

GEOLOGIA DA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Paulo C. Soares*

Paulo M. B. Landim*

Vicente J. Fúlfaro**

Gilberto Amaral**

Kenitiro Suguio**

Armando Marcio Coimbra**

Agostinho F. Sobreiro Neto***

Fausto Giancursi***

Wilson A. G. Correa***

Clovis G. J. Castro***

* UNESP, Rio Claro.

** USP, São Paulo.

*** DAEE, São Paulo.

ABSTRACT

Continuing the geological survey of the western highlands of the State of São Paulo, a geological reconnaissance map on a scale of 1:250.000, covering a total area of 45.000 km² of administrative regions 10 (Marília) and 11 (Presidente Prudente) was carried out for the "Departamento de Águas e Energia Elétrica" (DAEE).

Interpretation of the relief, drainage and agricultural patterns allowed us to establish three photogeological units situated above the basalts of the Serra Geral Formation in addition to the Cenozoic cover. The Baturatu, Pirambóia, Estrada Nova and Irati Formations, and the Tubarão Group were also mapped.

Field observations and previous data were integrated to establish five units, or lithological associations, situated above the Serra Geral Formation:

1) Fine-to medium-grained, well-sorted, purple sandstone with giant cross-bedding (Caiuá Formation).

2) Very fine-to medium-grained, regularly sorted, red sandstone with parallel bedding and cross-bedding, and rare intercalations of mudstone beds (Santo Anastácio Facies).

3) Very fine-to fine-grained, regularly sorted, cross-bedded sandstones, alternating with mudstone, siltstone and muddy sandstone benches having parallel stratification (informally named Taciba Facies).

4) Very fine-to medium- and coarse-grained, red sandstone, with rare intercalations of thin mudstone and muddy sandstone beds (informally

named Ubirajara Facies).

5) Carbonate-cemented conglomeratic sandstones and conglomerates with carbonate nodules (Marília Facies).

The Caiuá Formation and the Santo Anastácio Facies occur in the southwestern extreme of the surveyed area, the Taciba Facies in most developed in the central portion, the Ubirajara Facies is restricted to the eastern part, intertonguing with the Taciba Facies, and the Marília Facies overlaps the Ubirajara and Taciba Facies and occurs as cap rocks of the eastern hilly and interfluvial portions.

Other units, occurring in the southwestern extreme of the mapped area, exhibit characteristics already observed for them in other parts of the State of São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

Dentro de um levantamento progressivo das áreas de dominância dos sedimentos da Formação Bauru no Estado de São Paulo, a geologia e estratigrafia das Regiões Administrativas 10 (Marília) e 11 (Presidente Prudente) do Estado foram estudadas em nível de reconhecimento, na escala de 1:250.000, cobrindo uma área total de 45.000 Km². Inicialmente foi feita uma análise foto-geológica de imagens dos satélites LANDSAT e, posteriormente levantamentos de campo com auxílio do mapa foto-geológico preliminar, folhas topográficas do IBGE e levantamento de perfis geológicos com coleta de amostras dos sedimentos.

A área mapeada é constituída em sua quase totalidade por rochas mesozóicas das Formações Serra Geral,

Caiuá e Bauru. Apenas na extremidade oriental da região administrativa 11, isto é, na região de Fartura, afloram sedimentos das Formações Pirambóia e Botucatu e Grupos Passa Dois e Tubarão.

2. METODOLOGIA

A fim de obter um mapa geológico preliminar para as regiões administrativas 10 e 11, foi feita uma análise foto-geológica de imagens dos satélites LANDSAT.

Foram utilizadas cópias em escala 1:250.000 e 1:500.000 dos canais 5, 6 e 7. O mapa fotogeológico final foi construído sobre uma base cartográfica semi-controlada em escala 1:250.000.

A metodologia utilizada foi a mesma do Instituto de Pesquisas Espaciais para mapeamentos geológicos regionais. Inicialmente foi feito o traçado da rede de drenagem, da maneira mais completa possível. A seguir, foram traçadas as principais estradas e delineados os contornos dos principais centros urbanos e região. Isto foi feito para facilitar a localização das feições fotogeológicas durante os trabalhos de campo.

Finalmente, foram delimitadas as áreas com textura homogênea, correspondentes às diferentes unidades fotogeológicas, e as principais linhas observáveis nas imagens. Para isto foram utilizados os três canais das imagens LANDSAT.

O mapa fotogeológico permitiu a individualização de nove unidades fotogeológicas:

- 9 - Depósitos Aluvionares
- 8 - Cenozoico indiviso
- 7 - Litofácies B_3 da Formação Bauru
- 8 - Litofácies B_2 da Formação Bauru
- 5 - Litofácies B_1 da Formação Bauru
- 4 - Formação Serra Geral e intrusivas associadas
- 3 - Formações Botucatu e Pirambóia
- 2 - Formação Estrada Nova
- 1 - Grupo Tubarão indiviso

As áreas de ocorrência do Grupo Tubarão caracterizam-se por uma tonalidade clara, densidade de drenagem moderada, relevo suave e pequena ocupação

para atividades agrícolas. Sua ocorrência está restrita ao extremo sul da área, junto à divisa com o Paraná, ao sul da cidade de Fartura.

A Formação Estrada Nova caracteriza-se por tonalidade escura, densidade de drenagem moderada, relevo suave e uso do solo para atividades pecuárias. Sua ocorrência está limitada ao extremo sul da área, entre as cidades de Fartura e Taquarituba.

