NÃO CIRCULA

CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DA REGIÃO DE ANGATUBA,

ESTADO DE SÃO PAULO

Vicente José Fulfaro

DEDALUS - Acervo - IGC

30900008377

Tese de Doutorado apresentada
à Faculdade de Filosofia, Ciências
e Letras da Universidade de São
Paulo

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - FIOGRAFIA.....	3
3 - GEOLOGIA REGIONAL.....	8
3.1. Coluna Geológica Regional.....	8
3.2. Geologia Estrutural.....	14
4 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRFICAS.....	24
4.1. Grupo Tubarão.....	24
4.2. Grupo Passa Dois.....	25
4.2.1. Formação Irati.....	25
4.2.2. Formação Estrada Nova.....	29
4.2.2.1. O problema da classificação estratigráfica.....	29
4.2.2.2. Área de ocorrência e espessura.....	34
4.2.2.3. Litologia.....	34
4.2.2.4. Contatos.....	41
4.2.2.5. As estruturas sedimentares.....	41
!! 4.2.2.6. O conteúdo paleontológico.....	52
4.3. Arenito Botucatu e "Sill" de Angatuba.....	56
4.3.1. Arenito Botucatu.....	57
4.3.2. "Sill" de Angatuba.....	58
4.4. Aluvião.....	64
5 - INTRUSIVAS BÁSICAS - LOCALIZAÇÃO E INFLUÊNCIA SOBRE AS ENCAIXANTES.....	69
6 - SILICIFICAÇÃO.....	74
7 - CONFRONTO COM OUTRAS ÁREAS.....	79
8 - BIBLIOGRAFIA.....	87

Figura nº 1.....	16
Figura nº 2.....	16
Figura nº 3.....	22
Figura nº 4.....	35
Figura nº 5.....	65
Figura nº 6.....	65
Figura nº 7.....	67
Figura nº 8.....	82
Fotografia nº 1.....	9
Fotografia nº 2.....	9
Fotografia nº 3.....	13
Fotografia nº 4.....	20
Fotografia nº 5.....	20
Fotografia nº 6.....	26
Fotografia nº 7.....	26
Fotografia nº 8.....	42
Fotografia nº 9.....	42
Fotografia nº 10.....	44
Fotografia nº 11.....	44
Fotografia nº 12.....	47
Fotografia nº 13.....	47
Fotografia nº 14.....	49
Fotografia nº 15.....	49
Fotografia nº 16.....	51
Fotografia nº 17.....	51
Fotografia nº 18.....	53
Fotografia nº 19.....	53
Fotografia nº 20.....	55
Fotografia nº 21.....	55
Fotografia nº 22.....	59
Fotografia nº 23.....	59
Fotografia nº 24.....	61
Fotografia nº 25.....	61
Fotografia nº 26.....	63
Fotografia nº 27.....	63
Fotografia nº 28.....	70
Fotografia nº 29.....	70
Fotografia nº 30.....	72
Fotografia nº 31.....	72
Fotografia nº 32.....	77
Fotografia nº 33.....	77
Tabela I.....	12

Gondwana
gondwana

RESUMO

A principal finalidade do presente trabalho consistiu no esclarecimento da estrutura da serra do Palmital ou de Angatuba. Como as rochas da Formação Estrada Nova ocupam a maior parte de seus flancos, especial atenção foi devotada a esta formação nos estudos estratigráficos.

Os trabalhos prévios sobre a área são em pequeno número, restringindo-se os primeiros, realizados no fim do século XIX, a aspectos visíveis somente as margens dos rios Itapetininga e Paranapanema. A fauna fóssil foi objeto de trabalho mais recente por parte de MENDES (1962).

A serra em questão, geomorficamente uma crista homoclinal, foi originada pela erosão, que teve como principais agentes os rios Paranapanema, Itapetininga e Guareí. Em seu flanco S, temos, em pequena distância horizontal (5 km), o desenvolvimento de parte da coluna gondwânica da bacia, desde o topo do Grupo Tubarão à base da Formação Botucatu.

As rochas mais antigas que afloram na região, pertencem ao topo do Grupo Tubarão, representado pela Formação Itapetininga de BARBOSA & ALMEIDA (1949). Em virtude de falhamento, um diamictito pertencente ao tempo de sedimentação glacial do mesmo grupo, aflora na parte meridional da área mapeada (Formação Tietê, op. cit.).

O Grupo Passa Dois sucede sem discordância os sedimentitos do Tubarão. Representa-se, na área, pelas Formações Irati, inferiormente colocada e Estrada Nova. A Formação Irati compõem-se principalmente de folhelhos negros fétidos, intercalados com leitos de calcário, não apresentando na área, o característico "banco" calcário dolomítico da quadrícula de Piracicaba - Rio Claro. A associação dessa formação com as fácies silticas descritas por MENDES et al. (1966) encontra-se exemplificada na região. A Formação Estrada Nova, ainda indivisa no Estado de São Paulo, inicia-se localmente pela fácies Paranapanema (op. cit.): A parte superior, em Angatuba, é predominantemente constituída por ritmitos que se alternam com leitos de arenito fino e siltitos aparentemente maciços. Níveis silicificados são constantes na sequência. A fauna fóssil dessa formação na região, foi objeto de trabalho de MENDES (1962). Localizamos novos jazigos e identificamos e separamos espículas de esponjas monaxônidas, em amostras desses sedimentitos.

A Formação Botucatu sucede o grupo precedente em visível discordância erosiva, iniciando-se por uma brecha basal que contém fragmentos de rochas do conjunto sedimentar sotoposto. Regionalmente é constituída por arenitos avermelhados, depositados em ambiente aquoso, caracterizando a fácies Pirambóia dessa mesma formação. Um "sill" de diábasio intrusivo no Arenito Botucatu, por muito tempo considerado como um dos derrames pertencente ao conjunto inferior da serra Geral, é a causa maior da resistência da estrutura à erosão.

A silicificação afeta, em determinados níveis, todas as rochas da coluna, sendo mais evidente, contudo, nos afloramentos da Formação Estrada Nova. Com base em dados de campo e descrições existentes na literatura sobre o gondwana paulista, pudemos determinar, no mínimo, três

épocas de silicificação: a) pré-Irati; b) pré-Botucatu; c) moderna.

As rochas intrusivas são representadas por "sills" e diques de diabásio, numerosos na região. O metamorfismo termal nos sedimentos encaixantes, sempre pouco evidente na bacia, é localmente, extensivo a faixas da Formação Estrada Nova, superiores a 40 metros.

A região sofreu um falhamento normal, que deu origem a blocos basculados normalmente para NNW, não sendo raro, no entanto, o desenvolvimento de falhas antitéticas, causando inversão no mergulho regional, dirigido para NW. A área atualmente ocupada pela saliência topográfica da serra, pertence a um desses blocos, no caso específico, rebaixado em relação ao seu antigo nível e basculado para NNW. Com base em dados de campo, determinou-se uma linha de falhamentos dirigida de WSW - ENE, que como corolário produziu, nos blocos basculados, como movimentos de compensação, falhamentos dirigidos de NNW - SSE. Esses últimos normalmente apresentam movimentos de rotação ao longo dos planos de falha.

Baseados em observações de campo, tanto regionais, como nos próprios estratos falhados e em dados de sondagem da PETROBRÁS S/A (CP-1-SP, GUST-3-SP e GUST-4-SP), concluímos pela existência de no mínimo três idades diferentes para o diastrofismo regional: a) pré-Botucatu; b) contemporâneo ao vulcanismo; c) contemporâneo à uma fase final do mesmo vulcanismo, ou então, mais moderna.

1 - INTRODUÇÃO

O propósito principal desta tese foi investigar e esclarecer tan to quanto possível, a estrutura e estratigrafia da Serra do Palmital ou de Angatuba, bem como, comparar essas feições com outras semelhantes, já conhecidas.

As referências encontradas na bibliografia geológica brasileira sobre a região de Angatuba são poucas.

O mais antigo trabalho sobre a região foi realizado por THEODORO SAMPAIO, cujo relatório foi publicado em 1889. No ano seguinte, OLIVEIRA (1890), publica um esboço geológico do vale do rio Paranapanema. Na mesma época torna SAMPAIO (1890) a tecer considerações econômicas e geográficas sobre a mesma área, utilizando observações geológicas de GONZAGA DE CAMPOS. (op. cit., p. 18.)

MORAES REGO, posteriormente, refere-se a área de Angatuba em seus trabalhos e relatórios de 1930 a 1941, fornecendo dois perfis esquemáticos, sem contudo ter publicado qualquer estudo detalhado sobre a região.

Em 1951, o Conselho Nacional do Petróleo realizou reconhecimentos geológicos na área, localizando uma estrutura que foi denominada anticlinal de Carlota Frenz, situado 11 km à NW de Angatuba. Como resultado desses estudos a estrutura foi perfurada por uma sondagem (CP-1-SP).

MENDES (1962) efetuou estudos paleontológicos identificando e descrevendo novos gêneros de lamelibrânquios fósseis da Formação Corumbataí (=Estrada Nova). Apresenta nesse trabalho informações interessantes sobre a geologia da região, levantando um perfil geológico no flanco N da serra.

Referências breves, citações na sua maior parte, são encontradas na literatura, especialmente em trabalhos de caráter geomorfológicos, não tendo sido aqui mencionados.

Iniciamos as pesquisas de campo em 1964, retornando a elas até o final de 1966. Paralelamente, para melhor compreendermos a situação da estratigrafia local em confronto com outras áreas do Estado, e mesmo fora deste, diversas viagens foram efetuadas para observarmos o comportamento do Grupo Passa Dois na bacia do Paraná.

Situa-se geograficamente a região em aprêço, no município de Angatuba, Estado de São Paulo, e áreas limítrofes de municípios vizinhos. Geologicamente, localiza-se na parte meridional da faixa paleozóica da bacia do Paraná aflorante neste Estado.

O mapa geológico que acompanha o presente trabalho foi realizado com auxílio de fotografias aéreas com escala aproximada de 1:25.000.

A área geològicamente levantada, representada no mapa, possui cêrca de 750 km², limitando-se aproximadamente pelos meridianos de 48°15' e 48°35' W GR., na altura do paralelo de 23°30' Lat. S.

Fora da via Raposo Tavares, os afloramentos não são contínuos, principalmente pela forte cobertura do manto de intemperismo. Os melhores afloramentos, excluindo os já citados, situam-se nas cabeceiras dos ribeirões que possuem suas nascentes nos flancos da serra. Sômente nestes locais foi possível observar, diretamente, o contato entre as formações. Nas encostas, o reconhecimento da litologia e a demarcação dos contatos é bastante dificultada pelos escorregamentos.

A intensidade de decomposição aumenta visivelmente de E para W, percorrendo-se a via Raposo Tavares. No vale do rio Paranapanema a espessura de decomposição atinge seus maiores valores, alcançando um máximo de 12 metros. Assim, grande parte dos contatos assinalados no mapa geológico anexo, correspondem, principalmente à W, a zonas de contato, tendo sido inferidos através de observações de campo e estudo de fotografias aéreas. Em média, o limite de precisão dos contatos é da ordem de 50 metros.

Paralelamente aos trabalhos de mapiamento, realizamos observações sôbre a tectônica, estratigrafia e fisiografia, que nos proporcionaram a revisão de certos conceitos existentes na literatura. Especial atenção foi dedicada ao estudo da Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, principal elemento dos flancos da serra do Palmital.

Localizamos novos jazigos fossilíferos pertencentes à Formação Estrada Nova. Durante o processamento de amostras, no laboratório, verificou-se a presença de estruturas muito semelhantes a espículas de esponjas monaxonidas. Constatou-se que essas espículas ocorrem desde o Grupo Tubarão até o tópo da Formação Estrada Nova, na região de Angatuba. Procurando situar a distribuição dessas espículas no Grupo Passa Dois, processamos amostras de diversos pontos da bacia do Paraná.

Agradecimentos. - O autor deseja expressar, em primeiro lugar, seus agradecimentos ao Professor Dr. Setembrino Petri, sob cuja orientação foi realizado o presente trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o Conselho Nacional de Pesquisas, subvencionaram a maior parte das despesas de trabalho de campo.

A Petróleo Brasileiro S/A forneceu com a maior presteza informações e perfis sôbre poços perfurados na região.

A todos citados, bem como aos alunos do Curso de Geologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, que nos auxiliaram nos trabalhos de campo e laboratório, expressamos nossos sinceros agradecimentos.

2 - FISIOGRAFIA

A serra de Angatuba, constitui um curioso parêntesis dentro do cenário do relevo regional. Destaca-se por sua estrutura semelhante à "cuesta" da serra Geral, contrastando com o relevo suavemente arredondado da área circundante.

De acordo com ALMEIDA (1964), a região situa-se na zona do Paranapanema, uma das três subdivisões da depressão periférica, que constitui uma das unidades do relevo paulista. Segundo o mesmo autor (op.cit., p. 240), a serra atuando como divisor das águas dos rios Itapetininga e Guareí representa o mesmo papel dos derrames basálticos entre os rios Piracicaba e Tietê.

Agentes gliptogenéticos, agindo sobre estruturas pré-existent, modelaram a serra, testemunho de erosão de um bloco rebaixado e basculado para NNW, pertencente a um sistema de falhamento escalonado regional.

Morfológicamente o termo "cuesta" como empregado normalmente, não é o mais adequado à escarpa que compõe essa elevação. A inclinação para NNW, aliada à sua pequena extensão horizontal (Fig.2), comparada com a serra Geral, nos leva a defini-la como uma crista homoclinal, na acepção de THORNBURY (1954, p. 136), sendo a sua frente S, uma escarpa de linha de falha.

Os principais talvegues regionais pertencem aos rios Paranapanema, Itapetininga e Guareí.

Os rios Paranapanema e Itapetininga com suas nascentes no Cristalino, procedem como cursos consequentes desde o início até as proximidades de Angatuba. Sofrem nesse ponto o efeito da estrutura regional, mudando bruscamente seus cursos para W, tornando-se neste trecho, subsequentes. O trabalho erosivo desses cursos, aliado ao do rio Guareí mais ao Norte, e também subsequente nesse trecho, entalharam essa estrutura que se ressaltou na topografia em virtude da presença em seu topo, de um "sill" de diabásio.

O rio Paranapanema sofre a influência do comando estrutural nas proximidades do morro do Mandaçaia. Desvia-se para W para voltar a sua posição original somente após conseguir vencer a estrutura, já distante da serra, quando então entalha profundamente a região, atingindo os sedimentitos do Grupo Tubarão. Ao N da barra do Guareí, desvia-se novamente para W, aonde então irá penetrar na "cuesta" basáltica da serra Geral.

Na área mapeada distinguem-se localmente três unidades geomórficas: a) Formas tabulares sub-horizontais; b) Formas arredondadas; c) Planície aluvial.

a) Formas tabulares sub-horizontais. - Empregamos esse termo

para designar formas de relevo aplainadas em seu tôpo, com uma leve inclinação que não excede 1º. São as formas dominantes no tôpo da própria serra e na área de ocorrência da Formação Estrada Nova, situando-se entre 700 a 800 metros de altitude no primeiro caso e não ultrapassando 620 metros no segundo.

O "plateau" sub-horizontal que se observa no tôpo da serra de Angatuba, termina a S e a E freqüentemente em escarpas, que tem origem no flanco meridional na maior competência do agente erosivo, no caso o rio Itapetininga, que com seus afluentes obseqüentes da margem direita, produzem a feição. A W o mergulho regional e outras feições tectônicas, impedem o aparecimento de escarpas, embora haja um desnivelamento brusco entre o limite da serra e as camadas permianas que a envolvem.

De modo idêntico o rio Guareí e seus afluentes ao N, modelaram o escarpamento de um ramo da serra, à sua margem direita.

Em nível inferior destacam-se os patamares da Formação Estrada Nova comandados pelos níveis de sílex sempre constantes em áreas de ocorrência dessa formação. A seqüência permiana erodida pelos afluentes dos rios Guareí e Itapetininga, torna-se profundamente entalhada, ressaltando mesetas locais capeadas por rochas mais resistentes à erosão, geralmente silicificadas. Esta feição morfológica já foi assinalada por MENDES (1962), tendo reconhecido, na região, três níveis distintos de sílex. FULFARO (1964) assinalou idêntica feição, em região mais setentrional, em afloramentos da mesma formação.

De Angatuba para Guareí, principalmente depois do ribeirão Grande, é esta uma paisagem constante.

b) Formas arredondadas. - São as formas de relêvo mais comuns nas áreas aonde afloram as camadas pertencentes ao Grupo Tubarão, Formação Irati e base da Formação Estrada Nova.

Se bem que essa feição seja normal para as regiões onde ocorrem os sedimentitos do Grupo Tubarão, não é usual para as rochas que compõem a formação basal permiana pelo menos mais ao N da área, onde se apresentam sob formas tabulares.

A interpretação dêsse fato é, por nós, considerada como sendo o resultado da interação de dois fatores principais: um pequeno capeamento, quase sempre constante, dos siltitos basais da formação sobrejacente em áreas de afloramento da Formação Irati. O outro fator, seria a predominância dos folhelhos sobre os calcários nessa mesma formação, regionalmente, o que permite uma melhor esculturação dessas rochas pela rede de drenagem.

Essas formas de relêvo são dominantes a E e W de Angatuba, fora da área da serra.

c) Planície aluvial. - Três cursos de água importantes drenam essa região do Estado de São Paulo. Os rios Itapetininga e Guareí são, grosso modo, quase paralelos, correndo o primeiro de E para W e o segundo de ENE para WSW. O maior curso, no entanto, é representado pelo rio Paranapanema, nível de base local, dos quais os dois primeiros são afluentes da margem direita.

