, subordinadamente, por conglomerados de seixos de argilito, siltito e argilitos.
- 2 - Os arenitos são feldspáticos, predominantemente sub-arcózios; apresentam granulação fina a muito fina; são/moderadamente arredondados; esféricos a bem esféricos;- bem selecionados; submaturos a maduros, predominantemente e exibem tonalidades do cinza-claro ao amarelo-vermelho.
- 3 - a sua espessura atual excede a 170 metros.
- 4 - ela exhibe entre as estruturas sedimentares singenéticas:
 - a maciça, a laminação (a horizontal, a inclinada, a - cruzada e a cruzada por marcas ondulares migrantes), a laminação convoluta e marcas ondulares. Entre as es-truturas epigenéticas, ocorrem diastemas e canais de recheio.
- 5 - em toda sua seção vertical não se verifica a presença / de outra variedade litológica que as típicas da formação, que repousa em discordância sobre o basalto.
- 6 - a fonte principal dos sedimentos foi constituída pelas/rochas do Complexo Cristalino da borda da bacia, mas - também pelos basaltos.
Nenhum indício litológico revelou, para os arenitos, a contribuição de sedimentos preexistentes.
- 7 - a produção do sedimento parece ter-se realizado sob a ação de intemperismo químico mais ou menos pronunciado/ e sob condições de clima tropical a subtropical.
- 8 - a produção do sedimento parece ter-se dado em geral com

velocidade moderada a lenta.

- 9 - o transporte das partículas parece ter sido executado / em geral por veículos aquosos de baixa a moderada competência, de forma que a granulação dos sedimentos é ess - sencialmente fina, sendo que sua seleção textural só - foi alcançada no sítio da deposição.
- 10 - as correntes fluviais responsáveis pela sedimentação di rigiram-se para oeste, predominantemente para sudoeste.
- 11 - a deposição se realizou, aparentemente sob condições de clima tropical a subtropical, quente, com estações úmi - das alternadas com estações secas.
- 12 - o documentário paleontológico, embora relativamente es - casso, pela sua natureza variada sugere uma fauna rica; a sua escassês reflete condições adversas para a fossi - lização (ambiente de oxidação).
A maior parte dos representantes habitava lagoas ou - rios e não suportaria climas permanentemente rigorosos.
- 13 - a deposição dos sedimentos se realizou na ampla bacia - continental Bauru, de índole intracratônica, suave a mo deradamente negativa, possivelmente com períodos esta - cionários.
- 14 - a deposição ocorreu em ambientes comuns às outras par - tes da formação, isto é, águas fluviais geralmente ra - sas e de reduzida competência, em zonas de canais, de / planícies de enchente e de lagoas, sujeitas a intensa - oxidação.
- 15 - no caso das fases imaturas, o transporte deve ter sido / mais curto e a acumulação dos sedimentos parece ter-se /

dado sob condições de maior rapidez, talvez nos canais ou em zonas de deltas fluviais.

16 - a presença de grande número de diastemas e de conglomerados de seixos de argilito sugere subsidência lenta a moderada da bacia e frequentes interrupções na sedimentação.

17 - não ocorre na região a fácies Itaqueri ou a fácies Ponte Alta, presentes em outras áreas da formação.

B I B L I O G R A F I A

ALMEIDA, F.F.M. de e BARBOSA, O. (1953) - Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo - D.N. P.M., D.G.M., Bol. 143, R.J.

ALMEIDA, F.F.M. de (1964) - Fundamentos Geológicos do Relêvo Paulista - Geologia do Estado de São Paulo, Inst. Geog. e Geol., Bol. 41, pp.167-263, S.P.

ARID, F.M. et AL. (1962) - A Ocorrência de um Jazigo Fossilífero/nos Arredores de São José do Rio Preto - Ci. e Cult., - vol. 14, nº 3, p.172, S.P.

ARID, F.M. e VIZOTTO, L.D. (1963) - Sobre Vertebrados Fósseis no Município de Ibirá, S.P. - Ci. e Cult., vol. 15, nº 3, p. 181, S.P.

ARID, F.M. e VIZOTTO, L.D. (1965) - Crocodilídeos Fósseis no Município de Santa Adélia, S.P. - Ci. e Cult., vol. 17, nº 2, p. 138, S.P.

(1966) - Um Quelônio Fóssil de São José do Rio Preto - / Ci. e Cult., vol. 18, nº 4, pp. 422-428, S.P.

BELOUSSOV, V.V. (1962) - Basic Problems in Geotectonics - McGraw - Hill, 816 pp., N.Y.

BERGONIOUX, F.M. (1955) - Testudinata: Traité de Paléontologie de J. Piveteau, tomo V, pp. 487-544 - Masson et Cie. Ed., Paris.

CAMPOS, L.F.G. de (1905) - Reconhecimento da Zona Compreendida Entre Bauru e Itapura (E.F. Noroeste do Brasil) - Tip. Ideal, 40 pp., S.P.