As Formações Botucatu e Pirambóia apresentam pequena extensão em área pois ocorre abaixo da escarpa formada pela Formação Serra Geral. Nas áreas onde ela se estende para fora da escarpa, observa-se uma tonalidade clara, baixa densidade de drenagem, relevo moderado e uso do solo para atividades pecuárias. Na área estudada sua ocorrência está limitada à Serra de Fartura e adjacências.

A Formação Serra Geral ocorre em grande extensão na área estudada. Seu contato com a Formação Botucatu é marcado por uma forte escarpa. No restante da área, exibe tonalidade escura no canal 7 e média no 5. A densidade de drenagem é moderada e o relevo suave. O solo é intensamente utilizado para atividades agrícolas.

Acima da Formação Serra Geral ocorre uma unidade fotogeológica bastante característica, denominada informalmente B_1 , caracterizada por baixa densidade de drenagem, relevo bastante suave e uso do solo para pastagens. A densidade de drenagem diminui gradativamente do rio Aguapeí para o pontal do Paranapanema, não sendo possível uma separação por critérios foto-geológicos.

A unidade B_1 é recoberta pela B_2 , caracterizada por alta densidade de drenagem, relevo colinoso, tonalidade clara em todos os canais e intenso uso do solo para atividades agrícolas. Essa unidade apresenta-se bastante homogênea em toda a área exibindo apenas pequenas variações na densidade de drenagem e no relevo, muito localizadas para serem delimitadas com segurança.

A unidade B_3 é muito característica quando ocorre em grande extensão. Ela exibe um relevo escarpado, drenagem com padrão complexo, restrito uso do solo para atividades agrícolas. Ocupa as porções topograficamente superiores e sua área de ocorrência principal é o divisor de águas das bacias do

Paranapanema, Tietê, Aguapeí e do Peixe.

Formando uma faixa paralela ao rio Paranapanema e com distribuição irregular com relação aos contatos entre as unidades anteriores, ocorre uma unidade bem caracterizada por sua tonalidade escura no canal 5 e clara no 7, correspondente ao uso do solo para cobertura de vegetação perene (matas, cerrado, etc.). Apresenta, ainda, relevo suave e baixa densidade de drenagem. Sua situação indica que se trata de uma cobertura sedimentar de provável idade Cenozóica e com pequena espessura.

Depósitos aluvionares são bem caracterizados ao longo dos principais rios, especialmente pela maior umidade, observável nos canais 6 e 7.

Com relação às estruturas geológicas, a área mais movimentada é aquela do extremo sul, nas vizinhanças de Fartura, onde ocorrem grandes falhas com orientação NW e NNE e diques de diabásio com orientação NW. No restante da área observa-se um padrão bastante homogêneo de lineamento com direções NE, NW e sub-meridianas, em parte associados a falhamentos conhecidos no Vale do Paranapanema.

Com auxílio do mapa foto-geológico preliminar e falhas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000, foram percorridas as estradas da área, principais e vicinais, sendo as litofácies demarcadas em sua área de ocorrência com verificação das suas relações espaciais. As características litológicas e as relações de contato entre as várias unidades estratigráficas mapeáveis foram observadas e descritas ao longo de toda a sua área de afloramento, com a finalidade de precisar a extração de seu comportamento em subsuperfície.

Com idêntica finalidade e, também para caracterizar granulometricamente as várias litofácies presentes, foram construídos diversos perfis geológicos ao longo dos quais, foram coletadas amostras.

Na região de Fartura a representação das áreas de ocorrência das unidades permianas foi feita com base no trabalho de Vieira (1973).

3. ESTRATIGRAFIA

Em estreita faixa, na Depressão Periférica, no Sudeste da região ocorrem as unidades permianas e triássi-

co-jurássicas. No Planalto ocorrem as formações Serra Geral, Caiuá e Bauru, além de extensas coberturas cenozóicas.

3.1. Sistemas Carbonífero e Permiano

3.1.1. Sub-Grupo Itararé

Com espessura em torno de 300 m, aflora apenas a parte superior dessa unidade, constituída de arenitos médios a grosseiros, parte conglomeráticos, associados a lamitos, ritmitos, lamitos conglomeráticos arenosos, camadas de carvão, etc., depositados em ambientes fluviais e de planície deltaica. Em subsuperfície ocorre toda a secção com espessura total em torno de 1000 m.

3.1.2. Formação Tatuí

Com espessura, na área aflorante, em torno de 100 m, que se mantém para o interior, é constituída de dois membros: o inferior apresentando siltitos argilosos, arenitos muito finos, lamíticos e finas lentes de calcário, com cores avermelhada e marron; o superior composto de arenitos muito finos e siltitos arenosos de cor amarelo-esverdeada, raras camadas de calcário e de arenitos de granulação média.

3.1.3. Formação Iratí

É constituída pelo membro inferior composto por siltitos e folhelhos cinza (Membro Taquaral), com espessura em torno de 10m e pelo membro superior com folhelhos pretos, dolomitos e siltitos (Membro Assistência) com espessura de 30m.

3.1.4. Formação Estrada Nova

A Formação Estrada Nova, aflora na região de Fartura, apresentando 3 membros: Serra Alta, constituído de lamitos cinza-escuros, com 50m de espessura; Teresina, com siltitos folhelhos e lamitos, mais raramente calcários e arenitos finos em finas camadas, com 200m de espessura; e Serrinha, com siltitos, arenitos muito finos, lamitos e calcários em camadas espessas até 1m, com 100m de espessura. Todas as unidades se espessam e tornam-se mais arenosas para oeste, podendo atingir, em subsuperfície na área, espessura total de até 600m.