Trataremos das planícies de cada rio isoladamente, não porque apresentem características totalmente diferentes, mas sim por apresentarem pequenas particularidades que as distinguem.

O rio Itapetininga não apresenta grande extensão de aluviões fora das áreas imediatas à sua margem, a não ser próximo à sua barra, mesmo assim, não excedendo a 1 km. Obedecendo a um padrão estrutural rígido, normalmente apresenta-se encaixado com bruscas mudanças de direção. Seus depósitos, nesses trechos, predominam na margem oposta aos altos barrancos.

Ocorre uma superfície aplainada por erosão, 10 metros em média acima da calha atual do rio, que próximo à sua barra confunde-se com idêntica feição do rio Paranapanema. Esta superfície que é bem nítida a S do flanco meridional da serra até a margem do rio, é normalmente coberta por material coluvial. Esse nível enquadra-se na descrição feita por THORNBURY (1954) para terraços de rocha ("bedrock terraces"), produzidos por antigos níveis de base de erosão.

Os cascalheiros ocorrem esparsamente junto à calha atual do rio, em nível situado imediatamente acima das suas margens. Os seixos são constituídos predominantemente por fragmentos irregulares de sílex. Sua descontinuidade caracteriza o tipo de depósito na extremidade de meândros ("point bar"). Um desses cascalheiros ocorre próximo à ponte sobre o mesmo rio, na vila de Engenheiro Hermilo.

O rio Paranapanema, à montante da barra do Itapetininga, apresenta uma planície aluvial de mais de 1 km de largura, situada principalmente à margem direita, fora da área mapiada (SW). No exame de fotografias aéreas destacam-se nessa planície, os crescentes assoreados de antigos braços do rio.

Ao atingir a altura do morro do Mandaçáia, no entanto, enquadra-se no sistema regional, passando a apresentar padrão semelhante ao rio Itapetininga, com depósitos aluviais próximos à calha, bruscas mudanças de direção e altos barrancos nas margens, como o denominado morro da Igreja Velha, na fazenda Bem-Vinda, com cerca de 20 metros de altura, constituído por arenitos do Grupo Tubarão (Foto nº 1).

MORAES REGO (1932, p. 13) menciona camadas terciárias no vale do Paranapanema, próximo à barra do Itapetininga. Nessa situação encontra-se um antigo terraço, 18 metros acima da calha do rio, descrito linhas atrás, já cortado por afluentes do mesmo rio, sobre o qual está situada a vila de Campina do Monte Alegre. Tanto a S como ao N da vila

encontramos cascalheiros a mais ou menos 10 metros acima do nível atual do rio, com uma diferença de cota entre os dois depósitos de 2 metros, no máximo de N para S. Possuem ainda, espessuras desiguais, 2,20 metros o mais setentrional e 0,5 metros o mais meridional. Os seixos são predominantemente de sílex.

A impressão de continuidade dêsse depósito moderno é, no entanto, falsa, pois inexiste a aparente ligação entre os dois níveis de cascalhos, que configuraria a base. Na vila, poços para água permitiram verificar que os sedimentitos do Grupo Tubarão são cobertos apenas por uma capa coluvial centimétrica. Essas cascalheiras, em nossa opinião, exprimem antigos depósitos de extremidade de meândros ("point bar"), sendo, portanto, de idade quaternária e não terciária.

O rio Guareí é o que apresenta na área, a maior continuidade e mesmo uma distribuição mais ampla de depósitos aluviais. O fato, paradoxal em si, pois trata-se do menor curso de água entre os três principais, possui explicações estruturais que serão descritas adiante. Pela mesma razão apontada, segue este rio, na região, um padrão de controle rígido, governado pela estrutura. Seus depósitos apresentam faixas de mais de 1 km de largura tanto a E como a W de Angatuba. Cascalheiros do tipo dos descritos anteriormente, ocorrem em dois níveis a W da mesma cidade, um, na margem atual do rio e outro, 3 metros mais acima. Os seixos em ambos os níveis são constituídos por sílex.

A rede de drenagem, constituída pelos afluentes dos três rios anteriormente descritos, obedece também a um rígido controle estrutural, como é fácil constatar no mapa geológico anexo, principalmente na área ocupada pela Formação Estrada Nova. Esse controle é ditado pelas direções de diaclasamento e subsidiariamente, nas maiores correntes, por falhas.

Existem na região de Angatuba, três direções de diaclasamento:

N 47 a 52° W
N 7 a 12° E
N 57 a 62° E

As duas primeiras direções fazem parte, a nosso entender, de um conjunto estrutural mais antigo, sendo a terceira superimposta pelo falhamento de direção ENE-WSW, que afetou a área.

Normalmente ôsses cursos de água ao atingirem seus níveis de base são massas líquidas tranqüilas, meandrantas. Constituem os saltos e pequenas quedas, degraus mais resistentes à erosão representados por níveis calcíferos do Estrada Nova, zonas silicificadas e intrusões de diabásio.

O clima regional, segundo a classificação de KÜPPEN, é subtropical úmido, sem estação seca, com verão quente, pertencente ao grupo C de climas mesotérmicos (MONTEIRO, 1963).

Registro de períodos torrenciais nos é dado verificar nos afluentes consequentes da margem esquerda do Guareí, que apresentam, como no bairro das Pedras, a W de Angatuba, pequenos níveis conglomeráticos às suas margens. Os seixos, às vêzes bem arredondados, originaram-se das rochas regionais.

A vegetação, também sofre uma influência da sucessão estratigráfica regional. Em meio a um padrão contínuo de cerrados com campo limpo, que ocorre a E, NW, W e S de Angatuba, encontramos na região da serra, principalmente em seus flancos N e S, matas que se enquadram na classificação de florestas latifoliadas tropicais (Grande Região Sul, 1963). A monotonia do cerrado é assim quebrada regionalmente por essas matas que normalmente se restringem às áreas de ocorrência ou cercânias de diabásios.

3 - GEOLOGIA REGIONAL

3.1. Coluna Geológica Regional. - A serra de Angatuba é uma elevação topográfica conspícua na região, situada no centro do enorme crescente que a faixa paleozóica forma no SW do Estado de São Paulo. Eleva-se em seu flanco S abruptamente das planícies formadas pelos rios Itapetininga e Paranapanema (Foto nº 3), expondo quase que como em uma síntese do que ocorre na escarpa da serra Geral, a coluna gondwânica do Estado, desde o topo do Grupo Tubarão ao Arenito Botucatu, em pouco mais de 5 km.

A atitude regional das camadas aflorantes não é de fácil cálculo em vista da tectônica da área possibilitar mesmo até a inversão de mergulhos. O mapa geológico anexo contudo, permite a dedução de uma direção geral NE, com as camadas mergulhando para NW, com ângulo médio de 19°. Valores mais altos, de até 43°, inclusive com inversão do rumo do mergulho para SE, podem ser observados nas proximidades de intrusivas ou falhas, como junto ao km 206 da via de acesso Angatuba-Raposo Tavares (Foto nº 2). Fora da área da serra, no entanto, o mergulho regional é bem menor como a partir do km 210 da via Raposo Tavares, onde possui um valor médio de meio grau para NW.

As rochas mais antigas que afloram na região pertencem ao Grupo Tubarão, que ocupando a maior parte a E da área, nela entra infletindo bruscamente para o S na altura da vila de Bom Retiro, permanecendo a seguir quase que continuamente na margem S do rio Itapetininga. É representado em sua maior parte por sedimentitos do período pós - glacial, que BARBOSA & ALMEIDA (1949) denominaram Formação Itapetininga e representam o topo do mesmo grupo no Estado de São Paulo. Sedimentos glaciais afloram no extremo SW da área, representados pelo diamictito do morro do Mandaçaia.

Superposto a esse grupo sucede-o, sem discordância, o Grupo Passa Dois, de idade permiana. Representa-se esse grupo na área pelas Formações Irati e Estrada Nova. A primeira, inferiormente colocada, é constituída por folhelhos negros fétidos intercalados em certas zonas com leitos de calcário dolomítico e sílex. A formação superior compõe-se de uma seqüência alternada de siltitos maciços e ritmitos formados por lâminas de silte e argila. Apresenta intercalações de calcários na base e no topo, além de níveis de sílex que representam antigos calcários substituídos.

Configura-se muito bem na região o grande ciclo sedimentar que engloba a Formação Irati, descrito por MENDES et al. (1966). Esse ciclo, em São Paulo foi caracterizado pela descrição das fácies Ribeirão Grande e Paranapanema, além da inclusão da fácies Taquaral, criada por BARBOSA & ALMEIDA (1949). As fácies Taquaral e Ribeirão Grande situam-se respectivamente sob e ocupando um termo médio na Formação Irati. A fácies Paranapanema é sempre o termo inicial da Formação Estrada Nova na área.

Foto nº 1 - Morro da Igreja Velha às margens do rio
Paranapanema (Fazenda Bem-Vinda, Angatuba).

*Incompleto
V. ps. 5*

Foto nº 2 - Sedimentitos da Formação Estrada Nova mergulhando fortemente (43°) para SE em virtude de falhamento e intrusão de diabásio. Km 206 da estrada Angatuba - Raposo Tavares.

As rochas incluídas na Formação Botucatu descansam, em dis-
cordância erosiva sôbre rochas do Grupo Passa Dois. Esta formação
inicia-se por uma brecha basal com 40 cm de espessura, em média, cons-
tante na região. Seguem-se arenitos de origem aquosa, com 40 m de
espessura que representam, na área a fácies Pirambóia, contendo um
"sill" de diabásio, por muito tempo correlacionado com o primeiro der-
rame da serra Geral (MORAES REGO, 1932 e 1941).

Na realidade, não existe rocha efusiva na serra de Angatuba,
sendo o seu tópo constituído pelo Arenito Botucatu, que como já foi des-
crito, engloba um "sill" de diabásio. Não pudemos constatar a afirmação
de ALMEIDA (1964, p. 240), quando descrevendo a zona do Paranapanema
se refere à serra do Palmital (ou de Angatuba) como possuindo "uma co-
bertura de centenas de metros da série São Bento, com basaltos do con-
junto inferior de derrames, o que permite à topografia elevar-se à 900
metros de altitude, destacando-se 300 metros sôbre as planícies do rio
Itapetininga." Não iremos aqui insistir na ausência de basaltos na região,
sôbre o que discorreremos mais adiante em capítulo específico. No en-
tanto, a espessura citada não é verificável para o Arenito Botucatu, que
atinge na área um máximo de 40 metros de espessura. As cotas aponta-
das, por outro lado, nos parecem exageradas, pois nem o máximo atinge
900 metros e nem o desnivelamento com a planície do Itapetininga vai até
tal ordem de grandeza, não excedendo 165 metros.

A idéia de que esse acidente topográfico fôsse sômente um teste
munho de erosão, sem qualquer implicação tectônica, não é exata. Mar-
ca, entretanto, um limite mínimo para o avanço do Arenito Botucatu a E
da escarpa atual da serra Geral.

Outras intrusivas são abundantes na área destacando-se o grande
dique com espessura variável (máximo de 50 metros) que corta o centro
da área mapiada de SW para NE.

Embora aparentemente a cobertura aluvionar tome quase que com-
pletamente as planícies que ladeiam as margens dos rios Itapetininga, Gua-
reí e Paranapanema, é esta, uma falsa impressão, pois restringem-se
esses depósitos quase que imediatamente a calha dêsses cursos de água,
com exceção do Paranapanema a montante da barra do Itapetininga. O ma-
terial que ocupa superficialmente essas baixadas (máximo de 0,5 metros)
desde quase a base da serra até os talwegues locais é predominantemente
coluvial.

Acompanha o presente trabalho, dois perfis levantados em dire-
ções perpendiculares cuja intenção é mostrar tanto a sucessão estratigrá-
fica regional, como os efeitos tectônicos que a afetaram.

Nesses perfis (Figs. 1 e 2), diversas falhas foram inferidas com
base em situações estratigráficas ao lado de outras, que foram constata-
das no terreno. A fig. 2 foi levantada com o objetivo de mostrar a ligação
da serra de Angatuba com a serra Geral, em seu ramo de Itatinga. Sua
extremidade N, dista 29 km de Botucatu. Resulta da observação dêste úl

timo perfil, que a região estudada apresenta-se rebaixada em relação à "cuesta" basáltica, de mais de uma centena de metros.

A coluna geológica adotada para a região é a apresentada na tabela I.

COLUNA GEOLÓGICA REGIONAL

Tabela I

Grupo	Formação	Litologia predominante	Fósseis	Espessura
São Bento (Eocretáceo)	"Sill" de Angatuba	Diabásio	---	15 - 20 m
	Botucatu	Arenitos e brecha basal	Conchos- tráceos	40 m
Discordância erosiva				
Passa Dois (Permiano)	Estrada Nova	Siltitos e arenitos finos	Lamelibrân- quios, bei- xes e espí- culas de es- ponja	135 m
	Irati	Folhelhos, calcários e siltitos	Répteis, crustáceos e espículas de esponja	20 - 25 m
Tubarão (Permocarbo- nífero)	Itapetininga	Siltitos e arenitos finos	Vegetais ind. e es- pículas de esponja	---

Foto nº 3 - Vista da face S da serra de Angatuba, tomada da
margem esquerda do rio Itapetininga.

3.2. Geologia Estrutural. - A posição estratigráfica das rochas aflorantes na região e a sua rápida sucessão em pequeno espaçamento horizontal, além do grande número de intrusivas, chamam de imediato a atenção para uma interpretação tectônica.

Foi MENDES (1962) o primeiro a chamar atenção para a complexidade tectônica da área. MORAES REGO (1931, p. 10) interpretou a serra de Angatuba como uma ramificação, nos arredores da vila de Monte Cristo (entre Itapetininga e Guareí), da dobra anticlinal que aí localizou tomando como base o nível Irati. Posteriormente o mesmo autor (1932 e 1941) a considera como um simples testemunho de erosão, fornecendo, no último trabalho, uma seção esquemática entre essa serra e a serra de Botucatu.

Nas frentes erosivas da "cuesta" basáltica no Estado de São Paulo, são comuns estruturas isoladas, os testemunhos, que lhe emprestam um aspecto característico, como nas serras de Santa Maria e Santana dos Padres (nomes regionais da serra Geral), a primeira entre São Pedro e Torrinha e a segunda entre Rio Claro e São Carlos.

Em escarpas provenientes de movimentos tectônicos como a de Angatuba e, segundo FREITAS (1951, p. 92) Fartura mais a SW, nota-se ausência dessas elevações periféricas, mostrando-se a depressão periclinal à escarpa desprovida de qualquer saliência topográfica ressaltada por erosão, com exceção, é claro, das intrusivas locais, como é o caso de Fartura.

Na área pesquisada, falhamentos segundo uma direção ENE-WSW, deram origem a um sistema escalonado com blocos basculados nem sempre para a mesma direção, surgindo mesmo o caso de inversão total dessas direções.

Estruturalmente a serra é um bloco falhado, basculado para NNW, cuja área total fora da serra propriamente dita é de difícil cálculo, visto que nem sempre é possível delimitar as linhas de falha no terreno. A erosão tornou-a uma escarpa obsequente, tipo morfológico raro em falhamentos, pois o bloco elevado que formava a escarpa resequente original era constituído por camadas menos resistentes. É possível, na região, observar um testemunho dessa frente original, que é o morro do Mandaçaia.

O bloco que compreende a maior área da serra de Angatuba, possui os limites S e N mais facilmente demarcáveis no terreno que os laterais E e W. A frente S desse bloco situa-se aproximadamente a 7 km da frente da escarpa atual. A delimitação desse sistema de falha foi possível devido a existência, nas imediações da vila de Campina do Monte Alegre, mas já no município de Buri, de um testemunho da escarpa original resequente, que constitui a elevação denominada morro do Mandaçaia. Esse acidente topográfico (Foto nº 4) com cerca de 50 metros de altura, nos seus últimos 25 metros é constituído por um tilito capeado por 5 m de arenitos silicificados, que lhe deram maior resistência a erosão. Ao N dessa linha de falha, orientada para ENE-WSW, somente afloram camadas do pós-gla-

cial paulista, pertencentes à Formação Itapetininga. Mesmo onde não existem esses testemunhos, é possível perceber a passagem brusca da litologia do Grupo Tubarão superior mais argilosa, para a inferior mais arenosa.

BARBOSA & ALMEIDA (1949, p. 11) colocam o último tilito da sucessão glacial em São Paulo, 10 metros abaixo do topo da Formação Tietê, subjacente ao ciclo pós-glacial. Denominaram este tilito de Juru-Mirim. A espessura da Formação Itapetininga, segundo os mesmos autores (op. cit.) seria de 150 metros. A sondagem CP-1-SP, realizada em 1952 pelo antigo CNP, 11 km à NW de Angatuba, registrou 7 níveis de tilito, o último dos quais a cerca de 104, 6 metros abaixo da Formação Irati.

A pequena distância da frente N do morro do Mandaçaia, afloram as rochas da Formação Irati, cerca de 50 metros abaixo do topo dessa elevação. Admitindo-se ser o tilito que capeia essa elevação o último da sucessão glacial paulista, temos para essa falha, um rejeito mínimo de 105 metros.