COLBERT, E.H. (1958) - Evolution of the Vertebrates: Reptiles - John Wiley & Sons, Inc., pp. 106-226, N.Y.

COMISSÃO AMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA (1963) - Código de Nomenclatura Estratigráfica (tradução de J.C. Mendes) - Inst. Geol. Univ. Recife, sér. didática nº 1, 58/ pp.; Imp. Universitária, Recife.

DUNBAR, C.O. e RODGERS, J. (1963) - Princípios de Estratigrafia/ Comp. Ed. Continental S.A., 2ª ed., 422 pp., México.

DURANTE, A.; PANNUTI, L.E. e MEZZALIRA, S. (1965) - Estudos e Captações de Água Subterrânea no Estado de São Paulo, - feitos pelo Instituto Geográfico e Geológico - Inst. - Geog. e Geol., Bol. 44, S.P.

- FLORENCE, G. (1905) - Notas Geológicas sobre o Rio Tietê (Exploração do Rio Tietê) - Com. Geog. Geol., pp.9-16, S.P.
- FOLK, R.L. (1951) - Stages of Textural Maturity in Sedimentary Rocks - Jour. Sed. Pet., vol. 21, nº 3, pp.127-130
- FRANGIPANI, A. (1961/62) - Mapa da Superfície Superior do Basalto Subjacente aos Arenitos Cretáceos no Estado de São Paulo - O I.G.G., vol. XV, nº único, pp.67-72, S.P.
- FREITAS, R.O. de (1955) - Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru (Estado de São Paulo) - Fac. Fil. Ci. e Letr., Univ. S. Paulo, Bol. 194, Geol. 14, S.P.
- (1964) - Grupo Bauru: Geologia do Estado de São Paulo - Inst. Geog. e Geol., Bol. 41, pp. 126-147, S.P.
- HUENE, F. von (1929) - Los Saurisquios y Ornitisquios del Cretáceo Argentino - An. Mus. La Plata, ser. II, tomo III, - 196 pp., Buenos Ayres.
- (1931) - Verschiedene Mesozoische Wierbeltierreste aus Sudamerika - Ne. Jb. f. Min. Geol. und Pal., vol.66, Abt B, pp.181-198
- IHERING, R. von (1911) - Fósseis de São José do Rio Preto - Rev. Mus. Paul., vol. 8, pp. 141-146, S.P.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (1954) - Fôlha topográfica de São José do Rio Preto, Esc.1:250.000, S.P.
- (1963) - Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Brasil) Esc. 1:1 000 000, S.P.

- KALIN, J. (1955) - Crocodilia: Traité de Paléontologie de J. Piveteau, tomo V, pp. 695-784 - Masson et Cie. Ed., Paris.
- KRUMBEIN, W.C. e PETTIJOHN, F.J. (1938) - Manual of Sedimentary Petrography - Appleton Century Crofts, Inc., 549 pp., N.Y.
- KRUMBEIN, W.C. e SLOSS, L.L. (1963) - Stratigraphy and Sedimentation, 2a ed., 660 pp. - W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- LAHEE, F.H. (1958) - Geologia Práctica - Ed. Omega, 874 pp., Barcelona.
- LAPPARENT, A.F. e LAVOCAT, R. (1955) - Dinosauriens: Traité de Paléontologie de J. Piveteau, Tomo V, pp. 785-962 - Masson et Cie. Ed., Paris.
- LEINZ, V. (1949) - Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos no Sul do Brasil - Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, Bol. 123, Geol. 5, 61 pp., S.P.
- LISBOA, A.M. (1909) - Oeste de São Paulo e Sul de Mato Grosso - (Estrada de Ferro Noroeste) - Rel. Com. E. Schnoor, 169 pp., Tip. "Jornal do Comércio", R.J.
- MAGNANINI, R.L.C. (1955) - Observações sobre o Clima da Bacia Paraná-Uruguaí: Condições Geográficas e Aspectos Geoconômicos da Bacia Paraná-Uruguaí - Com. Int. Bacia Paraná-Uruguaí, vol. I, pp. 103-110, S.P.
- MCKEE, E.D. (1938) - Original Structures in Colorado River Flood/Deposits of Grand Canyon - Jour. Sed. Pet., vol. 8, nº 3, pp. 77-83