3.1.5. Formação Rio do Rasto

É constituída de arenitos muito finos a médios em corpos espessos de até 10m intercalados em lamitos, siltitos e argilitos vermelhos. Não aflora na faixa de afloramento do Permiano no Estado, porém ocorre em subsuperfície, espessando para oeste na região até cerca 300m.

3.2. Sistemas Triássico e Jurássico

3.2.1. Formação Pirambóia

É constituída por arenitos finos a médios, com seleção regular, es- tratificação cruzada de grande porte, dispostos em bancos, sucedidos por are- nitos muito finos, lamíticos, com es- tratificação plano-paralela, em recor- rência cíclica. Estes sedimentos foram depositados em canais fluviais e planí- cies de transbordamento.

Sua espessura, em torno de 100m na faixa de afloramento, aumenta para noroeste até 250m na área mapeada.

3.2.2. Formação Botucatu

É constituída por arenitos fi- nos e médios, bem selecionados, com es- tratificação cruzada de grande porte, eólicos, em cunhas ou bancos erodidos no topo. Raramente ocorrem corpos de siltitos e lamitos arenosos lacustres.

Apresenta espessura em torno de 100m na faixa aflorante, espessando- -se para oeste até 200m.

3.3. Sistema Cretáceo

Durante os trabalhos de campo constatou-se, a exemplos de áreas ante- riormente mapeadas no Estado de São Paulo, (Soares et al., 1973, na região administrativa 6 (Ribeirão Preto); Su- guio et al., 1977, nas regiões admi- nistrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba), a mapeabi- lidade de unidades lito-estratigráfi- cas dentro do pacote sedimentar conhe- cido como Formação Bauru.

As diversas unidades cujos li- mites foram preliminarmente traçados a través de características geomorfológi- cas observáveis em fotografias obtidas pelo Satélite Landsat II, na escala 1:250.000, foram definidas no campo com base nas correspondentes caracte-

rísticas litológicas. Os limites entre essas unidades carece de precisão car- tográfica, tendo em vista serem zonas de transição mais ou menos espessas, e pelo fato de ocorrer repetição de fá- cies de uma unidade na outra, sob a forma de interdigitamento.

São definidas neste trabalho, quatro unidades sedimentares do Creta- ceo, ocorrendo sobre o pacote basálti- co da Formação Serra Geral, sendo refe- ridas para fins classificatórios de B_{1a} , B_{1b} , B_2 e B_3 e apresentadas como fácies com designações informais. A u- nidade B_{1a} corresponde à Formação Cal- uá, conforme descrita por Washburne (1930) e por Landim e Soares (1976). A unidade B_{1b} corresponde à fácie Santo Anastácio mapeada por Landim e Soares (1976) e parcialmente à Unidade B_1 ma- peada nas regiões administrativas 7, 8 e 9 por Suguio et al. (1977). A unida- de B_2 é a mesma das regiões 7, 8 e 9, por homotaxia, estando sob a unidade B_3 de ambas as áreas.

A unidade B_3 corresponde à u- nidade B_3 , fácie Marília, mapeada nas regiões 7, 8 e 9 e Bauru Superior na região 6.

A classificação e nomenclatu- ra formais destas unidades são propos- tas por Soares et al. (1979).

3.3.1. Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é con- tituída de basaltos em corpos tabula- res de espessura e extensão muito va- riável, intercalando localmente corpos de arenitos finos bem selecionados. Os corpos de basalto com espessura de até 100m apresentam variação textural na vertical, com estrutura vesicular no topo, estrutura de fluxo e juntas de resfriamento. Nas partes basais ocorrem corpos de arenitos eólicos inter- -derrames com espessura em torno de 3- 5m, raramente corpos espessos de até 30m. Na parte superior, localmente são encontrados corpos lenticulares de sil- tito e lamito, contendo material piro- clástico, com espessura de poucos me- tros, como próximo a S. Pedro do Turvo.

O contato inferior com a For- mação Botucatu é sob a forma de inter- digitamento, indicando contemporaneida- de parcial entre as duas unidades.

O contato superior da For- mação Serra Geral se faz por discordâ-

cia com diferentes unidades: na parte oeste da área o contato é com a Formação Caiuá, para leste unidades cada vez mais novas da Formação Bauru sobrepoem-se à superfície erosiva esculpida nos basaltos.

A Formação Serra Geral aflora extensivamente na parte Sudoeste da área, nos vales dos rios Turvo, Pardo e Paranapanema. Nos principais interflúvios ocorrem remanescentes de antigas superfícies terraceadas com cobertura coluvial e aluvial poucas espessas não mapeadas. No vale do Paranapanema a faixa de afloramento estende-se para oeste até a oeste de Itororó do Paranapanema.

Nos vales do Aguapei ocorrem janelas de afloramento do basalto associados a altos estruturais ou paleotopográficos, em dois locais: a norte de Oswaldo Cruz, no Rio Aguapeí (Salto Carlos Botelho) e a Sul da mesma cidade no Rio do Peixe (Corredeiras da Figueira, Comprida, etc., Salto de Quatiara, onde situa-se a usina de Quatiara).

A espessura da Formação Serra Geral é bastante variável, aumentando de leste para oeste numa elevada razão de 3 a 4m por quilômetro, atingindo valores da ordem de 1200m em Presidente Prudente e a máxima conhecida de 1528m no poço de Presidente Epitácio, perfurado pela Petrobrás.