O limite N desse mesmo bloco, embora não tão claro quanto o seu correspondente meridional, situa-se na calha ocupada pelo leito do rio Guareí. A demarcação desse limite já não é tão fácil, pois forte cobertura arenosa mascara suas feições principais. Observamos, no entanto, com auxílio de fotografias aéreas e perfis levantados segundo um rumo SSE-NNW, uma inversão de mergulho para SSE, ao N do rio, cuja maior evidência superficial é o escarpamento do Arenito Botucatu ao N do bairro dos Mineiros, realçado pelos cursos de água afluentes da margem direita do Guareí, que nesse bloco procuram o talvegue local, de N para S. Esta situação é demonstrada no perfil levantado entre a serra de Angatuba e um ramo da serra Geral, a serra de Itatinga (Fig. 2).

Neste perfil observa-se que as camadas mergulhando para NW na serra de Angatuba, invertem de 180° o rumo do mergulho a partir da calha do Guareí. Nesse plano de falha, é quase impossível determinarmos se houve movimento relativo, devido à falta de camadas guias, visto o contato Botucatu - Estrada Nova, representar uma discordância erosiva.

O abaulamento da estrutura, provocado por rejeitos diferenciais ao longo dos planos de falha, aparece também, na serra de Angatuba, como é demonstrado no perfil, que levantamos ao longo da rodovia Raposo Tavares (Fig. 1).

A E e a W, já não é possível entender-se com clareza se estamos frente a uma única falha, ou um sistema de falhas.

Com base em nossos dados de campo, no entanto, situaríamos, para o bloco em questão, a E, um limite mais ou menos adjacente ao bairro de Bom Retiro, passando a linha de falha principal através do dique que aflora à cerca de 3 km a NE do bairro do Bom-Bom (vide mapa

Figura 2 - Perfil retificado esquemático entre a serra de Angatuba e a serra Geral (ramo de Itatinga).

geológico anexo). Como se pode observar ao longo do perfil através da rodovia estadual (Fig. 1), falhas paralelas à essa direção e com rejeito menor, são inferidas a partir de situações estratigráficas, a W da linha anterior, entre esta localidade e Bom Retiro. No km 190,5 da via Raposo Tavares, cortando arenitos vermelhos do Grupo Tubarão, situa-se uma linha de falha com direção NNW e caimento para ENE, evidenciada por uma faixa brechada com cêrca de 8 metros de espessura.

A W embora não possamos localizar exatamente a posição da falha ou falhas, temos evidências que possibilitam restringí-la a uma zona de falha. A Formação Irati, aflora na margem direita do Guareí, a WNW de Angatuba, justamente onde êsse mesmo rio, até então com direção geral NE - SW, muda bruscamente seu curso, para uma direção NNE - SSW, no início, alinhando-se para N - S, mais além (vide mapa geológico). Paralelamente, pode-se observar escarpas ressequentes próximo à margem do rio, apresentando, em sua base, os folhelhos do Irati evidentemente sobrelevados. Com efeito, computando-se o valor do ângulo de mergulho regional e seu rumo, a Formação Irati não deveria aflorar à W de Angatuba, mesmo levando em conta o profundo descapamento levado a efeito pela ação erosiva do Guareí e Paranapanema.

Por outro lado, ainda na face ocidental da serra, pode-se observar em uma faixa de 2,5 km a partir do km 207,5 da via Raposo Tavares e em outras áreas ao longo de uma direção praticamente N - S, nesse trecho, grande concentração de intrusivas, estando deformados os sedimentitos da Formação Estrada Nova, indicando zona de intensa movimentação tectônica (Fig. 7 A).

Em perfis e reconhecimentos auxiliares que realizamos para melhor entendermos o complexo tectônico da área, conseguimos localizar outras zonas de intenso falhamento.

Ao longo da antiga rodovia estadual Angatuba - Paranapanema, além da já mencionada feição estrutural ocupada neste trecho pela calha do rio Guareí, localizam-se outros falhamentos de pequeno rejeito, até uma distância de 24 km de Angatuba, onde, em curta extensão horizontal, praticamente no mesmo nível topográfico, passamos do tôpo da Formação Estrada Nova (zona Pinzonella neotropica - Jacquesia brasiliensis (vide MENDES, 1952), para os sedimentitos arenosos da Formação Botucatu. Nesse curto intercalo, entre o jazigo fossilífero citado e os arenitos (1 km), encontra-se, intercalado, um possante dique de diabásio, com cêrca de 50 metros de espessura.

Em perfil levantado entre a entrada para a fazenda Aterradi-nho, a partir do km 222 da rodovia Raposo Tavares, e a margem do rio Paranapanema, segundo uma direção geral N35W, passamos da Formação Irati para uma espessura anormal da fácies Paranapanema (cêrca de 48 metros), para em seguida entrarmos em um terraço do rio Paranapanema, em que inexistem afloramentos. A 13,7 e 15,2 km a partir

da rodovia, no entanto, afloram rochas litològicamente semelhantes às que constituem o tópo do Grupo Tubarão na área. São siltitos argilosos avermelhados, intercalados com bancos de sílex. A 17,3 km do mesmo ponto de referência, já nas margens do Paranapanema, afloram os sedimentitos da Formação Estrada Nova. Este percurso, realizado pràtica-mente no sentido do rumo do mergulho regional, não apresenta grandes desníveis topogràficos, o que vem reforçar a hipótese do soerguimento por falha do bloco sedimentar em pauta, pertencente ao Grupo Tubarão.

De Angatuba para Guareí e Monte Cristo, principalmente em direção à esta última localidade, observa-se vários falhamentos, provà-velmente pertencentes à um sistema paralelo de direção NNW que glo-balmente analisados, traduzem o abaixamento do bloco que constitui a serra de Angatuba, tomando por base a cota dos afloramentos da Forma-ção Irati.

Com êsses dados, pudemos determinar que houve na região um falhamento em blocos, causado por falhas normais oblíquas, resultando um padrão escalonado de blocos basculados, um dos quais, é realçado pela serra de Angatuba. A direção das falhas principais é ENE - WSW. Paralelamente à êstes movimentos, como que em uma compensação ao adernamento, houve falhamentos com direção NNW - SSE, cujos planos apresentam movimento de rotação. Esses blocos, compreendidos entre os planos de falha de direção NNW, podem apresentar ângulos variáveis de mergulho; também o rumo destes mergulhos, é variável em suas ex-tremidades laterais, devido a pequenos arqueamentos.

O falhamento orientado para ENE - WSW possui rejeitos que ex-cedem uma centena de metros, como o da já citada falha do Mandaçáia. Já o falhamento orientado para NNW - SSE, no entanto, apresenta rejei-tos que atingem, no máximo, a metade da ordem de grandeza das da direção precedente, mas que atingem, em geral, valores bem menores. A falha pertencente à segunda direção, que atravessa os bairros de Bom-Bom e Leites, foi a que maior rejeito apresentou em nossas medidas, 54 metros, em sua extremidade S (vide mapa geológico).

As falhas de direção NNW, assinaladas no mapa geológico, fo-ram suspeitadas no campo e comprovadas pelo Dr. NELSON ELLERT pelo método geofísico da eletro-resistividade.

GUTMANS (1949) diz ter verificado nos sedimentos do "Sistema de Santa Catarina", no Estado de São Paulo, falhamentos paralelos aos assinalados para o cristalino, sem, no entanto, precisar essa direção. A direção de falhamento ENE - WSW, foi assinalada por FREITAS (1951, p. 48) para o cristalino do S brasileiro. Cremos ser êste um dos primeiros trabalhos a constatar essa direção tectônica, com raízes no embasamento cristalino, na faixa Paleozóica paulista.

O valor dos rejeitos não é contínuo para uma mesma linha de falha, fato aliás, já assinalado por PUTZER (1953) para falhas no Gondwana do Sul do Brasil, o que imprime uma maior complexidade ao

problema. É nossa opinião, que essas linhas não são contínuas mas sim, que pertencem à um sistema estrutural de mesma direção que pode mesmo, apresentar paralelismo entre si.

Falhas morfológicamente inversas, podem ser observadas paralelamente à êsses movimentos principais, como no km 207,5 da via Raposo Tavares (Fig. 3). Em uma região sujeita à um diastrofismo de tensão com falhamentos de gravidade como resultante, só poderemos explicar essa feição atribuindo-a ao tipo de falhamento normal reverso. Segundo BELOUSSOV (1962, p. 147) o abatimento da lapa, ocorre como uma particular manifestação em falhamentos normais, sendo morfológicamente idênticas às falhas inversas comuns. Estão as falhas normais comuns e reversas, intimamente ligadas e, segundo o mesmo autor, usualmente fazem parte de uma só estrutura.

Associada à essa falha normal reversa, encontramos os sedimentos da Formação Estrada Nova dobrados (Fig. 3 e foto 5) com evidentes efeitos produzidos por um metamorfismo termal. PUTZER (1953) menciona a existência, em Santa Catarina, de carreação e dobras, sempre locais, atribuindo-as à um "efeito de compensação causado por compressões locais no momento do deslocamento." No km 211 da via Raposo Tavares observamos estruturas de carreação (Foto nº 6) que devem ter exatamente essa origem. O dobramento acima referido, no entanto, demonstra como já foi dito, efeitos termais ligados a proximidade com o grande dique que ocorre no centro da área, fato que será discutido adiante. Para esse dobramento, admitimos uma origem mista, derivada tanto do falhamento regional como do metamorfismo cáustico.

Esse tipo de diastrofismo foi objeto de poucos trabalhos prévios na bacia do Paraná. PUTZER (1953) descreve para uma área do S de Santa Catarina, um tipo de diastrofismo de tensão a que chamou de "germanótipo", o que evidentemente não é o caso de Angatuba, que apresenta um tipo de falhamento em "tilted fault blocks", como se encontra em BILLINGS (1954, p. 197).

Não pretendemos em um trabalho fundamentalmente descritivo, como o presente, penetrar na complexa questão das causas desses falhamentos. Aceitamos a hipótese de PUTZER (1953) que atribui o fenômeno a esforços de distensão em uma reação lógica a esforços verticais das profundezas terrestre.

Quanto à idade desses movimentos diatróficos na região, há vários fatores a serem considerados:

A espessura máxima da Formação Estrada Nova na área de Angatuba é de 134 metros. A sondagem executada pelo CNP, CP-1-SE, localizada à 11 km a NW de Angatuba, acusou uma espessura de 213,3 metros para a mesma formação. Há, pois, a considerar, a ausência de 79,3 metros da mesma unidade estratigráfica em pouco mais de 15 km. MENDES (1962) diz estar o Grupo São Bento reco-

Foto nº 4 - Vista da face N do morro do Mandaçaia.

Foto nº 5 - Sedimentitos dobrados da Formação Estrada Nova,
no km 207,5 da via Raposo Tavares.

brindo transgressivamente o têrmo médio inferior da Formação Estrada Nova na serra de Angatuba. Comprova a assertiva, a associação faunística descrita pelo mesmo autor (op. cit.), pertencente a zona Pinzonella illusa - Plesiocyprinella carinata.

Encontramos 24 km a NW de Angatuba, na antiga rodovia Angatuba - Paranapanema, um jazigo fossilífero na Formação Estrada Nova, contendo lamelibrânquios fósseis pertencentes a zona Pinzonella neotropica - Jacquesia brasiliensis, que segundo MENDES (1952), situa-se na porção superior da mesma formação.

As associações faunísticas e as medidas de espessura da unidade, confirmam a ausência, em curta extensão, de dezenas de metros da mesma formação.

Paralelamente a êsses dados, encontramos, tanto em uma localidade como na outra, o contato entre essa formação e o Arenito Botucatu sempre representado, nessa zona de discordância erosiva, pela brecha basal pertencente ao pacote sedimentar superior. O Arenito Botucatu descansa uniformemente por sôbre essas duas áreas.

Parece-nos um indício bastante claro, que em época pré-Botucatu, a região sofreu um diastrofismo que elevou, ao S do local citado acima, um bloco da Formação Estrada Nova, situado na área hoje rebaixada da serra de Angatuba. A erosão posterior nivelou essa área a altura do bloco N rebaixado, e nessa superfície aplainada ocorreu a sedimentação dos arenitos do Grupo São Bento. Como rejeito mínimo dessa falha, desde que não sabemos o quanto foi removido pela erosão no bloco N, podemos inferir um valor ao redor de 80 metros.

Examinando os dados das sondagens de dois poços, GUST-3-SP e GUST-4-SP, localizados respectivamente à 19 e 14 km a E da sondagem de Angatuba (CP-1-SP), encontramos valores de espessura da Formação Estrada Nova de 167 metros e 168 metros. Os dois poços distam um do outro 6,2 km. A proximidade dos três furos permite-nos estender êsse falhamento pré-Botucatu a uma área maior que a estudada, pois parece-nos que a E de Angatuba também houve levantamento seguido por erosão nessa época.

É quase unânime a opinião entre os geólogos brasileiros, principalmente entre os que se dedicam ao estudo do Gondwana, a respeito de os diabásios não possuírem influência ativa na estrutura. PUTZER (1953, p. 70) afirma nunca ter observado ação alguma dos diabásios na estrutura de conjunto, salvo pequenos amarrotamentos locais, admitindo somente uma considerável influência "material" da intrusiva sôbre a hospedeira. Se é válida a hipótese, êsses diabásios penetraram ou usaram as fendas abertas por tensão em uma determinada fase tectônica.

O "mise en place" dos diques que ocorrem na área estudada pressupõe dessa forma, uma fase diastrófica contemporânea à intensa atividade magmática, que sem dúvida filia-se ao vulcanismo mesozóico

Figura 3 - Esquema da face S do barranco do km 207,5 da
via Raposo Tavares.

que assolou a bacia do Paraná (LEINZ, 1949).

Observa-se no campo e é assinalado no mapa geológico, que na região de Angatuba, o "sill" intrusivo no Arenito Botucatu, encontra-se falhado. Este diabásio foi datado no Laboratório de Geocronologia da Universidade de São Paulo, sendo-lhe atribuída a idade de 128,3 m.a. (mais ou menos 4 m.a.), situando-se portanto no Eocretáceo (comunicação verbal do geólogo UMBERTO CORDANI). Inferindo-se situações a partir de observações de campo como é demonstrado na fig. 7 A e B, além das verificações diretas como a descrita acima, é lógico deduzirmos uma fase tectônica posterior, pelo menos, à cristalização do magma basáltico intrusivo.

Verifica-se assim, na área pesquisada, pelo menos três ciclos tectônicos: a) pré-Botucatu; b) contemporâneo ao vulcanismo mesozóico; c) contemporâneo à uma fase final ou então pós-vulcânica.

FREITAS (1951) admite para os falhamentos brasileiros, uma idade entre o fim do Cretáceo e o fim do Plioceno ou mesmo Pleistoceno. PUTZER (1953, p. 57) assinala um evento diastrófico na fase final da época gondwânica, para o Paleozóico de Santa Catarina. O mesmo autor (idem, p.72), admite, como é possível deduzir de seu texto, três ciclos tectônicos, ou então um único com rejuvenescimento de esforços, a saber: pré-vulcanismo, perdurando durante o vulcanismo e a última fase representando um rejuvenescimento na época da orogênese andina.

Em relação a Angatuba, vemos que quanto a idade, os dados indicam terem os movimentos tectônicos ocorrido tanto em época pré-Botucatu, como em uma fase mais moderna, que poderia ter a idade enunciada por FREITAS (1951). Se estamos diante de três ciclos ou rejuvenescimento de um único, é um problema de difícil solução, visto que as linhas tectônicas mais antigas estão mascaradas pela sedimentação posterior a ela. Somente um levantamento minucioso de região mais ampla, baseada em perfurações, nos desvendaria com clareza esse aspecto.

A estrutura de blocos adernados que forma o complexo estrutural da área, é datado por nós como tendo sua origem na época da última movimentação, visto estar o diabásio do "sill" de Angatuba falhado ao longo das linhas de falha NNW, com movimentos de rotação ao longo de seus planos, que entendemos estar diretamente ligados ao adernamento provocado pelo falhamento com direção ENE-WSW.

4 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

4.1. Grupo Tubarão. - As rochas pertencentes à esse grupo só aparecem na faixa meridional da área estudada. Em áreas de ocorrência da formação sobrejacente, Formação Irati, afloram os siltitos da fácies Taquaral nos vales mais profundos como a W de Angatuba.

A seqüência aflorante mais antiga desse grupo, pertenceria a Formação Tietê de BARBOSA & ALMEIDA (1949), possuindo distribuição areal restrita. Só aparece, por falhamento, nas imediações da vila de Campina do Monte Alegre e da estação da EFS. Eng. Hermilo.

O morro do Mandaçáia (Foto nº 4) situado próximo à vila de Campina do Monte Alegre, na divisa entre os municípios de Angatuba e Buri, apresenta a seguinte sucessão, do topo para a base:

- 5 metros de arenitos finos a siltitos grossos, avermelhados, com estratificação pouco nítida plano paralela, silicificados no topo.
- 20 metros de um diamictito de matriz relativamente grosseira (silte grosso) cinza amarelada, com seixos relativamente abundantes de litologia e tamanho variados.
- 30 metros de arenitos finos cinzentos, vermelhos quando decompostos, com estratificação plano paralela.

BARBOSA & ALMEIDA (1949) descrevem uma situação muito semelhante para o topo da Formação Tietê, onde ocorre o tilito a que denominaram Juru-Mirim. Segundo ainda os mesmos autores (op. cit.) esse diamictito ocorre nos arredores de Itapetininga. Mesmo levando em conta a descontinuidade atribuída à esse tilito, a sua ocorrência em área próxima a estudada, nos levou, além de considerações apontadas no capítulo sobre a tectônica da região, a admitir a presença da Formação Tietê no extremo sul da área demarcada no mapa anexo.