- MCKEE, E.D. (1954) - Stratigraphy and History of the Moenkopi Formation of Triassic Age - Geol. Soc. Am. Bull., Mem.61, - 133 pp.
- MCKEE, E.D. and WEIR, G.W. (1953) - Terminology for Stratification and Cross- Stratification in Sedimentary Rocks - Geol. - Soc. Am. Bull., vol 64, pp. 381-390
- MEZZALIRA, S. (1966) - Os Fósseis do Estado de São Paulo - Inst.- Geog. e Geol., Bol. 45, S.P.
- MILNER, H.B. (1962) - Sedimentary Petrography: Methods in Sedimentary Petrography, vol. I, 643 pp.-George Allen & Unwin - Ltd., London.
- NOVAES, W.M. (1949/50) - Notas sobre a Geologia e Geomorfologia / da Região entre São Carlos, Novo Horizonte e Garça, Estado de São Paulo, Fac.Fil.Ci.Letr.Univ. Cat. S.Paulo, An., pp. 200-205, S.P.
- OLIVEIRA, A.I. e LEONARDOS, O.H. (1943) - Geologia do Brasil - Min. Agric. Serv. Inf. Agrícola, sér. didática nº 2, 2ª ed., - 813 pp., R.J.
- PACHECO, J. (1913) - Notas sobre a Geologia do Vale do Rio Grande a Partir da Foz do Rio Pardo até sua Confluência com o Rio Paranaíba (Exploração do Rio Grande e seus Afluentes) Com. Geog. Geol. Est. de São Paulo, pp.33-38, S.P.
- PETTIJOHN, F.J. (1957) - Sedimentary Rocks - Harper & Brothers, - 2ª ed., 718 pp., N.Y.
- PETTIJOHN, F.J. e POTTER, P.E. (1964) - Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures - Springer -Verlag, 370 pp, - Berlim.

- POTTER, P.E. e PETTIJOHN, F.J. (1963) - Paleocurrents and Basin A nalysis - Springer - Verlag, 296 pp., Berlim.
- PRICE, L.I. - (1945) - A new Reptil from the Cretaceous of Brazil
D.G.M. Notas Prels. Ests., nº 25, R.J.
- (1950a) - On a new Crocodilian Sphagesaurus from the Cre taceous of the State of São Paulo, Brazil - An. Ac. Bras. Ciências, tomo XXII, nº 1, pp.77-83, R.J.
- (1950b) - Os Crocodilídeos da Fauna da Formação Bauru do Cretáceo Terrestre do Brasil Meridional - An. Ac. Bras. Ciências, Tomo XXII, nº 4, pp.473-490, R.J.
- (1953) - Os Quelônios da Formação Bauru, Cretáceo Terres tre do Brasil Meridional - D.N.P.M., D.G.M., Bol. 147, R. J.
- (1960) - Dentes de Theropoda num Testemunho de Sonda no Estado do Amazonas - An. Ac. Bras. Ciências, vol.32, - nº 1, R.J.
- RÊGO, L.F.M. (1935) - Camadas Cretáceas do Sul do Brasil - Esc. - Pol. Univ. S.Paulo, Anuário, pp. 231-247, S.P.
- ROMARIZ, D.A. (1955) - A Vegetação Original da Bacia Paraná-Uru - guai (Primeiros Estudos): Condições Geográficas e Geo - econômicas da Bacia Paraná-Uruguai - Com. Int. Bacia - Paraná-Uruguai, vol. I, pp. 111-131, S.P.
- ROMER, A.S. (1958) - Vertebrate Paleontology, cap. 7 a 14, pp. - 161-291 - Univ. Chicago Press, Chicago.
- (1959) - The Vertebrate Story, Cap. 6 a 9, pp.132-197 - Univ. Chicago Press, Chicago

ROXO, M.G.O. (1936) - On New Species of Fossil Crocodilia from Brazil, *Goniopholis paulistanus* SP.N. - An. Ac. Bras. Ciências, vol. VIII, nº 1, pp.33-34, R.J.

-(1937) - Crocodilianos Fósseis do Brasil - D.N.P.M., - D.G.M., Notas Prels nº 14, pp.9-16, R.J.

RUSSELL, R.D. e TAYLOR, R.E. (1937) - Roundness and Shape of Mississippi River Sands - Jour. Geol., vol. 45, nº 3, pp.225-267.

STAESCHE, K. (1944) - Uma Tartaruga do Cretáceo Superior do Brasil - D.N.P.M., D.G.M., Bol. 114, 28pp., R.J.

TWENHOFEL, W.H. e TYLER, S.A. (1941) - Methods of Study of Sediments - McGraw-Hill, 183 pp., N.Y.

TWENHOFEL, W.H. (1950) - Principles of Sedimentation, 2ª ed. McGraw-Hill, 641 pp., N.Y.

WANDERLEY, A. (1934) - Relatório Anual do Diretor - Serv. Geol. e Min. Brasil, pp. 103-110, R.J.

WASHBURNE, C.W. (1930) - Petroleum Geology of the State of São Paulo - Brasil - Com. Geog. Geol. Est. S. Paulo, 282 pp., S.P.

-(1939) - Geologia do Petróleo do Estado de São Paulo - D.N.P.M., 228 pp. (tradução e comentários de J. Pacheco), R.J.



-.98.-

WELLER, J.M. (1960) - Stratigraphic Principles and Practice - Har
per & Brothers, Publ., N.Y.

ldn.