3.3.2. Formação Caiuá

A Formação Caiuá é constituída de arenitos de granulação fina e média, subsidiariamente ocorrendo as frações muito fina e grosseira, de cor marrom arroxeadas, baixo teor de matriz, embora variável de 5 a 15%. Os grãos apresentam cobertura por película de óxido de ferro ou limonita, provavelmente secundária devida à decomposição de minerais pesados ferrosos. Os corpos de areia ocorrem em grandes bancos e cunhas, portanto estratificação cruzada de médio a grande porte; a laminação cruzada é dada pela alternância de lâminas com grãos de areia de tamanhos diferentes.

O contato inferior da Formação Caiuá é por discordância com os basaltos da Formação Serra Geral. O contato superior é transicional com arenitos texturalmente similares à Formação Caiuá, porém apresentando maior teor de matriz, da fácies denominada

Santo Anastácio.

A Formação Caiuá aflora no extremo sudoeste da área, no vale do Paranapanema a oeste de Itororó do Paranapanema, tendo boas exposições entre Teodoro Sampaio e Porto Euclides, e no vale do Rio Paraná, a jusante de Panorama, com boas exposições na margem esquerda deste rio, em Presidente Epitácio. De um modo geral a área de ocorrência desta unidade apresenta relevo com extensas colinas com encostas cobertas por colúvios espessos. Localmente são encontradas superfícies reliquias de aplaínamentos e pediplanos provavelmente de idade terciária Superior, em altitudes de 600m.

A espessura máxima na área, da Formação Caiuá atinge 200m na área de Teodoro Sampaio (Morro do Diabo) reduzindo para norte e para oeste até desaparecer a norte da área e a este de Pirapozinho.

3.3.3 Formação Bauru: Parte Inferior

Sob esta designação são incluídos os arenitos, denominados fácies Santo Anastácio por Landim e Soares (1976), tendo como área de referência o Vale do Rio Santo Anastácio onde foram encontradas as melhores exposições. Este pacote é constituído de arenitos de granulação média a fina, dominando a classe areia fina, subsidiariamente areia muito fina e grosseira. Teor de matriz é baixo, predominantemente inferior a 10%, seleção moderada a boa. Os grãos médios apresentam-se arredondados e os finos subarredondados a angulares cobertos com película ferrugínea que lhes confere a cor vermelho-escuro.

Os arenitos compõem-se predominantemente de quartzo (~ 80%), portanto abundantes grãos brancos de opala ou calcedonia (~ 15%) e feldspato (~ 5%) e minerais pesados. Os arenitos se apresentam em corpos tabulares de 1 a 5m de espessura, com incipiente estratificação cruzada de baixo ângulo, tangencial na base, plano-paralela. Localmente ocorrem corpos tabulares a lenticulares de lamitos, parcialmente arenosos, vermelhos, com espessura inferior a 0,5m, separando os corpos de arenitos.

A fácies acima descrita, passa lateralmente para leste, e para cima, a uma fácies denominada aqui informalmente de fácies Ubirajara devido à

ocorrência de boas exposições nas vizinhanças desta cidade e na rodovia que a liga a São Pedro do Turvo. É constituída de arenitos de granulação fina dominante, variando de muito fina a grosseira, teor bastante variável de matriz siltica à lamítica, dominante-mente inferior a 10%. Os grãos médios e grosseiros apresentam arredondamento variável, desde bom até grãos angulosos. Ocorrem em bancos, espessos de até 3m, com estratificação incipiente plano-paralela a cruzada de baixo ângulo, tem cores claras (amarelo, creme) na base, passando a vermelhos para cima, intercalam-se bancos de espessura inferior a 50cm, de lamito marrom.

Os arenitos são ricos em grãos brancos de calcedonia (\pm 10%), raramente apresentam grãos de basalto e de argila; grãos e seixos de basalto e calcedônia são abundantes na base, formando um conglomerado basal. Para o topo esta fácies passa a apresentar a arenitos mais grosseiros e angulosos sob a forma de bancos intercalados nos arenitos finos e médios e corpos lenticulares a tabulares de lamitos ou arenitos lamíticos.

A fácies Santo Anastácio tem contato transicional com a Formação Caiuá e discordante com os basaltos da Formação Serra Geral. Passa lateralmente e acima, por transição e interdigitação à fácies Ubirajara. Esta assenta-se discordantemente sobre os basaltos, apresentando conglomerado basal com abundantes seixos de calcedônia e basaltos. Lateralmente esta fácies está em contato com a fácies Santo Anastácio e também com a parte média da Formação Bauru a ser descrita a seguir. Acima o contato se faz com arenitos grosseiros conglomeráticos da parte superior da Formação Bauru.

A parte inferior da Formação Bauru apresenta maior área de ocorrência que todas as demais unidades sedimentares pós basálticas. Aproximadamente, do meridiano de Rancharia para oeste, aflora extensivamente nos vales do Aguapeí, Peixe, Paraná e Paranapanema, com a fácies Santo Anastácio. Sua espessura máxima é em torno de 100 metros, entre Presidente Bernardes e Osvaldo Marcondes; para norte e nordeste e leste, diminui a espessura chegando a 10m na Usina Quatiara. Para leste de Rancharia e Sul do Planalto de Marília passa a dominar a fácies Ubirajara, aflorando no vale do Rio do Peixe e nos

interflúvios dos rios Turvo, São João e Pardo, atingindo espessura de aproximadamente 200m.