Dominantemente ocorre na área mapeada para o grupo, a Formação Itapetininga, como pode-se observar também a E na via Raposo Tavares de Itapetininga para Angatuba. Não pudemos em nossos trabalhos de campo, distinguir exatamente os membros Tupi e Tatuí, como descritos pelos mesmos autores (op. cit.). Dessa forma nos referiremos à esse pacote superior do Grupo Tubarão, na área, como Formação Itapetininga "sensu lato."

A sucessão litológica é representada por siltitos ora argilosos ora grosseiros, passando a arenitos de fino a médio. Caracteristicamente essas rochas normalmente apresentam pelotas de argila ("clay galls") e pequenos seixos bem arredondados dispersos na seqüência. Apresentam sempre uma marcante variação tanto na vertical como na horizontal, mes

mo em um único afloramento. Sequências rítmicas em que se alternam lâminas de silte e argila, passam rapidamente a sucessões maciças.

A côr vermelha intensa que essas rochas apresentam nos afloramentos mais intemperizados é secundária. Pode-se observar isso mesmo nos desbarrancamentos devidos à intensa precipitação que ocorre no período das chuvas, quando por baixo da capa vermelha, as rochas mostram uma coloração esverdeada.

Normalmente apresentam-se os sedimentitos pertencentes à essa formação, estratificados plano paralelamente. Ocorre, no entanto, estratificação cruzada nítida, como nos arenitos do km 191 da via Raposo Tavares (Foto nº 7). Localmente apresentam-se êsses sedimentitos com estruturas convolutas, associadas à outras feições próprias de deslises sub-aquáticos.

O contato com a Formação Irati superiormente colocada é gradativo, sempre com a presença dos siltitos cinzas da fácies Taquaral passando para os folhelhos típicos da formação sobrejacente. A espessura dessa fácies, não pode ser determinada na área, excedendo, no entanto, 3,5 metros medida em sua máxima exposição, no km 220,5 da via Raposo Tavares, onde aflora por falha.

A sondagem CP-1-SP acusou para todo o pacote das rochas pertencentes ao Grupo Tubarão, na região de Angatuba, uma espessura de 1 253,3 metros.

4.2. Grupo Passa Dois:

4.2.1. Formação Irati. - Os afloramentos pertencentes à essa formação bordejam a serra em seu flanco E e S. A E, está a formação restrita aos vales, no andar topográfico médio entre o topo das colinas e a planície ou cursos de água. A W de Angatuba, aflora, provavelmente por falha, na margem direita do rio Guareí na altura da mesma cidade, constituindo a maior parte dos afloramentos das planícies pertencentes aos rios Paranapanema e ao baixo curso do Guareí até próximo à sua barra, não mapeável, em certos trechos, por conter uma capa aluvionar recobrimdo-a. Na margem esquerda do Paranapanema estende-se essa formação até o km 235 da via Raposo Tavares, fora da área mapeada.

A espessura média dessa sequência regionalmente, é da ordem de 20 a 25 metros. O poço pioneiro CP-1-SP, do antigo CNP, registrou uma espessura de 44,4 metros para a Formação Irati à NW de Angatuba. Essa aparente espessura maior, a nosso vêr, foi causada pela confusão entre os siltitos escuros da base da Formação Corumbataí e, talvez, até por parte da fácies Taquaral, com as rochas pertencentes à Formação Irati, como já foi demonstrado por MENDES et al. (1966).

Na área essa sequência é constituída predominantemente por folhelhos escuros, finamente laminados, normalmente apresentando odor

Foto nº 6 - Carreação em sedimentitos da Formação Estrada Nova, no km 211 da via Raposo Tavares.

Foto nº 7 - Estratificação cruzada em arenitos do Grupo Tubarão, no km 191 da via Raposo Tavares.

fétido. É comum em tôda a sucessão, zonas de alternância entre leitos de calcário e folhelho, litolôgicamente semelhante a denominada sucessão rítmica da região de Rio Claro e Piracicaba, descrita mais recentemente por BARBOSA & ALMEIDA (1953) e BARBOSA & GOMES (1958). Não se apresenta, em tôda a região, o banco dolomítico situado na base da Formação explorado comercialmente, na área acima citada. É possível observarmos, como na estrada municipal que vai do km 191 da via Raposo Tavares à vila de Ribeirão Grande, a passagem concordante dos siltitos decompostos da fácies Taquaral para a zona rítmica da Formação Irati, separados por delgado (20 cm) nível de sílex, fato comum nessa parte da área. Bancos arroxeados, argilosos, às vèzes ocorrendo na base da formação, alguns com até 1,50 m de espessura, como o que aflora no km 220 da via Raposo Tavares, são devidos à intemperização de zonas folhelhóides, sem intercalação de calcário.

A única ocorrência calcária que conhecemos situa-se no bairro dos Ribeiros, estratigràficamente situada próxima à base da Formação Estr. Nova (5 metros abaixo) com extensão horizontal reduzida (cêrca de 600 metros), podendo se tratar de uma lente. O poço CP-1-SP, somente acusou um delgado nível de calcário no terço inferior da Formação. Lentes de calcário dolomítico na Formação Irati, podem, inclusive constituir depósitos exploráveis comercialmente, como pode ser observado próximo à Itapetininga (cêrca de 15 km), no local conhecido como Sabiáuna, na pedreira do Sr. Carlos Di Colla. Nesse local o denominado "banco" apresenta-se sob forma lenticular, orientado transversalmente para N - S, com 600 metros de extensão nessa direção, atingindo em seu centro até 3,5 metros de espessura.

Um dos fatos mais conspícuos dessa formação, na região de Angatuba, são as intercalações sílticas que constituem a fácies Ribeirão Grande descrita por MENDES et al. (1966), sendo o melhor afloramento (op.cit.) coberto por delgada (20 cm) capa de sílex brechóide com abundantes restos de crustáceos.

Os melhores afloramentos da formação são os situados nas proximidades de intrusivas básicas, que lhes dão maior resistência à erosão. Fora dessas áreas a formação encontra-se profundamente alterada sendo seu aspecto normal faixas intensamente coloridas, com as cores creme, violeta e cinza claro, com abundantes concreções de sílex. É esse último fator, juntamente com uma certa ondulação das camadas nas regiões mais intemperizadas, que a diferencia dos siltitos argilosos da base da Formação Corumbataí. A W de Angatuba, no bairro dos Ribeiros, encontram-se êsses afloramentos recobertos por uma canga limonítica com 15 a 20 cm de espessura. Esta cobertura limonítica pode também ser observada, em maior escala, antes do km 220 da via Raposo Tavares.

São comuns nas exposições, estruturas de colapso, em virtude da dissolução de leitos calcários, bem como verdadeiras intrusões de calcário nos folhelhos, causadas por compactação no estado hidroplástico, visível no km 195 da via Raposo Tavares. Nas partes mais alteradas, principalmente onde o ritmismo é mais pronunciado, a formação apresen

ta-se dobrada, dando um aspecto característico nos afloramentos dessa seqüência. Esta situação é bem visível na via Raposo Tavares, no km 220 até a calha do rio Paranapanema e também imediatamente a sua margem esquerda.

As características concreções de sílex ("bonecas de sílex") dessa sucessão litológica, se bem que abundantes na área, distribuem-se normalmente em faixas dentro da formação. Estas zonas, no entanto, não possuem posição fixa dentro da seqüência, distribuindo-se desde a base até o topo. Essas concreções, possuem, em média, 2 cm de diâmetro. Existem afloramentos em que elas aparecem somente em um único nível.

Os contatos de base e topo da Formação Irati não são facilmente distinguíveis na área em virtude da espessura de decomposição. As zonas que permitem uma observação direta nos mostram sempre a base da formação em contato concordante com os siltitos cinzas, às vezes, cinza escuros, da fácies Taquaral. Não pudemos constatar, em nenhum afloramento, o conglomerado sílexítico citado por BARBOSA & ALMEIDA (1953) e BARBOSA & GOMES (1958), existente na região de Assistência, Rio Claro. Há a passagem gradual de uma fácies para a outra. Os melhores afloramentos situam-se na estrada municipal para o bairro dos Ribeiros, na estrada que vai do km 191 da via Raposo Tavares para o bairro do Ribeirão Grande, à 2,5 km da entrada, e no km 221 da via Raposo Tavares, onde estão expostos 3,5 metros de siltitos da fácies Taquaral sob a base do Irati, que nesse local mostra deformações por compactação como as descritas por LANDIM (1965).

Não pudemos observar a citação de MORAES REGO (1930, p.30) de que o calcário da Formação Irati se assenta diretamente sobre as camadas glaciais, na margem esquerda do rio Paranapanema, próximo à barra do rio Guareí. O alagamento de grande área, não só do Paranapanema, mas também, em menor escala, do seu tributário o Itapetininga, em virtude do represamento das águas do primeiro (Jurumirim), impediu que essas e outras referências anteriores pudessem ser observadas.

O contato superior com a Formação Estr. Nova é, da mesma forma, difícil de ser observado. O único local que permite uma observação direta, localiza-se no km 195 da via Raposo Tavares. Os folhelhos da Formação Irati passam gradualmente para os siltitos da fácies Paranapanema, fácies esta, situada na base da Formação Estr. Nova (MENDES et al., 1966). A observação direta desse contato é a que maior dificuldade apresenta na área, estando essas zonas quase sempre encobertas por um solo vermelho, proveniente da alteração das duas fácies acima citadas.

Fósseis. - Na área em questão, não são muito abundantes os fósseis nessa formação. Encontram-se raramente, nos afloramentos, pedaços de ossos provavelmente pertencentes ao pequeno réptil Stereosternum, já conhecido em outras áreas do Estado de São Paulo.

No topo da intercalação síltica (fácies Ribeirão Grande) situada

na estrada para o bairro de Ribeirão Grande, à 7,4 km da via Raposo Tavares e 1,35 km antes da vila com o mesmo nome, ocorre uma delga da camada de sílex, bastante alterada, apresentando fragmentos de sílex irregulares e abundantes restos de crustáceos do gênero Liocaris.

4.2.2. Formação Estrada Nova

4.2.2.1. O problema da classificação estratigráfica. - Fizemos um retrospecto das principais colunas geológicas apresentadas nos últimos 15 anos para o Estado de São Paulo. Deixamos de apresentar um histórico minucioso de todas as colunas propostas, por acharmos que tal fato seria fastidioso, além do que, estaríamos repetindo o que já se encontra em várias publicações.

MENDES (1952) apresenta a seguinte classificação para o vale do rio Corumbataí:

Série São Bento	Eruptivas	Derrames Sills Diques	Eomesozóico
	Formação Botucatu		
	Discordância		
Série Passa Dois Dois	Formação Corumbataí		Permiano
	Formação Irati		
Série Itararé - Tubarão			

O conjunto das Formações Corumbataí e Irati, constitui, no Estado de São Paulo, o prolongamento da Série Passa Dois de WHITE, do Estado de Santa Catarina e Paraná.

BARBOSA & ALMEIDA (1953, p. 14) apresentam a seguinte coluna geológica para as quadrículas de Rio Claro e Piracicaba:

Série	Idade	Formação membro ou fácies
São Bento	Liássica ou Rética	Eruptivas da Serra Geral
		Botucatu
		Santana
		Pirambóia
Ligeira inconformidade		
Passa Dois	Permiano médio ou inferior	Estrada Nova
	Permiano inferior	Irati
Tubarão	Pensilvaniano	Itapetinga Tequaral Tatuí Tupi
		Tietê
		Gramadinho

Na p. 43 (op. cit.) os mesmos autores dizem não ter sentido a manutenção do nome Formação Corumbataí, em vista da sua similaridade litológica e faunística, além da continuidade, entre essas camadas e as "camadas Estrada Nova" de I.C. WHITE. Nessa afirmação nota-se a confusão denunciada por MENDES (1961, p. 5) entre litoestratigrafia e bioestratigrafia.

BARBOSA & GOMES (1958) apresentam, para a mesma área, uma nova redistribuição na classificação estratigráfica, colocando o membro Taquaral na base da Formação Irati, subdividindo essa formação em dois membros: o Taquaral inferior e o Assistência, superior. Como o membro superior, Assistência, segundo definição de seus proponentes, consiste em folhelhos negros, calcários cremes e escuros com sílex e pirobetumes, equivale, como já assinalou MENDES (1961, p. 10) à Formação Irati "sensu" WHITE.

Apontam ainda os mesmos autores uma desconformidade erosional entre essa formação e o Grupo Tubarão.

Atribuem ainda à Formação Estrada Nova, no Estado de São Paulo, as fácies criadas por GORDON JR. (1947) para os Estados do Paraná e Santa Catarina, ou seja, Serra Alta e Terezina. SANFORD & LANGE (1960, p. 1 340) reconhecem, no entanto, ser essa formação indivisível em São Paulo. À p. 16, do mesmo trabalho, BARBOSA & GOMES, insistem, como já havia sido feito por um dos autores anteriormente (1953), no abandono do termo Formação Corumbataí.

Em 1964, o Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, em Boletim explicativo do mapa geológico do Estado (nº 41) editado no ano anterior, apresenta a seguinte coluna para o espaço de tempo em ques tão:

Período	Grupo	Formação
Triássico (Rético ?)	São Bento	Serra Geral
		Botucatu e Pirambóia
Permiano	Estrada Nova	Corumbataí
		Irati
Carbonífero	Tubarão	

MEZZALIRA, à p. 65 do mesmo trabalho, diz ter a Comissão organizadora do mapa geológico adotado a classificação proposta por SANFORD & LANGE, no que diz respeito ao pacote Permiano do Estado de São Paulo.

No trabalho de SANFORD & LANGE (1960) encontra-se a divisão mencionada na fig. 6 da p. 1 326, que MEZZALIRA transcreve com inclusão do Grupo Rio do Rasto, no quadro II, p. 65 do Boletim nº 41 do IGG:

Série Passa Dois	Grupo Rio do Rasto (não diferenciado)	
	Grupo Estrada Nova	Formação Corumbataí Formação Irati

Os mesmos autores, no entanto, à p. 1 338 (op.cit.) ao discutirem problemas de idade e conteúdo paleontológico do "Grupo Estrada Nova", na Bacia do Paraná, dizem textualmente ser a Formação Corumbataí do Estado de São Paulo equivalente ao Estrada Nova, em aparente contradição com a tabela anterior.

MEZZALIRA (1965) volta novamente ao assunto, mantendo a mesma classificação para a região de Rio Claro. Em adendo, discute o problema da prioridade do nome Estrada Nova sobre o Corumbataí, explicando, em breve histórico, o que os antigos geólogos paulistas entendiam por Corumbataí.

Dêsse breve retrospecto, gostaríamos de ressaltar, em primeiro lugar, o fato de que tôdas essas colunas foram propostas com base em trabalhos sobre uma única região do Estado de São Paulo ou seja a quadrícula de Rio Claro - Piracicaba. Em um pacote sedimentar como é o Permiano da bacia do Paraná, complexo, com recorrência de fácies (MENDES, 1962) afora outras características próprias de seu ambiente deposicional, supérfluo seria acrescentar os perigos da generalização, de tais classificações locais, para toda a extensão da faixa Permiana aflorante no Estado.

Em segundo lugar, existe uma grande confusão nessas classificações, estabelecidas pelo uso indevido de termos estratigráficos, chegando mesmo, a má aplicação dessa nomenclatura, a propiciar o aparecimento de novas classificações como a de SANFORD & LANGE (1960), repetida por MEZZALIRA (1964 e 1965).

MENDES (1961, p. 3) já chamou a atenção para o uso indevido do termo "série", que designa uma unidade cronoestratigráfica formada durante uma época, para o Grupo Passa Dois, pois "grupo", representando uma unidade litoestratigráfica, seria o melhor termo a ser empregado.

Trabalhos mais recentes, transformaram radicalmente a problemática da classificação estratigráfica da sucessão Permiana no Estado de São Paulo.

MENDES (1963) chama a atenção para a continuidade da sedimentação do pós-glacial paulista com o Grupo Passa Dois, dizendo que o limite inferior para esse grupo deveria corresponder ao que BARBOSA & ALMEIDA (1949) denominaram Formação Tatuí.

MENDES et al. (1966) ao descreverem o comportamento espacial da Formação Irati, ressaltaram ser essa seqüência proveniente de sedimentação em zonas redutoras pertencentes a um ciclo sedimentar mais amplo, parcialmente também redutor, representado em São Paulo pelas fácies que denominaram Taquaral, Ribeirão Grande e Paranapanema, e nos Estados do Paraná e Santa Catarina, pelas fácies Joaquim Távora, São Mateus e Serra Alta.

Os mesmos autores (op.cit.) chamaram a atenção para o caráter local do conglomerado silexítico, que segundo BARBOSA & ALMEIDA

(1953) situava-se diretamente sob o Irati, demonstrando sua ausência nas seções estudadas.

MENDES & FULFARO (1966), estudando as camadas gondvânicas do N paranaense, verificaram que o litossoma Serrinha, pertencente à base da Formação Rio do Rasto de GORDON JR. (1947), não só se interpõe entre os litossomas Serra Alta e Terezina, estes pertencentes à Formação Estrada Nova (op.cit.), como retorna no meio deste último litossoma (MENDES, 1962), e ainda o sobrepõe. Apresentam, no mesmo trabalho, um esquema (Fig. 6, p. 41) das relações hipotéticas entre essas unidades, na região.