3.3.4. Formação Bauru: parte média

A parte média da Formação Bauru, na área, é caracterizada por uma recorrência de bancos de arenitos róseos de granulação fina e muito fina, parte média, seleção boa, pouca matriz, grãos angulosos, quartzosos, estratificação cruzada planar, tangencial na base, e acanalada de porte médio a grande, e bancos de lamitos e lamitos arenosos, de cor marrom claro, siltitos, arenitos muito fino, maciços ou com a camamento plano paralelo. Esta fácies é denominada aqui, informalmente, de fácies Taciba, tendo por referência a área de ocorrência nas vizinhanças desta cidade e Anhumas. Os bancos de arenitos tem espessura média de 3 metros, chegando a atingir 5m. Os bancos de lamito em média em espessura de 2m; chegam, entretanto a atingir espessura de até 10m. Uma excelente seção foi medida junto a cidade de Anhumas (a leste), apresentada na figura.

É comum micro-estratificação nos arenitos dos bancos lamíticos, plano-paralelos; feições evocativas de tubos vermiformes e bioturbação são encontradas na parte superior dos bancos de arenitos; e seixos placoides de argila ou lamitos são encontrados na base de corpos com estratificação cruzada. Localmente são encontrados estruturas de escorregamento (dobras convolutas) e cimentação carbonática nos arenitos do banco lamítico.

Percebe-se um aumento das espessuras dos bancos lamíticos, apresentando intercalados siltitos calcíferos, para a parte superior da unidade na região de Presidente Prudente.

Na base desta unidade, sobre a fácies Santo Anastácio, em quase toda a área, ocorre um corpo com espessura de até 15 m de lamitos, lamitos arenosos, siltitos, de cor castanho claro acinzentado.

Ocorre variação lateral de fácies para leste, reduzindo a ocorrência de lamitos e aumentando a granulometria e imaturidade dos arenitos, passando gradualmente e por interdigitação para a fácies Ubirajara.

No topo desta parte média ocorrem arenitos de granulação média a grosseira, gradando para arenitos con-

glomeráticos da unidade superior da Formação Bauru.

A parte média da Formação Bauru tem extensa área de afloramentos nos interflúvios dos rios Paranapanema, Peixe e Aguapeí. Sua espessura máxima, na área de Presidente Prudente, é em torno de 150-180m.

3.3.5. Formação Bauru: parte superior

A parte superior da Formação Bauru é constituída de arenitos grossos, conglomeráticos, grãos subangulares, maturos textural e mineralogicamente, seixos de quartzo, quartzito, gnaisse, basalto, arenito e argila, grãos quartzo, feldspato (até 20% minerais escuros (magnetita-ilmenita) e verdes (piroxênio); ocorrem em bancos, em média com 1 metro de espessura, apresentando-se maciços, com acamamento grosseiro e descontínuo paralelo, ou com estratificação cruzada de médio porte, angular na base e níveis de seixos concentrados na base e nos estratos cruzados. Ocorrem abundantes estruturas nodulares centimétricas, com maior concentração na parte superior dos bancos, formadas por cimentação carbonática seletiva do arenito. Frequentemente os arenitos apresentam abundante matriz lamítica. Corpos lenticulares de lamito marrom são raros. Foram encontradas estruturas tabulares vermiformes aneladas. Esta fácie recebe aqui o já consagrado termo Marília, pois junto a essa cidade ocorrem as melhores exposições. Para o topo da unidade ocorrem com maior frequência leitos conglomeráticos.

O contato basal se faz com a parte média da Formação Bauru, por transição dos arenitos finos da fácie Taciba, na região do interflúvio Rio do Peixe e Rio Aguapeí. Na parte leste e sul da faixa aflorante (Lupercio, Galia, Lucianópolis) o contato é com a fácie Ubirajara: este contato é abrupto, caracterizado por uma brusca mudança na granulometria, maturidade textural e mineralógica dos arenitos; apresenta ainda leito conglomerático, de até 20 cm, com seixos de arenito, gnaisse, basalto, quartzo e matacões de argila, aparentando ser um conglomerado basal, por não apresentar continuidade com os arenitos sobrepostos.

A área de ocorrência da fácie Marília restringe-se aos planaltos de Marília, no interflúvio Aguapeí

-Peixe e de Lupércio no interflúvio Turvo-Peixe. Estende-se para oeste, no primeiro interflúvio, até Diamantino e, no segundo, até Quatá.

A máxima espessura desta fácie, preservada pela erosão encontra-se no planalto de Marília-Galia, podendo atingir valores próximos de 200m.

3.4. Depósitos Cenozoicos

Ocorrem na área diversos tipos de depósitos cenozoicos, podendo ser classificados em três tipos principais: (1) depósitos correlativos à superfície de aplainamento regional; (2) depósitos de superfícies de pedimentação regional; (3) depósitos de planícies aluviais atuais e baixos terraços.

O primeiro grupo ocorre extensivamente sobre o planalto de Marília-Lupércio, correspondendo à superfície de Marília ou Altos Interflúvios, definida por Soares e Landim (1976); são constituídos por areias grosseiras com seixos e cascalheiras na parte basal, originários da própria Formação Bauru (fácie Marília).

O segundo grupo ocorre em altitudes intermediárias da região, nos interflúvios sob a forma de extensos patamares inclinados, dispostos entre os vales dos principais rios (Paranapanema, Peixe e Aguapeí) e as escarpas dos planaltos. Constituem pedimentos detritícios, entalhados posteriormente e retrabalhados, atualmente sob a forma de amplas colinas cobertas por pequena espessura (10m) de material arenoso inconsolidado. Em direção aos vales passam a altos terraços (50 a 100m) acima do nível-base atual), contendo espessas cascalheiras de quartzo, quartzito, agata, calcedonia, etc.