Pelas razões apontadas, no mesmo trabalho, MENDES & FULFARO, à p. 32, na sinópse das unidades litoestratigráficas apresentadas, incluem o litossoma Serrinha, na Formação Estrada Nova. A colocação desse litossoma, anteriormente incluído na Formação Rio do Rasto (GORDON JR., 1947), em sua posição real, amplia em grande escala as variações faciológicas da Formação Estrada Nova, permitindo por isso, novas considerações sobre as correlações prévias.

A Formação Corumbataí (=Estrada Nova) apresenta, em maior ou menor escala, litofácies que evocam cada um dos três litossomas apresentados (op.cit.) para a Formação Estrada Nova. A incompatibilidade total de sua correlação prévia com o Estrada Nova de GORDON JR., residia, justamente, nesse seu caráter indiviso chegando a abranger, em certos níveis, como no topo da Serra da Fartura em São Paulo, aspecto dos sedimentitos próprios da fácies Serrinha.

A ampliação do significado da Formação Estrada Nova, torna assim a manutenção do termo Formação Corumbataí, para o Estado de São Paulo, inadequada, devendo, portanto, ser abolida.

O pacote sedimentar Permiano, supra-Irati, no Estado de São Paulo, deve ser agrupado sob o nome de Formação Estrada Nova usando-se termo já consagrado na estratigrafia da Bacia do Paraná. Essa formação, no entanto, é ainda indivisível no mesmo Estado, pois não se caracterizam plenamente as diversas fácies que a compõe no Paraná e Santa Catarina. Mesmo a fácies Parapanema, descrita por MENDES et al. (1966), para a base dessa formação em São Paulo, ainda não possui valor estratigráfico, pois dela pouco se conhece sobre extensão e continuidade.

É nossa opinião que MENDES (1963) está com razão ao propugnar para uma nova classificação estratigráfica, em São Paulo, um limite inferior para o Grupo Passa Dois, o início da sedimentação pós-glacial, pois não há, desse nível até a base do Grupo São Bento, quebra na sedimentação, como já foi demonstrado pelo mesmo autor e colaboradores (1966) para a passagem Taquaral - Irati - Estrada Nova.

MENDES & FULFARO (1966, p. 33) levantam, no entanto, uma

consideração de ordem prática de suma importância em classificações estratigráficas. Segundo os mesmos autores essas classificações não devem perder de vista os problemas geo-cartográficos, sendo este, o motivo da manutenção da Formação Irati (op.cit.), nos moldes tradicionais.

Assumimos, nesse trabalho, para a mesma formação, idêntico raciocínio, não havendo, pois, discrepância entre a coluna geológica apresentada e a explanação anterior.

4.2.2.2. Área de ocorrência e espessura. - Os sedimentitos dessa formação ocupam os flancos da serra de Angatuba, desde quase seu topo até os vales que a margeiam, já em sua base. Na área mapeada dessa formação aflora em todos os quadrantes, tomando-se como centro a serra de Angatuba, e ocupam a maior parte dos flancos das elevações ao N do rio Itapetininga. Para W, ao longo da rodovia Raposo Tavares, a mesma formação é truncada no vale do Paranapanema, aflorando novamente já fora da área em estudo, no km 235 da mesma rodovia (Fácies Paranapanema). Estende-se nessa direção até o km 259 onde entra em possível contato de falha com o Arenito Botucatu, existindo, a separar as duas formações, um espesso dique de diabásio.

Regionalmente a espessura média da sequência é de 134 m. A E os poços GUST-3-SP e GUST-4-SP, do antigo CNP acusaram respectivamente 167 e 168 metros para a mesma sequência. O poço pioneiro CP-1-SP localizado 11 km à NW de Angatuba, registrou para a Formação Estrada Nova, uma espessura de 213,3 metros, anômala para a área. Como já foi descrito, trata-se de um bloco rebaixado em época pré-Botucatu e dessa forma resguardado da erosão posterior.

4.2.2.3. Litologia. - Em Angatuba a formação é constituída por siltitos, arenitos finos, calcários e argilitos, com grande predominância da primeira litologia. Intercala-se na sequência, níveis de sílex (antigos calcários substituídos), alguns oolíticos. Níveis silicificados e brechas intraformacionais (algumas caracterizando-se por verdadeiros "bone beds"), distribuem-se esparsamente na sequência. Zonas calcíferas são comuns na região, governando de certa forma as saliências topográficas nos afloramentos. Chegam a apresentar até 27% de CaCO_3 .

Na base é sempre constante a presença da Fácies Paranapanema, criada por MENDES et al. (1966), acusando, na área, uma espessura média de 24 metros. Siltito cinza-claro, às vezes mais escuro, maciço, é o termo litológico predominante. Intercalam-se alguns níveis centimétricos de calcário, quase sempre recristalizados. Da análise da coluna estratigráfica do poço CP-1-SP conclui-se pela presença dessa fácies também no local da sondagem, em espessura não inferior à 18 metros.

Da fácies acima citada, até o contato superior da formação, as cores são vivas nos afloramentos, com predominância do tom avermelhado. Sequências em que se alternam lâminas de silte e argila, ou silte grosseiro com silte mais argiloso, passam a leitos de siltito aparentemente

Figura 4 - Seção colunar da Formação Estrada Nova, ao longo da estrada Angatuba - via Raposo Tavares.

te maciços. Intercalam-se ainda à essas zonas, níveis de arenito fino de coloração esverdeada e calcários, tanto na base como no tópo.

Essa sequência é representada em seção colunar que levantamos ao longo da via de acesso Angatuba-Raposo Tavares e cujo início situa-se topograficamente 12 metros acima de Angatuba (Fig. 4). Uma falha com rejeito aproximado de 34 metros a trunca próximo ao contato com o Arenito Botucatu. Tivemos que nos sujeitar à essa condição em vista do profundo intemperismo que assola a região. O texto explicativo dessa sucessão encontra-se na tabela abaixo:

	<u>Número do</u> <u>nível na co</u> <u>luna</u>	<u>Espessura em</u> <u>metros</u>
- Brecha basal do Arenito Botucatu		
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila com estratificação irregular, vermelho pálido 10 R 6/2	48	2,50
- Calcário de granulação síltica laminado regularmente, contendo no tópo peixes fósseis. Intercalam-se leitos menos calcíferos na sequência dando margem a erosão diferencial (Foto nº 21). Vermelho pálido 10 R 6/2.	47	2,25
- Alternância entre lâminas de silte e argila, irregular e finamente laminados, vermelho pálido 10 R 6/2	46	0,75
- Sílex oolítico com lamelibrânquios fósseis.	45	0,14
- Alternância entre lâminas de silte e argila, finamente laminadas, vermelho pálido 10 R 6/2.	44	0,80
- Sílex	43	0,30
- Siltito silicificado com laminação indistinta. Amarelo cinzento 5Y 8/4	42	0,75
- Sílex	41	0,05

- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e sequências maciças, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2.	40	2,85
- Sílex	39	0,35
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e sequências maciças, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2.	38	1,25
- Arenito fino, cinza esverdeado claro 5 <u>G</u> 8/1.	37	0,45
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila com siltitos maciços, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 e manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	36	1,35
- Siltito finamente laminado, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2.	35	0,80
- Arenito fino, cinza esverdeado claro 5 <u>G</u> <u>Y</u> 8/1	34	0,40
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	33	2,85
- Siltito grosseiro, aparentemente maciço, cinza verde oliva claro, 5 <u>Y</u> 6/1.	32	0,25
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços Vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	31	3,70
- Siltito fino, aparentemente maciço, castanho moderado 5 <u>Y</u> <u>R</u> 4/4.	30	1,10
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços. A estratificação irregular é aqui exemplificada (Foto nº 9). Vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	29	4,80

- Siltito aparentemente maciço, castanho moderado 5 <u>Y</u> <u>R</u> 4/4 e com manchas verde-acinzentadas 10GY 5/2.	28	1,15
- Sequência finamente laminada de siltito argiloso, castanho moderado 5Y <u>R</u> 4/4, manchas verde-acinzentadas 10 <u>GY</u> 5/2.	27	3,45
- Siltito maciço, castanho moderado 5Y <u>R</u> 4/4 com manchas verde-acinzentadas 10 <u>GY</u> 5/2.	26	1,35
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	25	5,25
- Siltito maciço vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	24	1,07
- Brecha com fragmentos de dentes e ossos de peixes e restos de conchas de lamelibrânquios, com abundantes marcas ondulares. Castanho claro 5Y <u>R</u> 6/4.	23	0,20
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços. Vermelho pálido 10R 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	22	3,10
- Siltito aparentemente maciço, vermelho-pálido 10 <u>R</u> 6/2.	21	1,00
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços. Vermelho-pálido 10 <u>R</u> 6/2 e manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 <u>Y</u> 8/2.	20	1,00
- Siltito aparentemente maciço, vermelho pálido 10 <u>R</u> 6/2.	19	2,00

- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços, vermelho-pálido 10 R 6/2 com manchas amarelo-esverdeadas pálidas 10 Y 8/2.	18	2,00
- Siltito maciço vermelho-acinzentado 10 R 4/2.	17	0,65
- Arenito fino apresentando laminação cruzada ("ripple drift cross lamination") intercalado com finas camadas argilosas. A cor do arenito é amarelo-esverdeada pálida 10 Y 8/2 e da argila é verde-oliva pálida 10 Y 6/2 (Foto nº 10).	16	0,60
- Sequência alternada entre lâminas de silte e argila e siltitos maciços com cor dominante vermelho-pálido 10 R 6/2.	15	2,03
- Alternância entre lâminas de silte e argila com frequentes estruturas de sobrecarga. Vermelho pálido 10 R 6/2.	14	0,95
- Siltito aparentemente maciço, vermelho pálido, 10 R 6/2.	13	0,40
- Siltito argiloso parcialmente laminado com estruturas de deslize, com cor dominante castanho-avermelhada pálida, 10 R 5/4 e secundária amarelo esverdeada pálida 10 Y 8/2.	12	0,60
- Arenito fino, vermelho pálido 10 R 6/2.	11	0,30
- Siltito maciço, castanho avermelhado moderado 10 R 4/6 com manchas verde-olivas pálidas 10 Y 6/2.	10	0,28
- Arenitos finos com laminação cruzada, com intercalação de finas películas de argila dominantemente amarelo fôsko 5 Y 6/4.	9	0,20
- Siltito aparentemente maciço, castanho-avermelhado pálido 10 R 5/4.	8	0,30

- Alternância entre lâminas de silte e argila, alternando-se as cores entre castanho-avermelhada pálida e amarelo-esverdeada moderada 10 <u>Y</u> 7/4.	7	0,30
- Arenito fino, castanho claro 5 <u>Y</u> <u>R</u> 6/4 e lâminas de siltito rosa-alaranjado, moderado 10 <u>R</u> 7/4.	6	0,28
- Siltito aparentemente maciço, rosa-alaranjado moderado 5 <u>YR</u> 8/4.	5	0,30
- Brecha intraformacional com fragmentos argilosos; cor dominante cinza-acastanhada 5 <u>YR</u> 4/1 a cinza clara média nº 6.	4	---
- Sílex	3	0,12
- Siltito regularmente laminado, castanho claro 5 <u>YR</u> 6/4	2	1,00
- Siltito argiloso sem laminação visível, castanho moderado 5 <u>YR</u> 4/4.	1	0,16
- Início, 12 metros acima de Angatuba.		

Na antiga estrada Angatuba-Paranapanema, próximo à margem direita do rio Guareí, afloram dois níveis calcários nodulares separados por siltitos laminados roxo-esverdeados. O nível inferior possui 50 centímetros e o superior 40 cm em média, apresentando um teor aproximado de 40 a 50% de CaCO_3 . Embora a sondagem CP-1-SP não acuse nenhum nível calcário, atestando mesmo por isso sua lenticularidade, é patente o desenvolvimento desse banco para o S do Estado, na mesma formação. No município de Taguaí, na propriedade do Sr. João Gobbo Sobrinho, existe uma belíssima exposição de um banco calcário oolítico com 2,20 metros de espessura, em média, com abundante estratificação cruzada.

A variação lateral desses sedimentitos é rápida, sendo mesmo possível, em bons afloramentos na área, observar a lenticularidade dos leitos de arenito, bem como, a presença de pequenas lentes de siltito intercaladas na seqüência dos ritmitos (Foto nº 8).

Analisando a coluna estratigráfica do poço CP-1-SP, foi possível constatar no mínimo 8 zonas em que se alternam pacotes de siltitos e "folhelhos" (ritmitos), separadas por seqüências predominantemente siltíticas, que apresentam menos ritmitos intercalados. A separação entre essas unidades não é feita por intermédio de limites rígidos, mas apresentam da

dos suficientes para amparar nossas observações. A espessura dessas sucessões é muito variável, atingindo um máximo de 39 metros e um mínimo de 2 metros.

Os níveis de sílex na mesma coluna (15 níveis) situam-se, com raríssimas exceções, dentro das seqüências predominantemente sílticas, raramente estando presentes nas zonas de "folhelhos."

Esse ciclismo de condições de deposição nos sedimentos do Paleozóico superior da bacia, já havia sido reconhecido, em maior escala por SALAMUNI (1961).

Essa alternância entre condições de deposição é também observável em afloramentos de superfície (Fig. nº 4).

As cores nos afloramentos embora variáveis, como se verifica na descrição da coluna, acusam uma predominância do tom avermelhado. Essas tonalidades são provenientes da intemperização dos sedimentos em superfície, visto que em sondagem a cor predominante é a cinza. SALAMUNI (1963) relata, no entanto, a ocorrência de camadas vermelhas em profundidade, advogando, como lógico, sua origem primária. É impossível nos afloramentos distinguir entre o que é primário ou secundário, com respeito à cor.

Em amostras coletadas na área, constatamos a presença de grande número de agregados ferríferos (limonita), nas faixas onde a coloração vermelha se apresentava mais viva.

A grande dificuldade que se encontra normalmente para desagregar amostras dessa formação, com predominância absoluta de clásticos finos, impede, em um estudo rápido, observações mais acuradas sobre sua composição mineralógica. Na fração pesada, no entanto, o domínio de minerais estáveis como o zircão e turmalina é patente, predominando o quartzo na fração mais grosseira. Em quantidades pequenas, registrou-se a presença de magnetita em algumas amostras.

4.2.2.4. Contatos. - O contato com a Formação Irati inferior é gradual, estando sempre presente na área a Fácies Paranapanema. Os folhelhos fétidos de coloração escura passam gradualmente para os siltitos cinzas da fácies superior. Em virtude da intensa decomposição, não é sempre possível verificar esse contato fora dos cortes da estrada de rodagem. É muito bem exposto no entanto, no km 195 da via Raposo Tavares. O contato superior é bem marcado por uma discordância erosiva que a separa da seqüência arenosa superior.

4.2.2.5. As estruturas sedimentares. - De todas as formações presentes na área, é esta a mais rica em estruturas sedimentares, geralmente singenéticas. SALAMUNI (1963) realizou o primeiro estudo minucioso das estruturas sedimentares dessa formação, examinando testemunhos de sondagem e afloramentos no Estado do Paraná. Em nossa breve descrição das estruturas presentes na área de Angatuba, adotaremos o

Foto nº 8 - Lente de siltito entre os ritmitos da Formação Estrada Nova, na antiga estrada Angatuba - Paranapanema.

Foto nº 9 - Ondulação das lâminas que compõem as seqüências alternadas da Formação Estrada Nova.

esquema apresentado por esse autor, com pequenas modificações:

a. Estratificação

a₁. irregular

a₂. rítmica

b. "Ripple-drift cross lamination"

c. Grêtas de contração

d. Marcas de onda

e. Deformação contemporânea das camadas

e₁. estruturas de sobrecarga

e₂. laminação convoluta

e₃. estruturas de deslize

f. Brechas e conglomerados intraformacionais

g. "Diques clásticos"

As estruturas aqui descritas são, com raras exceções, centimétricas, às vezes mesmo milimétricas, tratando-se na realidade, de micro-estruturas.

a₁. Estratificação irregular. - A ondulação das camadas é patente nessa formação, sendo mesmo seu aspecto característico. Embora essa ondulação seja em boa parte associada à deposição de películas de argila sobre a superfície assimétrica das marcas de onda, existe também, uma boa influência dos processos de compactação sobre as mesmas, como já havia reconhecido SALAMUNI (1963, p. 38).

Essas camadas onduladas são invariavelmente laminadas, alternando-se as lâminas entre material siltico e argiloso ou silte grosseiro e silte fino (Foto nº 9). Às vezes o material mais grosseiro, no caso arenito fino, excede os limites de espessura para lâminas, passando a constituir leitos, com até 2 centímetros de espessura, separados por lâminas de argila com um máximo de 6 mm (Foto nº 10).

No km 209 da Raposo Tavares, nos afloramentos ao redor do cemitério de Angatuba e em outros locais, pode-se observar lentes de silte arenoso intercaladas na sequência rítmica (Foto nº 8). Lentes de arenito fino, também podem ser observadas. Essas feições, igualmente primárias, contribuem para a irregularidade na estratificação.

a₂. Estratificação rítmica. - Por estratificação rítmica estamos designando a sucessão de lâminas plano-paralelas, sem as irregularidades apontadas atrás.

Reduz-se à níveis insignificantes no conjunto regional aflorante, não ultrapassando 1 metro individualmente. Na coluna, fig. 4, aparecem na base e no topo (níveis 1 e 47).

Foto nº 10 - Leitos de arenito fino alternando-se com lâmi
nas de argila. Formação Estrada Nova, Anga
tuba, SP.

Foto nº 11 - Seqüência laminada plano-paralela, com perturba
ção devida à deslize. Ritmito da Formação Estra
da Nova, Angatuba, SP.