O terceiro grupo é constituído de aluviões atuais e pré-atuais (Holocénicos) em extensas planícies aluviais arenosas nos vales dos rios do Peixe, Paranapanema, Aguapeí e Paraná e em baixos terraços locais.

4. TECTÔNICA E ESTRUTURAS

As rochas mais antigas que afloram nas regiões administrativas 10 e 11 do Estado de São Paulo são representadas pelos lamitos, arenitos e diamictitos da Formação Itararé, Grupo Tubarão, de idade Permo-Carbonífera. Até o final do Permiano e talvez iní-

cio do Mesozoico (Triássico-Jurássico), a área a sudeste destas duas regiões representava uma chaneira na bacia marcando preferencialmente, condições de deposição mais original, em direção ao centro do Estado de São Paulo e, mais próximas do depocentro deposicional, em direção ao Paraná. A maior estrutura tectônica da área era então representada por este "fulcrum", denominado zona de fratura do Paranapanema por Fúlfaro (1974). A partir do final do Triássico, e durante o Jurássico, o arco de Ponta Grossa começa a mostrar sensível comportamento positivo governado, localmente, a deposição das Formações Pirambóia e Botucatu, com maior desenvolvimento da primeira em direção ao Estado de São Paulo. No final do Jurássico, tendo seu clímax no Cretáceo Inferior, um grande evento de vulcanismo de fissura tem lugar em toda a bacia do Paraná e a região de Fartura-Piraju, representa um dos sistemas de abastecimento dessas lavas como indicado, pela densidade de ocorrência de um grande sistema paralelo de diques de diabásio orientados de N45W (Fúlfaro e Suguio, 1968). Alguns destes diques, como o que ocorre nas imediações da Fazenda São Vicente no Município de Taguaí, chega a apresentar 1 km de espessura.

O final do evento magmático Juro-cretáceo já encontra essa mesma área estruturalmente enfraquecida e, portanto, palco das ações tectônicas pós-basálticas, que irão fornecer o embasamento para a deposição dos sedimentos da Formação Bauru, no Cretáceo Superior. Com o levantamento do Arco de Ponta Grossa, estas linhas de fraqueza são reativadas e grandes falhamentos têm lugar na região. Estas falhas, são visíveis na serra da Fartura e no próprio planalto basáltico, nos arredores de Sarutaiá, onde, uma estrutura domônica, volta a expor em pleno plateau basáltico, sedimentos do Grupo Passa Dois (Permiano). Como pode ser certificado no mapa de contorno estrutural do topo do basalto, grandes estruturas também ocorreram mais ao norte como a de Bauru e as indicadas nas regiões de Guararapas e próxima a Presidente Prudente.

A partir do Mesozoico superior, a bacia sedimentar do Paraná, começa a perder o seu caráter de comportamento uniforme, com respeito à subsidência, e dá início às características

de compartimentação que mantém até o Holoceno. É, dentro deste enfoque, que se processa estruturalmente a sedimentação da Formação Bauru e das formações cenozoicas seguintes.

O início da compartimentação da bacia sedimentar do Paraná, é antecedido por uma série de reativações nos antigos elementos geotectônicos da bacia, como os altos internos, arcos centrais e marginais, que estabelecem um padrão de evolução de relevo pré-Bauru, bastante agitado, como pode ser observado no mapa de contorno estrutural do topo do basalto na região em questão.

É difícil precisar os estágios e a magnitude destes eventos tectônicos pré-Bauru. Seguramente, são pós-basálticos pois a imensa massa de lava que ai se instala entre o Jurássico e o Cretáceo médio foi inofivamente afetada por essas movimentações, como já foi verificado em regiões onde há suficientes estudos de talhados, como na região da cidade de Bauru. A ausência de informações precisas sobre o comportamento estrutural do topo dos arenitos da Formação Botucatu, torna extremamente difícil a definição de um estádio tectônico pré-basalto e qual a sua magnitude. Seguramente, este não é o caso, das movimentações como as citadas acima, na região de Bauru, onde a coluna dos poços de sondagem atingem também, as formações pré-Botucatu, demonstrando que a coluna inteira sofreu movimentações tectônicas mormente, se comparadas com a faixa de afloramentos dessas unidades na borda oriental da bacia.

A tectônica pré-Bauru, deve, portanto, ser analisada sob ponto de vista cronológico pós-basáltico. A evolução dos arcos marginais da região setentrional da bacia (Arco de Ponta Grossa), caracteriza um tipo de bacia confinado a estes limites cujo escoamento natural situar-se-ia a oeste, aproximadamente, na atual região geográfica da calha do rio Paraná. Isto, porque a oeste, na borda ocidental da bacia, temos comportamento idêntico limitando os atuais afloramentos dos sedimentos da Formação Bauru nos Estados de Mato Grosso do Norte e do Sul e Estado de Goiás. A presença de elementos tectônicos de grande porte a norte, leste e oeste da área de ocorrência da bacia de deposição Bauru, tende a colocar o seu antigo depocentro aproximadamente

no centro sul, área natural de escoamento das águas e, portanto, seu nível de base.

A irregularidade do embasamento da Formação Bauru, motivada pelo evento tectônico pós-basalto e consequente entalhe erosional, faz com que a base desta unidade estratigráfica apresente um comportamento muito irregular, às vezes, sendo registrados desniveis em seu contato com o basalto que ultrapassam uma centena de metros como o citado por Suguio (1973) na região de Agudos. Dentro deste arcabouço de sedimentação, tais desniveis não apresentam movimentações tectônicas pós-Bauru mas, tão somente, refletem irregularidades na superfície deposicional. Analisando o mapa de contorno estrutural do topo do basalto nas regiões 10 e 11, tais desniveis não devem deixar de serem computados, pois, como se observa nas proximidades de Presidente Prudente, desniveis de até 229 metros são observáveis em menos de 2 km. Mesmo entre poços de sondagem localizados muito próximos um dos outros, desniveis de mais de três dezenas de metros são frequentes, demonstrando que o mapa citado ainda é uma generalização e, o detalhamento de algumas áreas, poderão mostrar estruturas locais de possança significativa. Seria interessante, que após novas perfurações os mapas destas estruturas fossem permanentemente atualizados, para maior clareza na delimitação do comportamento das estruturas pré-Bauru.

Durante a sedimentação do evento tecto-sedimentar Bauru, não há, aparentemente, adição de novos elementos tectônicos mas sim variação de intensidade dos maiores elementos apontados, que com as variações climáticas associadas a evolução da sedimentação, governam praticamente todo o evento sedimentar Bauru desde as suas fácies mais inferiores, até o final da sua sedimentação, representado pelos sedimentos da Fácie Marília.

Os mesmos elementos continuam ainda a atuar durante os ciclos sedimentares do Cenozoico mas, com um pronunciado efeito de levantamento das bordas da antiga bacia Bauru, em movimentos de adernamento, para o interior da bacia. Estes eventos, caracterizam os maiores efeitos da tectônica regional sobre os sedimentos da Formação Bauru pois, causam zonas de fraturamento em seus sedimentos, ao longo das fai-

xas de fraqueza pré-Bauru, reativadas, por estes adernamentos. De fato, somente se pode observar estas zonas mais fraturadas nos sedimentos Bauru, nas bordas da bacia e ao longo dos grandes alinhamentos regionais como os demonstrados pelo mapa de contorno estrutural do topo do Basalto, no interior da sua bacia deposicional. Não há, evidências de nenhum evento tectônico de vulto afetando os sedimentos da Formação Bauru, a não ser, o efeito regional de adernamento de blocos da sua borda para o interior da bacia deposicional.

5. SÍNTESE DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

As unidades estratigráficas que ocorrem nas regiões administrativas 10 e 11 do Estado de São Paulo reúnem uma complexa e longa evolução geológica da área, em virtude da exposição em sua parte terminal sudeste, de rochas paleozóicas e mesozóicas pré-magmatismo básico. Em área, no entanto, a unidade estratigráfica que domina praticamente toda as duas regiões é representada pela Formação Bauru, de idade Cretáceo Superior. Desse modo, será dispensada atenção apenas ao ambiente formador dessa sucessão de sedimentos mesozóicos.

Com a aceleração da razão de levantamento dos arcos marginais durante o mesozóico logo em seu início, no Triássico, inicia-se uma compartimentação na bacia do Paraná e a região dos antigos mares remanescentes do Permiano dá passagem a um sistema fluvial, que avança progressivamente das margens para os novos depocentros que se formam, devido a influência crescente do arco de Ponta Grossa. Na região em estudo, tem início a deposição dos sedimentos fluviais da Formação Pirambóia, que já denotam uma marcante semi-aridez de clima. O crescente agravamento das condições climáticas, acaba por desorganizar completamente este sistema fluvial dando origem, a condições extremamente desérticas, onde depositam-se as areias da Formação Botucatu. Não se exclui deste quadro evolutivo, uma interdigitação pró-partes, destas duas formações, pois as condições descritas não se deram catastroficamente, mas sim, através de uma evolução gradual e que implica em coexistência, das duas condições deposicionais, em um certo espaço de tempo. As relações

entre as duas formações, em determinadas áreas, podem ser extremamente heterogêneas.

No final do Jurássico, inicia-se um ciclo vulcânico que recobre a bacia com lavas básicas em uma extensão de cerca de 800.000 km². Esse vulcanismo básico, tem o seu clímax no Cretáceo Inferior e estende-se, com diferenciações alcalinas, até o Terciário. Regionalmente, o Arco de Ponta Grossa é o maior elemento geotectônico, representando um ponto quente do manto e área fonte primordial do evento magmático. Na região em estudo, a área de Taguaí-Fartura, também foi a pontada como umas das áreas fontes em virtude, da densidade de ocorrência de diques de diabásio (Fúlfaro & Suguio, 1967).

Penecontemporaneamente a este evento, e em épocas pós-basálticas, toda a região é submetida a intensos e magnos esforços, que dão origem a um significativo período de falhamentos verticais, que afetam toda a coluna sedimentar e as camadas basálticas do ciclo anterior. Os arcos marginais aceleram ainda mais a sua razão de levantamento, e, por conseguinte, a compartimentação da antiga bacia é ainda mais bem marcada.

O "drift" e "rift" continentais aciona a partição de antigo Arco Afro-brasileiro gerando o Arco da Serra do Mar (Fúlfaro, 1975), que juntamente com os Arcos da Canastra, ao norte e de Ponta Grossa, ao sul, formam o grande arcabouço oriental da bacia de deposição Bauru, no Cretáceo Superior.