A alternância entre clásticos mais grosseiros e mais finos (normalmente silte e argila), é representada por conjuntos inferiores à 2 mm, as lâminas individualmente não alcançam 1 mm, excepcionalmente apresentando espessuras de 1,5 mm (Foto nº 11).

SALAMUNI (1963, p. 45) as atribue a fenômenos climáticos, citando idéia sugerida por MENDES (1954), que apontou indícios de sazonalidade durante o tempo de deposição das rochas da formação.

b. "Ripple-drift cross lamination". - O termo é aqui empregado segundo a sua redefinição por WALKER (1963). Foi conservado em inglês por não termos encontrado um correspondente análogo que traduzisse literalmente seu sentido.

Na região estudada, não encontramos, nessa formação, estratificação cruzada típica, como a descrita por SALAMUNI (1963, p. 45) para as fácies Terezina e Serrinha. O tipo normal é a laminação cruzada do tipo 1 de WALKER, causada pela defasagem na formação das marcas ondulares. Segundo WALKER (op. cit., p. 175) é ela causada pela superposição das lâminas de ré, tendo a lâmina frontal sido parcial ou completamente erodida.

Como condição de deposição o mesmo autor (idem, idem, p. 176) infere, além da movimentação de fundo, um suprimento de sedimento diretamente da suspensão, pois a movimentação de fundo por si só, não poderia causar a superposição das marcas ondulares.

Essa estrutura é ilustrada pela foto nº 12.

c. Grêtas de contração. - É abundante em certos níveis a presença dessas feições. Um dos melhores afloramentos encontra-se junto ao km 208 da via Raposo Tavares, onde a proximidade de um dique de diabásio contribuiu para a maior resistência dessas rochas ao intemperismo. Níveis com grêtas de contração se sucedem continuamente desde o nível da estrada, perfazendo uma espessura total de 1,5 metros. Variam muito em espessura os estratos gretados, desde 0,5 mm até 3,5 mm, sendo separados por leitos irregulares de siltito grosseiro (0,4 à 1 cm), que apresentam normalmente "ripple drift cross lamination" (Foto nº 13). As lâminas com grêtas estão, em parte deformadas. Correntes associadas a deslises sub-aquáticos devem ser os responsáveis, podendo se verificar a presença de leitos com "boudinage."

A espessura individual das lâminas que compõem o conjunto, mesmo levando em conta a perda por compactação, faz supor uma variação de condições ambientes mais rápidas do que a admitida em trabalhos anteriores. Períodos de exposição e conseqüente gretação se sucederiam a épocas de intensa precipitação, em ciclo menor que o de uma estação; é ilógico atribuir a variação anual, um ciclo que contém películas de 0,5 mm de argila gretada, sem qualquer retrabalhamento.

A origem do tipo nº 1 do "ripple drift" de WALKER (1963, p. 176)

explicaria de certa forma a conservação dessas finas lâminas gretadas, além de tornar mais clara a falta de movimentação, pois as seqüências intercaladas normalmente apresentam essa estrutura.

Essa feição sedimentar é reconhecida por inúmeros autores como um dos mais seguros indícios de ambiente continental de deposição. WELLER (1960, p. 110) diz ser uma das estruturas mais características de sedimentos e rochas depositadas acima do nível da maré. SALAMUNI (1963, p. 60) admite com base na presença de grêtas, associadas à outras evidências, um ambiente continental típico para o Grupo Passa Dois.

d. Marcas de onda. - Distribuem-se uniformemente ao longo dessa formação, nem sempre claramente visíveis, mas denunciadas por uma marcada ondulação das camadas.

As marcas que pudemos analisar com maior detalhe, pertencem ao tipo paralelo assimétrico, com freqüentes interferências devido à mudanças de direção das correntes.

Os comprimentos de onda medidos, raramente ultrapassam 5 cm e as amplitudes à 3 mm. Os índices situam-se em uma faixa de valores variando entre 11 e 17, mantendo-se relativamente constantes para uma determinada direção. Esses dados, no entanto, devem ser tomados com uma certa reserva, pois os bons afloramentos são escassos.

Normalmente cada seqüência de marcas de onda é recoberta por delgada (2mm) lâmina de argila, como na seqüência situada 10 metros abaixo do marco quilométrico 217 na estrada para a estação de Angatuba.

Algumas direções de corrente medidas nesse local, indicam movimento para SSE com correntes de interferência dirigidas para NE. No flanco oposto (N) encontramos marcas indicando uma direção de corrente para NNW, apresentando amplitudes de até 15 cm. A extrema variabilidade na direção das correntes torna perigoso qualquer estudo nesse sentido, sem um grande número de dados seguidos por uma avaliação estatística.

e. Deformação contemporânea das camadas. - Sob esta designação agrupamos as estruturas originadas por deformação hidroplástica dos sedimentos, resultante da ação da gravidade. É certo que sua origem possa ser atribuída à correntes, isoladamente, ou em conjunto com a gravidade. Tal relação, no entanto, não nos pareceu existir na região estudada.

e1. estruturas de sobrecarga. - ("Load cast"). Segundo POTTER & PETTIJOHN (1963, p. 145), estas estruturas ocorrem na base de camadas de arenitos sobrejacentes à folhelhos ou outro sedimento que esteja em estado hidroplástico na época da deposição. WELLER (1960, p. 113) estende o processo para silte sobre argila, dizendo ser a estrutura resultante do assentamento e gravidade associadas, pouco após a deposição.

Segundo o mesmo autor, (idem, idem) é esse tipo de estrutura

Foto nº 12 - "Ripple-drift cross lamination" do tipo 1 de WALKER, em sedimentitos da Formação Estrada Nova. Nota-se a presença de estruturas de sobrecarga na amostra. Angatuba, SP.

Foto nº 13 - Seqüência com grêtas de contração separadas por leitos silticos mais claros com laminação cruzada. Formação Estrada Nova, Angatuba, SP.

produzido no contato entre uma camada superior mais densa e uma inferior menos densa, porosa e plástica, desenvolvendo-se em sedimentos detríticos de rápida deposição.

Nos ritmitos da Formação Estrada Nova, na região de Angatuba, é relativamente comum essa feição, caracterizando-se como micro-estrutura devido à sua ocorrência na ordem de grandeza de lâmina para lâmina. No contato entre as lâminas de silte e argila, nota-se o material mais denso (silte) interpenetrado no menos denso (argila), às vezes, mesmo, totalmente englobado, apresentando as mais variadas formas, sem nenhum padrão definido (Foto nº 12 e 15). Em seção delgada, nota-se perfeitamente a ação de uma pressão vertical causada pela carga superior.

Não se pode excluir, no entanto, a presença secundária de possíveis deslocamentos provenientes de tensão produzida por deslises sub-aquáticos nos sedimentos inconsolidados, caracterizando uma "boudinage" incipiente.

Segundo POTTER & PETTIJOHN (op. cit.) essas estruturas não são indicativas de nenhum particular ambiente de sedimentação.

e₂. laminação convoluta. - Antes designada estratificação convoluta por KUENEN (in POTTER & PETTIJOHN, 1963, p. 152), caracteriza-se por um marcante enrugamento ou dobramento da sucessão laminada, entre estratos bem definidos não deformados.

Ocorre essa estrutura bem visível em afloramentos dessa formação no km 211 da Raposo Tavares (Foto nº 16), em siltitos laminados. Não é comum sua presença na região, sendo mesmo este o único local aonde constatamos a sua presença.

Esta ocorrência enquadra-se perfeitamente na descrição feita por POTTER & PETTIJOHN (op. cit.). A origem dessas estruturas é discutível, segundo os mesmos autores. É certo, porém, que não é somente formada por correntes de turbidez, tendo sido assinaladas em depósitos modernos no Brasil, originadas por deslismamentos (PETRI & FULFARO, 1965, p. 20).

e₃. estruturas de deslises ("Slump structures"). - São estruturas provocadas por deslismamentos em razão da gravidade. Restringem-se, na região, à delgados leitos de siltitos argilosos e calcários de granulacão siltica, não se caracterizando por grande movimentação. Apresentam ruptura de determinados leitos, ou então, são representados por pequenas flexuras em ritmitos. O próprio ambiente de sedimentação da Formação Estrada Nova não poderia dar maior magnitude ao fenômeno.

POTTER & PETTIJOHN (1963, p. 158) enunciam a possibilidade da ocorrência do fenômeno em declives com apenas 1º ou 2º.

f. Brechas e conglomerados intraformacionais. - São aqui descritas essas feições, no sentido que lhes emprestou SALAMUNI (1963,

Foto nº 14 - Grêtas de contração em sedimentitos da Formação Estrada Nova, Angatuba, SP.

Foto nº 15 - Estrutura de sobrecarga em ritmitos da Formação Estrada Nova, Angatuba, SP.

p.69) pioneiro na descrição dessas estruturas, nessa formação. Ocorrem em níveis esparsos, não ultrapassando, na região, 6 cm de espessura.

No km 209 da Raposo Tavares, ocorrem em dois níveis com 3 e 6 centímetros de espessura, separados por 1,70 metros de ritmitos. Em matriz fortemente calcífera, os fragmentos estão sub-orientados (Foto nº 17) com evidências de imbricação. Os fragmentos são normalmente elipsoidais, não ultrapassando 6 mm no seu maior eixo, sendo que os tabulares atingem até 1,9 cm. São constituídos predominantemente por sílex e subsidiariamente por siltitos e restos orgânicos, tais como dentes e ossos de peixes, além de conchas de lamelibrânquios esparsas. Em seção delgada, nota-se grande quantidade de material fosfático.

Próximo a base da coluna, Fig. 4, encontra-se um nível brechado com espessura indeterminável, visto o estado de alteração da sequência, composta por fragmentos de argilito em uma matriz também argilosa (Foto nº 18). Sua origem prende-se provavelmente à retrabalhamento de placas de grêtas de contração, feição já descrita por SALAMUNI (1963, p. 73). O contraste entre os fragmentos e a matriz, é dado pelas diferenças entre as cores de alteração.

A presença de fragmentos angulosos de sedimentos clásticos finos nesses leitos, é forte argumento para um pequeno transporte e rápida deposição.

SALAMUNI (idem, idem) considera essas feições como um dos mais fortes argumentos, em prol de um ambiente continental de deposição.

g. "Diques clásticos".- São aqui agrupadas estruturas que não ultrapassam 60 centímetros, resultantes de deformações por compactação. Estes corpos, constituídos por siltitos grosseiros a arenitos finos, cortam discordantemente o acamamento das seqüências rítmicas aonde afloram (Foto nº 19).

Acreditamos terem se formado a partir de lentes horizontais que sofreram pressões verticais causadas por carga, tendo assim se introduzido na seqüência sobreposta. Seria uma colossal estrutura de sobrecarga, estando presente relações do tipo diapírico.

Empregamos o termo entre aspas, pois apesar de serem estruturas discordantes não guardam relações com camadas subjacentes, tendo uma origem diversa da comumente aceita para diques clásticos verdadeiros.

Uma curiosa estrutura, de difícil interpretação ocorre junto ao marco quilométrico 206 da via de acesso Angatuba-Raposo Tavares (Foto nº 20). Possui 2,80 metros de altura por 2,10 metros em sua maior largura. As camadas estão visivelmente arqueadas, sendo que as superiores apresentam maior ângulo.

Foto nº 16 - Laminação convoluta na Formação Estrada Nova.
Km 211 da via Raposo Tavares. Angatuba, SP.

Foto nº 17 - Seção polida de brecha intraformacional da
Formação Estrada Nova, Angatuba, SP.

Poderia se tratar de uma gigantesca concreção calcária atualmente substituída por sílex. SHROCK (1948, p. 167) aponta o término abrupto das camadas superiores contra a concreção, como um indício de sua condição singenética, o que ocorre no caso em pauta. Já WELLER (1960, p. 115) escreve estarem as concreções geralmente alongadas no sentido do acamamento, o que não se nota na estrutura aqui descrita.

Como uma segunda hipótese de formação, poderíamos admitir um processo similar aos "diques clásticos" descritos atrás. Nesse caso, teriam sido deformadas antigas lentes calcárias ainda no estado plástico. Pode inclusive, ter havido a associação dos dois processos, crescimento químico e deformação por compactação.

Idêntica estrutura ocorre, 20 metros mais acima, na mesma estrada. Aflora somente o topo, no nível da estrada, com as camadas superiores arqueadas. É também constituída de sílex, diferindo da primeira somente em tamanho, pois esta, só na parte exposta, mede cerca de 4 metros de largura.

4.2.2.6. O conteúdo paleontológico. - Os representantes da fauna fóssil dessa formação, numericamente abundantes na região, restringem-se contudo à lamelibrânquios, peixes e espículas de esponjas.

MENDES (1962) estudou os lamelibrânquios fósseis dessa área, principalmente os provenientes do sítio do Sr. Manoel Pereira Primo, no bairro dos Buenos. Assinala, no mesmo trabalho, dois outros níveis fossilíferos, um, inferior, situado junto à margem direita do ribeirão Grande, atrás do antigo matadouro municipal, e outro, na fazenda do Sr. Ulysses Turelli. Menciona ainda um oólito silicificado fossilífero, na subida de Angatuba para a rodovia estadual.

Nesse mesmo trabalho (op. cit.) revela ser essa malacofauna fóssil pertencente à zona Pinzonella illusa - Plesiocyprinella carinata, situada normalmente na parte média a inferior da formação (MENDES, 1952). Propôs dois novos gêneros, Angatubia e Favalia.

No jazigo do matadouro, situado em nível bem inferior ao primeiro, as conchas estão extremamente deformadas, sendo possível, no entanto, constatar a predominância de somente uma espécie, Pinzonella illusa.

Em nossos trabalhos de campo pudemos localizar numerosos jazigos fossilíferos com lamelibrânquios fósseis, acusando a região nesse particular, extraordinária riqueza. Os melhores locais com malacofaunas fósseis dessa formação ainda não citados na literatura, são os seguintes:

- sítio de propriedade do Sr. Bruno Pucci no km 207 da via Raposo Tavares.
- chácara do Sr. Adolfo Nery na própria cidade de Angatuba na frente da Casa da Lavoura.

Foto nº 18 - Seção de brecha intraformacional da Formação Estrada Nova. Angatuba, SP.

Foto nº 19 - "Dique clástico" na Formação Estrada Nova.
Km 211 da via Raposo Tavares. Angatuba, SP.

- Sítio de propriedade do Sr. Antonio Maciel, próximo ao ponto aonde o Ribeirão da Figueira corta a estrada municipal.
- Sítio do Sr. Manoel Thomaz Sobrinho, 10 metros abaixo do contato com o Arenito Botucatu, na estrada municipal Angatuba - Bom-Bom.
- km 199,5 da via Raposo Tavares, em um leito de arenito fino com 40 centímetros de espessura.
- 24 km de Angatuba, na antiga estrada Angatuba - Parana panema, 1 km antes do contato de falha com o Arenito Eocretáceo sobreposto.

Fora essas, existem outras numerosas ocorrências com lamelibrânquios fósseis, às vêzes distribuindo-se esparsamente na matriz e mal conservados. Nos locais indicados acima, com uma única exceção, ocorrem êsses fósseis em níveis silicificados, frequentemente caracterizados por coquina. São evidentemente produto de acumulação por transporte, dada sua distribuição caótica, bem como, apresentarem, os maiores, principalmente, a parte convexa da concha voltada para cima.

Os jazigos descritos por MENDES (1962) e os cinco primeiros citados acusam, em igual variação, as seguintes espécies:

Pinzonella illusa Reed
Holdhausiella elongata (Holdhaus)
Casterella gratiosa Mendes
Cowperesia camposi Mendes
Terraia nequilateralis Mendes
Favalia arcuata Mendes
Angatubia cowperesioides Mendes
Ferrazia cardinalis Reed

Os lamelibrânquios fósseis encontrados no sítio do Sr. Bruno Pucci, incluem grande quantidade de espécimes pertencentes ao gênero Cowperesia apresentando, no entanto, um gigantismo acentuado em relação as medidas que se conhecem para a espécie.

Já o jazigo situado 24 km à NW de Angatuba, pertence à zona estratigráficamente situada no terço superior dessa formação. Identificamos em amostras deste local fossilífero, as seguintes espécies: Pinzonella neotropica (Reed) e Jacquesia brasiliensis Mendes. São exatamente estas as espécies tomadas por MENDES (1952) para designar a zona superior.

Dentes e escamas de peixe são comuns, ocorrendo esparsamente em toda a seção da formação. Em alguns níveis como no km 209 da via Raposo Tavares ocorrem, mesmo, ossos de peixes. Ocasionalmente, concentram-se em determinados leitos constituindo verdadeiros "bone beds." Na via de acesso Angatuba-Raposo Tavares (Fig. nº 4, nível 47) ocorre, ao lado de abundantes dentes esparsos, exemplares razoavelmente conservados de peixes do tipo paleoniscóide, como o

Foto nº 20 - "Concreção" na Formação Estrada Nova, Km 206 da via de acesso Angatuba - Raposo Tavares.

Foto nº 21 - Níveis calcários de granulação siltica destacando-se no afloramento da Formação Estrada Nova, Km 205,5 da via de acesso Angatuba - Raposo Tavares.

descrito por DUNKLE & SCHAFFER (1956), para a região de Conchas, na mesma formação.