Em intervalo pós-basáltico e pré-Bauru, esses falhamentos e levantamentos dos arcos marginais, esculpiram um embasamento profundamente irregular onde assenta-se o início do sistema fluvio-lacustre Bauru. A existência de um grande número de soleiras governava a deposição dos sedimentos mais inferiores desta formação, mais finos ou menos selecionados a montante destes obstáculos naturais e, mais arenosos, melhores selecionados e de ambiente energético mais alto, a jazante. A aparente heterogeneidade da distribuição das litofácies basais da Formação Bauru talvez apresente uma distribuição harmônica em relação ao seu embasamento, desde que, este, seja delineado.

Por outro lado, essas depressões existentes no embasamento pré-Bau-

ru como a da região de Mariápolis, Presidente Prudente e Cruzeiro, são as áreas onde esta formação apresenta as maiores espessuras nas regiões administrativas 10 e 11. Aparentemente, somente após uma suavização do relevo da bacia Bauru, provocada por este verdadeiro assoreamento das irregularidades de seu embasamento, é que desenvolve-se uma fase mais bem delineada de sedimentação fluvial. Nas regiões em estudo, no entanto, a fase precedente apresenta sedimentos melhores selecionados, fato que encontra explicação ao reportar-se ao item tectônica, que suporta uma localização do depocentro da bacia, nesta época mais turbulenta, nesta área. A melhor definição do ambiente deposicional no ciclo posterior (Bauru Médio), coincide, portanto, com um decréscimo de energia, devido a melhor definição dos sub-ambientes fluviais.

À evolução das condições deposicionais na bacia Bauru, a partir da sua parte média, associa-se uma crescente aridez climática, que desorganiza progressivamente esta rede fluvial e, o regime deposicional, passa a tornar-se torrencial.

É nesta fase, que os sedimentos da fácies Marília são depositados nas franjas dos arcos marginais e em seus momentos de maiores possanças, a vançam além da região de Marília-Tupa. As características sedimentares peculiares dos sedimentos desta fase, que tão bem os separam das fases precedentes, tem aí a sua origem. A forte carbonatação de fácies e a ocorrência de nódulos calcários em seus sedimentos, já foi explicada por Suguio (1973), como sendo "caliche", produto normal destas áreas semi-áridas.

Neste esquema evolutivo, percebe-se, que embora as fácies sedimentares da parte inferior e média da formação sejam interdigitadas, não escaram a elas, uma certa cronologia de tempo. O menor intervalo apontado seria, talvez, entre as fácies Santo Anastácio e Ubirajara, praticamente contemporâneas, e representando diferentes posições na bacia deposicional. A primeira, mais distante da margem e, a segunda, mais desenvolvida para o oriente e mais próxima da antiga margem da bacia. A Fácies Marília, pelo seu caráter, transgride sobre as demais.

No Cenozoico, um evento erosional é apontado em época pós-Bauru,

que entalhou a superfície destes sedimentos. Nos vales assim produzidos, depositaram-se sedimentos em novo ciclo deposicional, que parece associado a ligeira pulsação dos arcos marginais como indicado pelas suas assembleias de minerais pesados. E, nesses sedimentos, na maior parte inconsolidados, que desenvolvem-se a grande parte das boçorocas tanto em área de afloramentos sobre a Formação Bauru como sobre basaltos da Formação Serra Geral.

Atualmente, o que se observa na região é um sistema fluvial em equilíbrio erosional, operando predominantemente sob um regime de passagem contínua ("by-passing"). A magnitude da erosão causada pela implantação dos modernos sistemas fluviais do Paraná e Paranapanema, é atestado pelos níveis remanescentes dos morros do Diabo e dos Cinco Irmãos, na extremidade oeste, das duas regiões administrativas estudadas.

BIBLIOGRAFIA

- FÚLFARO, V.J. - 1970 - Contribuição à geologia da região de Angatuba, SP. DGM, DNPM, Bol. 253, 82 p. Rio de Janeiro.
- 1974 - Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. Bol. IG-USP, v. 5: 129-138 - São Paulo.
- 1975 - Mesozoic - Cenozoic tectonic and paleogeographic evolution of Southeastern Brazil. IX Int. Congress of Sedim., Theme 14, Proceedings, p. 125-132. Nice.
- FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. - 1967 - Campos de diques de diabásios da bacia do Paraná. Bol. da Soc. Bras. Geol., v. 16, nº 2, pp. 23-73. São Paulo.
- LANDIM, P.M.B. & SOARES, P.C. - 1976 - Estratigrafia da Formação Caiuá. Resumos, XXIX Congr. Bras. Geol., p. 38. Belo Horizonte.
- SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. e CASTRO, P. R.M. - 1973 - Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo: An. XXVII Congr. Bras. Geol., vol. 1, p. 209-229.
- SUGUIO, K. - 1973 - Formação Bauru: calcários e sedimentos detritícos associados. Tese de Lv. Dc., Inst. de Geoc. da USP, 2 vol., 236 p. São Paulo.
- SUGUIO, K.; FÚLFARO, V.J.; AMARAL, G. & GUIDORZI, L. - 1977 - Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. An. do I Simp. de Geol. Reg., Núcleo de São Paulo, SBG, p. 231-247. São Paulo.
- VIEIRA, A.J. - 1973 - Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. Anais do XXVII Congr. Bras. Geol., v. 3, p. 259-277. Aracaju.
- WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum geology of São Paulo. Com. Geogr. e Geol. de S. Paulo, bol. 22. São Paulo.

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO
SUDOESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