A desagregação de amostras em laboratório, propiciou a descoberta de abundantes espículas de esponja do tipo monaxônida, recurvadas. BARBOSA & ALMEIDA (1949), assinalam a presença destes fósseis na Formação Itapetininga, se referem, no entanto, à tipos poliaxiais marinhos, o que nunca encontramos nessa unidade estratigráfica e nem na Formação Estrada Nova. Os microfósseis em questão não são indicadores de ambiente sendo, interessante, sua presença em sedimentitos continentais anteriores ao Mesozóico, período em que eram até agora conhecidas as primeiras esponjas não marinhas.

Distribuem-se na região desde o topo do Grupo Tubarão até o topo do Grupo Passa Dois, achando-se dispersas em toda a coluna. Tornam-se abundantes, no entanto, em determinados níveis, principalmente em siltitos grosseiros micáceos e arenitos finos.

Com a finalidade de verificar a distribuição das espículas, examinamos amostras dessa formação e do grupo imediatamente sotoposto, provenientes de várias localidades de Goiás, São Paulo, Paraná (serriinha dos Machados, próximo a Mallet) e Santa Catarina (coluna clássica de WHITE). Foi constatada somente sua presença nas amostras da porção setentrional da bacia, ou seja, N do Paraná, São Paulo e Goiás. No centro-sul do Paraná e em Santa Catarina, não as encontramos.

O tamanho varia entre um mínimo de 0,25 mm a um máximo de 1 mm, apresentando uma média constante em torno de 0,60 mm. No quadro abaixo mostramos a variação em tamanho e a correspondente porcentagem de ocorrência para duas localidades da bacia:

tamanho em mm	Angatuba, SP		Sto. Antonio da Platina, PR	
	nº de espículas em um total de 50	%	nº de espículas em um total de 50	%
1,00 - 1,25	---	-	3	6
0,75 - 1,00	7	14	12	24
0,50 - 0,75	33	66	31	62
0,25 - 0,50	8	16	4	8
0 - 0,25	2	4	---	-

São normalmente recurvadas, sendo visível em algumas mais conservadas, a presença de um canalículo interno. A maior parte, contudo, encontra-se fragmentada.

4.3. Arenito Botucatu e "Sill" de Angatuba. - Optamos pela reunião em um só capítulo destas duas unidades estratigráficas visto estarem, localmente, interligadas. Ocupam o topo da serra de Angatuba, sendo mesmo o "sill", o fator que impediu a sua total erosão.

4.3.1. Arenito Botucatu. - Sobrepoê-se ao grupo anterior em discordância erosiva capeando tôda a serra de Angatuba (Fig. 1). Estende-se para o N sempre ocupando os espigões locais até a serra Geral (Fig. 2), seja na forma de arenito consolidado às vêzes com estratificação cruzada, ou então, como uma forte cobertura residual.

Inicia-se êsse ciclo sedimentar na região, sempre por uma brecha basal com 10 centímetros em média de espessura, assentada discordantemente sôbre os siltitos da formação sotoposta. Os fragmentos, predominantemente constituídos por um siltito amarelado distribuem-se em uma matriz areno-argilosa vermelha (Foto nº 22). Fragmentos de diferente litologia também ocorrem subsidiariamente, tais como sílex (às vêzes oolíticos) e de arenitos finos. Os minerais pesados são representados principalmente por zircão, turmalina e rutilo.

Sobrepoê-se essa brecha, como já foi descrito, à formação permiana inferiormente colocada. A superfície desta seqüência sotoposta achava-se nessa época atravessada por fendas, por vêzes, com mais de 30 centímetros, preenchidas pelos clásticos mais grosseiros do Botucatu, como pode-se observar no km 199,5 da rodovia Raposo Tavares (Foto nº 23).

ALMEIDA (1953 e 1964) diz não ser "raro notar-se como que transição entre a Formação Corumbataí e a Formação Botucatu, através de um regolito fóssil...". A situação análoga na área por nós mapiada, nos levou, de início, à idêntica conclusão. Posteriormente notamos, no entanto, o caráter local desta feição não se comportando uniformemente por tôda a zona de contato, podendo mesmo desaparecer em poucos metros. Nesse caso, a seqüência siltica inferior não apresenta-se brechada.

É notável, na área, a caracterização dessa superfície erosional. Nivelou o bloco tectonicamente levantado da área da serra, em época pré-Botucatu, retirando, no mínimo, 70 metros da Formação Estrada Nova. No flanco E da serra, a mesma formação foi erodida tão profundamente que o Arenito Botucatu encontra-se quase sôbre a base do mesmo pacote (Fácies Paranapanema), poucos metros acima da Formação Irati. Este fato já havia sido assinalado por MORAES REGO (1930, p. 38).

No km 199,5 da rodovia Raposo Tavares, ocorre a seguinte seqüência até a base do "sill" de diabásio:

- Base do "sill" de diabásio	espessura m
- Banco de arenito médio rosa com estratificação cruzada.	3,50
- Arenito médio a fino argiloso, avermelhado.	4,00
- Banco de arenito médio rosa com estratificação cruzada.	2,20
- Arenito médio a fino, argiloso, avermelhado.	1,10
- Brecha.	0,40
- Tôpo da Formação Estrada Nova.	

Por sobre o diabásio, nesse mesmo local, ocorre ainda uma seqüência de 15 metros de arenito, infelizmente, mais alterado. Nota-se, no entanto, ser este menos argiloso, apresentando ausência de bancos arenosos com estratificação cruzada.

Os grãos de quartzo do arenito são sempre bem arredondados. Nem todos contudo, demonstram a superfície fôlida dos grãos eólicos, embora estes sejam numerosos, como é demonstrado nos resultados de análise mecânica da matriz da brecha basal, não transcritos nesse trabalho.

ALMEIDA (1964, p. 89) diz não ter notado, em outro local, a serra da Fartura, indícios de movimentação em meio aquoso nessa brecha. Em certos níveis, como no km 199,5 da Raposo Tavares, é nítida a orientação, em certas faixas, dos fragmentos, até mesmo, com uma certa imbricação (Foto nº 24), demonstrando a influência ainda que pequena do meio aquoso.

Os bancos de arenito com estratificação cruzada, salientes nos afloramentos, pela sua regularidade de espessura, indicam também ação de correntes aquosas (Foto nº 25).

Essas observações, na área mapeada, nos levaram à conclusão de que na serra de Angatuba somente está presente uma fácies aquática para essa formação. A alteração e a reduzida espessura da seqüência na região (30 a 40 metros) não nos permitiu a identificação de uma fácies tipicamente eólica.

A designação dessa fácies, a que ALMEIDA (1954, p. 2) atribui a depósitos de origem sub-aquosa, parte coluvial e parte aluvial, é Pirambóia. O termo tradicionalmente empregado e várias vezes discutido na literatura, é aqui empregado segundo a definição de ALMEIDA & BARBOSA (1953, p. 60) e a sua designação como fácies apoia-se em ALMEIDA (1964, p. 90).

MEZZALIRA (1965, p. 79) encontrou em afloramento dessa formação, km 199 da rodovia Raposo Tavares, conchostráceos ainda não identificados. Nesse caso, a fácies Santana também comparece na região.

O Arenito Botucatu é cortado irregularmente por um "sill" de diabásio, constante em toda a região da serra.

4.3.2. "Sill" de Angatuba. - Em todos os trabalhos prévios que versaram sobre a área, é este corpo intrusivo confundido com um dos derrames basálticos da serra Geral (MORAES REGO, 1932, 1941; MENDES, 1962 e ALMEIDA, 1964).

Durante nossos trabalhos de campo, as observações feitas, principalmente ao longo da rodovia Raposo Tavares, nos levou a conclusão de ser o corpo básico na realidade, intrusivo no Arenito Botucatu, apesar de suas características texturais e mineralógicas.

Foto nº 22 - Seção de brecha basal do Arenito Botucatu.
Angatuba, SP.

Foto nº 23 - Fenda no topo da Formação Estrada Nova
preenchida pelo Arenito Botucatu. Km 199,5
da via Raposo Tavares.

O arenito tanto no contato superior como no inferior do "sill", mostra evidentes efeitos da ação de um metamorfismo termal. Em certas zonas do contato apresenta o arenito, em ambas as posições, uma belíssima disjunção colunar, que em observação apressada chega-se a atribuí-la ao próprio corpo básico (Foto 26 e 27).

Essa feição não se manifesta ao longo de todo o contato, existindo grandes trechos com ausência total da disjunção no arenito. Onde se apresentam, variam em número de faces e tamanho. Apresentam-se sob as formas hexagonal, pentagonal e tetragonal, às vezes com as faces recurvadas externamente. São sempre oblíquas à estratificação.

Sua posição em relação aos contatos pode ser quase perpendicular, como na base do "sill", no km 204 da via Raposo Tavares (Foto nº 26) ou então apresentam-se inclinadas como no km 203,5 da mesma estrada ao lado de uma pequena capela, desta vez, no tópo do mesmo corpo intrusivo (Foto nº 27). Medimos nesse local algumas inclinações:

58° <u>NNE</u>	64° <u>N</u>	Vertical
64° <u>NNE</u>	80° <u>NNE</u>	70° <u>NNE</u>

A influência do corpo intrusivo no arenito hospedeiro a olho nu chega a 2 metros do contato. A 1,25 metros do contato, o arenito ainda apresenta uma côr arroxeada, sendo difícil distinguir os grãos individualmente com auxílio de uma lupa de bolso.

O exame microscópio dessas amostras foi em grande parte dificultado pela incoerência advinda de seu estado de alteração. As melhores observações só puderam ser feitas em seções delgadas das próprias colunas. O exame microscópico das lâminas confirmou a observação de campo, pois quanto mais próximo do contato, menor a porcentagem de grãos com a forma original, arredondada, aumentando o número de grãos com textura suturada.

As lâminas de algumas colunas mostram uma intensa recristalização do arenito, sendo somente distinguível, do total, 25% de grãos ainda arredondados. Os 75% restantes são constituídos por grãos parcialmente dissolvidos prêso a uma massa de sílica intersticial. Lâminas hexagonais de quartzo dispersas na matriz das mesmas seções delgadas, sugerem a formação na época, de tridimita, com posterior pseudomorfose.

Vários trabalhos existem sobre disjunção colunar em arenitos. Foi descrita para o próprio Arenito Botucatu por BJORNBERG et al. (1964) e mencionada no Arenito Furnas, em contato com um dique de diabásio, por PETRI & FULFARO (1966). SPRY & SALOMON (1964), realizaram um minucioso trabalho sobre a ocorrência desses prismas em arenito triássico, hospedeiro de um "neck" vulcânico na Tasmânia.

Os mesmos autores (op.cit., p. 532) admitem em seu minucioso trabalho, uma temperatura de 1 000° C para a fusão parcial dos com

Foto nº 24 - Orientação produzida por corrente em fragmentos da brecha basal do Arenito Botucatu, Km 199,5 da via Raposo Tavares.

Foto nº 25 - Banco de arenito com estratificação cruzada da Formação Botucatu; Km 199,5 da via Raposo Tavares.

ponentes dessa rocha, sendo que as estruturas originaram-se por contração no resfriamento, à uma temperatura igual à metade da de fusão ou seja 500° C. Seriam provenientes de ajustes estruturais devido à existência de uma fase líquida. Para explicar o processo de transferência do calor apoia-se em uma origem mista, tanto por condução como por convecção. Dão maior ênfase à esta última, negando que a mesma transferência seja feita por radiação. A falta de continuidade das colunas ao longo do contato, bem como a variação do tamanho das mesmas, é atribuída à diferenças na litologia e espessura dos estratos originais.

Em adendo ao mesmo trabalho (idem, idem, p. 545), escrevem não achar a desidratação a causa inicial da estrutura colunar nesses arenitos. A perda da água intersticial e a pequena mudança de volume da argila durante e após o aquecimento, não causariam uma contração significativa. Essas estruturas são raras em contatos de baixa temperatura, sugerindo a presença de uma fase líquida, que por contração provoque fraturamento.

Outras feições, no entanto, além do efeito termal descrito acima, apoiam o caráter intrusivo desse corpo básico. No km 199,5 da via Raposo Tavares o diabásio mostra contatos sinuosos com o arenito superior, além de mudar rapidamente sua posição, acavando um banco de arenito (Fig. nº 6), dando a aparência, em exame menos rigoroso, de estarmos diante de uma falha. No km 206 da mesma rodovia, o diabásio lança uma pequena apófise no arenito da capa. No mesmo local, é visível seu contato irregular (Fig. nº 5).

Ramificações não são raras nesse corpo intrusivo como no km 205, na variante para a estação de Angatuba, onde pode-se observar um pequeno "sill" subsidiário com apenas 30 cm de espessura, intromisso no arenito inferior.

O "sill" de diabásio é muito irregular em sua espessura e contatos estando longe de se assemelhar a um corpo regular de forma tabular (Foto nº 28). Varia em espessura entre um mínimo de 15 à um máximo de 25 metros, não ocupando posição fixa dentro do corpo hospedeiro.

Microscòpicamente apresenta textura sub-ofítica, acusando, às vezes, presença de matéria vítrea. Sua composição mineralógica não foge à normal para os diabásios da bacia do Paraná, predominando plagioclásios (labradorita) e piroxênios (augita) em uma mesóstasis indecifrável (feldspato ?).

Macroscòpicamente possui textura fina, mostrando constantemente a presença de amígdalas. Apresenta, em certos locais, xenólitos de arenito. As características macro e microscópicas, principalmente depois dos trabalhos de RUEGG & VANDOROS (1965) e WERNICK & LANDIM (1966) sobre diabásios amigdaloidais, não servem, com raras exceções, como caráter distintivo entre uma massa ígnea básica intrusiva ou extrusiva. O melhor critério está a nosso ver, nas relações de campo.

Foto nº 26 - Disjunção colunar no Arenito Botucatu em contato com "sill" de diabásio. Km 204 da via Raposo Tavares.

*Bot. Botucatu
melhores*

Foto nº 27 - Disjunção colunar no Arenito Botucatu em contato com "sill" de diabásio. Km 203 da via Raposo Tavares.

A situação na área mapiada não deixa dúvida sobre o comportamento estratigráfico também irregular dêsse "sill". Ao N e imediatamente a W e E de Angatuba, ocupa o diabásio o plano de contato entre a Formação Estrada Nova e o Arenito Botucatu, passando gradualmente para o arenito superior, abandonando sua posição anterior. Essa situação traduz-se inclusive no relêvo, que muda de suave e ondulado no primeiro caso para uma forma acentuadamente escarpada no segundo.

A fig. 7 A, representa, esquematicamente, o que está exposto entre os km 207 e 209 da Raposo Tavares. O grande dique que corta a área estudada de SW para NE, possui um comportamento espacial que o classifica como o provável alimentador do "sill" de Angatuba, que nesse trecho, é dele separado, por poucos metros na vertical.

Na mesma fig. 7, no esquema inferior B, tentamos visualizar com os dados de campo disponíveis, a situação anterior à erosão que reduziu o conjunto ao nível atual (A). Pode-se observar aqui, que a transformação dêsse corpo intrusivo de discordante para concordante foi gradual, se bem, que nem sempre ocupando homogêneamente, os mesmos planos estratigráficos.

ALMEIDA (1954, p. 18) diz que os derrames basálticos, no Estado de São Paulo, somente tiveram início quando já existiam no mínimo 120 metros de espessura de Arenito Botucatu. SPRY & SALOMON (1954) ao descreverem o "neck" vulcânico da Tasmânia, localizam em seu contato S, uma extensão do corpo semelhante à um "sill". Em cálculos bem arrazoados demonstram não ser necessários mais de 100 metros de cobertura para um teto ter condições de aguentar a intromissão de um corpo básico, sem rompimento. Para o caso específico de Angatuba, mesmo sem admitirmos uma pretérita cobertura basáltica, teríamos condições à época da intrusão, para que houvesse um teto suficientemente rígido para resistí-la.

MELFI & GIRARDI (1962) e MENDES & FULFARO (1966, p.40) descreveram um "sill" de diabásio no Arenito Botucatu, respectivamente no município de Igarapava, São Paulo e Santo Antonio da Platina, Paraná. Acreditamos que novos exemplos serão descobertos no futuro.

4.4. Aluvião. - Ocupa as áreas topograficamente aplainadas ou então restringem-se à zona imediata à calha dos rios. São normalmente constituídos por depósitos de areia de média a fina, com alguns níveis grosseiros representados pelos cascalheiros, formados quase exclusivamente por sílex.

Nas várzeas a SW e W de Angatuba, argila rica em matéria orgânica imprime à êsses sedimentos cor escura, ocupando áreas frequentemente alagadas.

A análise mecânica das amostras dêsses depósitos, revelou fatos interessantes que, de certa forma, traduzem as condições a que está sujeito o curso do rio que os formou. Analisamos algumas amostras dos

Fig. 5 - Esquema da face S do barranco do km 206 da via Raposo Tavares.

Fig. 6 - Esquema da face S do barranco entre o km 199 e 200 da via Raposo Tavares.

aluviões dos três rios principais da área, Paranapanema, Itapetininga e Guareí, que são os formadores dos depósitos mais significativos.

Os resultados postos em gráficos (histogramas e curvas acumulativas) mostraram que os depósitos dos dois primeiros rios, que nascem no cristalino para depois percorrer os sedimentos paleozóicos, são bimodais. Traduzem assim a duplicidade de fonte. Já o rio Guareí, que possui todo o seu curso em área sedimentar, apresenta uma sedimentação unimodal.

A composição mineralógica desses depósitos é variável revelando, também, de certa forma, a contribuição da fonte. Separamos com auxílio de Bromoformio, a fração leve e pesada das amostras. Examinamos a composição mineralógica das duas frações a intervalos granulométricos compreendidos entre 0,125 mm e 0,250 mm e 0,074 mm a 0,125mm. Os resultados são, no entanto, apresentados globalmente, visto não ser esse um estudo de detalhe.

Rio Paranapanema: fração leve: quartzo, feldspato (de 8 a 13%) e fragmentos de sílex; fração pesada: magnetita, turmalina, zircão, cianita, sillimanita, andaluzita, clinozoisita, granada, brookita, anfibólio, estauroлита, rutilo, epidoto e anatásio.

Predomina a magnetita seguida pela turmalina e zircão. Ocorre ainda nos depósitos desse rio, a muscovita, que não aparece nos outros dois. Apresentam-se tanto bem arredondados como idiomorfos.

Rio Itapetininga: Fração leve: quartzo e feldspato (1%); Fração pesada: turmalina, anfibólio, rutilo, epidoto, cianita, sillimanita, zircão e magnetita.

Nesse rio, domina a turmalina e anfibólio, ocorrendo o zircão em pequena quantidade.

Rio Guareí: Fração leve: quartzo, feldspato (em pequena quantidade) e agregados de sílex; Fração pesada: zircão, turmalina, granada, rutilo, anfibólio e anatásio.

Predomina nesse curso de água o zircão em grande quantidade.

Tiramos as seguintes observações dos dados obtidos:

- A turmalina ocorre em alta porcentagem nos depósitos dos rios Paranapanema e Itapetininga, diminuindo sua presença nos depósitos do Guareí.

- O zircão é raro nos depósitos do Itapetininga.

- Granada, estauroлита, clinozoisita e rutilo ocorrem em grande quantidade nos aluviões do Paranapanema, que apresenta ainda a exclusividade da presença de brookita.

Figura 7-A: Esquema da situação da face S dos afloramentos entre os km 207,5 e 209 da via Raposo Tavares; B: situação hipotética do mesmo local, antes da erosão.

- A magnetita predomina em número em tôdas as frações pesadas dos três rios, com exceção da fração 0,125 - 0,250 mm do rio Itapetininga.

Os depósitos grosseiros representados pelos cascalheiros, revelam contribuição das rochas circundantes ao depósito. São constituídos predominantemente por fragmentos de sílex, a maioria provavelmente pertencentes ao Grupo Passa Dois. São sempre presentes as "bonecas" de sílex da Formação Irati. Atingem êsses depósitos até 2,20 metros de espessura.

A espessura dos aluviões é variável. Nas proximidades da vila de Campina do Monte Alegre, medimos 6 metros para o depósito atual do rio Paranapanema. O rio Guaréi ao N, é o que apresenta maior área coberta por aluvião, excedendo, em certos lugares, 6 metros, não atingindo, no entanto, o dôbro dêste valor.

5 - INTRUSIVAS BÁSICAS - LOCALIZAÇÃO E INFLUÊNCIA SÔBRE AS ENCAIXANTES.

Na região mapiada é comum a ocorrência de corpos rochosos de natureza básica, seja na forma de "sills" ou diques. Variam enormemente em espessura, desde centímetros a várias dezenas de metros.

Nos corpos menores, o estado de alteração normalmente não permite maiores observações sobre a textura, impedindo por outro lado, o conhecimento de suas composições mineralógicas. Nas amostras que permitiram a confecção de seções delgadas, verificamos ser a textura (sub-ofítica a ofítica) e composição mineralógica praticamente constantes, variando somente, quanto ao tamanho dos cristais presentes. A composição é semelhante a já descrita para o "sill" de Angatuba, de modo que em nossa rápida descrição desses corpos básicos, nos deteremos, principalmente em suas características externas.

Na via Raposo Tavares, a W de Angatuba, entre os km 207 e 209 (Fig. 7 A), é notável a sucessão de apófises do grande dique de direção SW-NE. Este antigo conduto de alimentação do "sill", mergulha gradualmente para NW a ângulos cada vez mais elevados, atingindo 56° ao nível da estrada no km 208 (Foto nº 29). Possui esse mesmo corpo na área, espessura irregular, variando de 50 metros a W para poucos metros a E.

No km 207 da mesma estrada, um pequeno dique com 1,75 metros de espessura, totalmente alterado, ocupa o plano de uma falha normal reversa, com 5 metros de rejeito (Fig. 3). Sua direção é N65°E, mergulhando 47° para NW. 5 metros antes, um pequeno dique com 40 centímetros de espessura, não conseguiu vencer o Arenito Botucatu terminando a 2,5 metros do nível da estrada.

No km 209 da mesma estrada, três grandes diques cortam os sedimentos da Formação Estrada Nova, sendo que os dois últimos, mais ocidentais, não atravessam inteiramente a sequência exposta desta formação. O primeiro dique, o mais oriental, apresenta direção N78E, mergulhando 75° SE. Os dois restantes são disformes, apresentando, grosso modo, forma elipsoidal, sem direção e mergulho definidos em seus contatos. Fato interessante é que esses três diques afloram somente na face S do barranco, aparecendo na face N a sucessão normal dos ritmitos permianos, raramente cortados por pequenos (10 cm) diques de diabásio, que passam eventualmente à "sills."

Na antiga estrada estadual Angatuba-Paranapanema, 500 metros antes do rio Guareí, um dique de diabásio, totalmente alterado, com 1 metro de espessura, corta igualmente os sedimentitos permianos. Sua direção é N12W sendo quase vertical.

A E de Angatuba, 3 km a NE do bairro do Bom-Bom, aflora um dique quase vertical, com direção NNW - SSE, cortando rochas da Formação Estrada Nova. A textura é grosseira e acusa material vítreo em exame microscópico. Possui mais de 70 metros de largura, com no mínimo 500 metros de extensão.

Foto nº 28 - Contato irregular entre o tópo do "sill" de diabásio e o Arenito Botucatu. Km 205,5 da via Raposo Tavares.

Foto nº 29 - Contato entre diabásio acima, e a Formação Estrada Nova, abaixo, no km 208 da via Raposo Tavares.

Foto nº 28 - Contato irregular entre o tópo do "sill" de diabásio e o Arenito Botucatu. Km 205,5 da via Raposo Tavares.

Foto nº 29 - Contato entre diabásio acima, e a Formação Estrada Nova, abaixo, no km 208 da via Raposo Tavares.

No bairro de Salto, às margens do rio Paranapanema, a W da vila de Campina do Monte Alegre, um imponente "sill" de diabásio penetrou no contato do Grupo Tubarão com a Formação Irati. Não foi possível medir sua espessura, pois não se obtém facilmente seus contatos. Sua posição foi inferida com base na sucessão estratigráfica. Forma, contudo, importante barreira no curso do mesmo rio que o transpõe em larga faixa de corredeiras.

Pequenos corpos intrusivos, tanto sob a forma de "sills" como de diques, ocorrem frequentemente na área. Suas espessuras, no entanto, geralmente da ordem de centímetros, raramente ultrapassando 0,5 metros, não permitem a representação no mapa geológico.

Metamorfismo cáustico. - A ação termal dos diabásios sobre os sedimentitos encaixantes é, na área estudada, mais comum e de certa forma mais violenta do que normalmente é estabelecido para esses corpos intrusivos. Não se pode excluir, no entanto, o fato de que, em áreas onde esse efeito se faz mais representativo, existem condições especiais nem sempre encontradas na faixa sedimentar da bacia do Paraná.

O local mais atingido por esse tipo de metamorfismo encontra-se no km 207 da via Raposo Tavares, onde os sedimentitos da Formação Estrada Nova encontram-se endurecidos e dobrados, em uma faixa de 52 metros (Fig. 3 e foto nº 5). Sob a ação de esforços laterais, conjugados com a ação da temperatura, como já foi descrito, formou-se verdadeiro "hornfels", onde as lâminas alternadas silticas e argilosas apresentam-se contorcidas (Foto nº 30) e o pacote inteiro formou um anticlinal e um sinclinal locais (Fig. 3).

A análise microscópica deste sedimento metamorfoseado, foi dificultada pela granulação extremamente fina da rocha. Suspeitou-se, entretanto, da presença de diopsídio. Uma amostra examinada ao raio-X confirmou a presença deste mineral, acusando ainda quartzo, feldspato potássico e granada (?). A presença do diopsídio, proveniente do metamorfismo de algum leito de calcário dolomítico, nos dá idéia da temperatura mínima à época da intrusão, ou seja acima de 850°C.

Este valor, conjugado ao efeito do "sill" de Angatuba no Arenito Botucatu, com a formação de prismas de arenito, permite que se admita temperatura elevada nesses contatos, pelo menos, na região de Angatuba.

No caso específico descrito acima, a passagem do dique a "sill" aliado a outro corpo básico mais abaixo, após o supracitado dique, fez com que essa porção da Formação Estrada Nova ficasse praticamente ilhada entre as massas ígneas básicas, sofrendo, então, fortemente com o calor delas desprendido.

No dique SW-NE, o grande responsável por esse metamorfismo, é comum encontrar-se blocos de sedimentitos da Formação Estrada Nova em meio a massa básica (Foto nº 31). Tanto na via de acesso para

Foto nº 30 - Estrada Nova dobrado pela intrusão no
km 207,5 da via Raposo Tavares.

Foto nº 31 - Pacote de sedimentitos da Formação Estrada Nova,
englobado por dique de diabásio, nas imediações do
km 203 da via Raposo Tavares.

Angatuba, como na estrada que vai desta cidade para a estação da E.F.S. pode-se vêr nitidamente a bifurcação do dique, que nesses dois locais englobam faixas de sedimentitos daquela formação. Fora da área de Angatuba, pode-se também observar fato semelhante no km 251 da via Raposo Tavares.

Em situações normais o "cozimento" do sedimentito encaixante é sempre reduzido, geralmente menos de 1 metro do contato. Adjacente ao contato e superiormente no caso das apófises (Fig. 7 A), as camadas sedimentares acham-se sempre perturbadas, me rgulhando com ângulos mais altos, ou então apresentam-se visivelmente onduladas.

6 - SILICIFICAÇÃO

Os principais níveis silicificados que afloram na área, constituindo mesmo um dos fatores que comandam a esculturação do relevo, situam-se na Formação Irati e na Formação Estrada Nova, representando a substituição de antigos níveis calcários.

A silicificação, no entanto, não se restringe a somente essas duas formações, ocorrendo também em arenitos da Formação Botucatu e do Grupo Tubarão, onde igualmente causam expressões salientes do relevo, representados, respectivamente pelos morros da Conquista ao Ne do Mandaçáia ao S.

O problema da silicificação dos sedimentos da Bacia do Paraná já foi tratado por vários autores. LEINZ (1938) a atribuiu ao metassomatismo provocado pela sílica juvenil proveniente de soluções residuais do intenso vulcanismo básico que assolou a região no Eocretáceo.

Não pretendemos nessas linhas esclarecer a gênese da silicificação, mesmo porque fugiríamos ao escopo desse trabalho. Nosso objetivo ao tocarmos tão fascinante assunto, é contribuir com novos dados que tivemos a oportunidade de observar no levantamento geológico da área.

A silicificação na área ocorre de duas maneiras: substituição total dos componentes pré-existentes, ou então, apresenta-se com uma "silicificação intersticial", como definida por LEINZ (1938). No primeiro caso formam-se os leitos de sílex tão comuns nos afloramentos das Formações Estrada Nova e Irati e, no segundo, encontramos siltitos e arenitos silicificados do Grupo Tubarão, Formação Estrada Nova e Arenito Botucatu.

Regionalmente, salientam-se na topografia três níveis de sílex, pertencentes à Formação Estrada Nova, já demarcados por MENDES (1962). Em perfis auxiliares que levantamos nos flancos N e S da serra, verificamos que esses níveis representam andares topográficos locais, que não possuem a mesma posição estratigráfica dentro da formação e nem apresentam, igualmente, grande extensão na horizontal. Como esses níveis representam a substituição de rochas carbonatadas pré-existentes (LEINZ, 1938), a sílica substituiu, provavelmente, níveis calcários lenticulares, dentro dessa sequência litológica.

Da análise da coluna estratigráfica do poço CP-1-SP, vemos que existem 12 níveis de sílex na Formação Estrada Nova situando-se, grosso modo, em 5 sistemas de três níveis, até a profundidade de 162 metros. Acreditamos serem esses sistemas, resultantes de algum mecanismo cíclico de sedimentação, os responsáveis pela aparente continuidade, ou semelhança, de sempre três níveis serem ressaltados na topografia, de regiões onde aflora essa formação.

Na mesma coluna podemos verificar que o sílex reaparece à

profundidade de 250 metros, já na Formação Irati. Ocorre disseminado praticamente por toda a formação, agrupando-se, no entanto, da mesma maneira, em três sistemas intercalados entre os folhelhos, situados no terço superior, no meio e na base da formação.

A ausência de sílex nos primeiros 82,3 metros da Formação Estrada Nova, nessa coluna, é por nós atribuída à presença unicamente de siltitos argilosos e arenosos e de algum arenito fino, rochas que não são usualmente afetadas pela silicificação.

Logo no início de nossos trabalhos de campo, vimos ser impraticável o uso desses níveis de sílex como referências para levantamentos estruturais, como haviam sido usados largamente no passado.

BARBOSA & GOMES (1958) correlacionaram quatro níveis de sílex da região do rio Corumbataí, com quatro níveis da região de Angatuba, designados pelos geólogos do CNP (1952), como O, N, M, e L. Esta correlação não pode ser mantida pelas razões exaradas acima.

O problema da idade da silicificação nos surgiu ao verificarmos a presença, na brecha basal do Arenito Botucatu na região, de fragmentos de sílex, alguns oolíticos. Esses fragmentos estão em sua maior parte alterados, mas nos menos intemperizados podemos observar inclusive uma característica fratura conchoidal.

Levantamos a seção geológica abaixo, na calha de um córrego na zona de contato entre a Formação Botucatu e Estrada Nova, no km 199,5 da via Raposo Tavares:

Tôpo

- Brecha, com matriz areno-argilosa avermelhada; fragmentos abundantes de siltito amarelado e sílex cinza esbranquiçado.....60 cm
- Arenito argiloso avermelhado, com raros fragmentos de siltito amarelado.....13 cm
- Brecha, com matriz areno-argilosa avermelhada; fragmentos de siltito amarelado e sílex..... 30 cm
- Arenito fino, laminado, com cores amareladas e avermelhadas.....35 cm
- Siltito argiloso, aparentemente maciço, avermelhado..... 60 cm
- Sílex cinza esbranquiçado..... 22 cm

Base

KRAUSKOPF (1959), afirma que a solubilidade da sílica aumenta com a elevação da temperatura, mas é pouco afetada por mudanças de pH entre 0 e 9.

WERNICK (1966) advoga ser a silicificação do Arenito Botucatu na quadrícula de Rio Claro, devida a mudança climática acompanhada de variação de pH no decorrer do tempo geológico, admitindo para esses fenômenos, neoterciária a pleistocênica.

A magnitude superficial do fenômeno, aliada a ausência da silicificação em profundidade, verificada em perfis de sondagem, segundo MENDES (in WERNICK, 1966, p. 54), levariam a conclusão de que o fenômeno seria recente, associado a mudanças climáticas.

No entanto, no poço CP-1-SP, verificamos níveis de sílex às profundidades de 524 a 572 metros. BARBOSA & GOMES (1958) ao redescreverem o conglomerado sílexítico de Assistência, município de Rio Claro (SP) que segundo os mesmos autores situar-se-ia na base da Formação Irati, chamam a atenção para abundantes seixos de sílex castanho e cinza. No município de Santa Rosa do Viterbo, NE do Estado de São Paulo, na estrada municipal que liga a sede do município a vila de São Pedro dos Morrinhos, 1,4 km antes do ribeirão Quebra Cuia, observa-se o contato da Formação Estrada Nova diretamente sobre arenitos do Grupo Tubarão, inexistindo, localmente, a Formação Irati. A Formação Estrada Nova inicia-se por uma brecha basal de 1,30 metros de espessura, com matriz arenosa e abundantes fragmentos angulosos de sílex castanho.

Sem dúvida, existiu no período pré-Botucatu, clima favorável à mobilização da sílica e portanto à silicificação. Os dados citados acima levam à conclusão de que a silicificação também ocorreu no período pré-Estrada Nova. A incógnita maior nesse problema, é saber qual teria sido o período de maior intensidade do fenômeno.

Acreditamos que houve vários períodos de silicificação dos sedimentos gondwânicos no Estado de São Paulo, no entanto, é nossa convicção de que a maior intensidade do fenômeno tenha ocorrido em época relativamente recente, talvez mesmo, no período sugerido por WERNICK (1966).

A margem dessas considerações julgamos útil descrever nossas observações em dois locais, um situado no bairro dos Mineiros e outro, na região a E do mapa geológico, onde aflora o grande dique situado a 3 km a NE do bairro do Bom-Bom.

Em ambos os pontos, diques de diabásio são capeados por níveis de sílex pertencentes à Formação Estrada Nova. Esses níveis mostram o fenômeno de pseudomorfose com cristais de calcita, substituídos por sílex. Por outro lado, é abundante, nos mesmos locais, cristais idiomorfos de quartzo, provenientes de reprecipitação (Fcto nº 32 e 33).

Como já foi descrito, durante a preparação de amostras da Formação Estrada Nova, constatamos a presença de espículas silicosas de

0,6 cm
0

Foto nº 32 - Pseudomorfose de calcita em sílex.
Formação Estrada Nova, Angatuba, SP.

0,4 cm
0

Foto nº 33 - Cristais de quartzo em nível de sílex da
Formação Estrada Nova

esponjas monaxônidas. Com a verificação de serem essas espículas constantes em tôda a sucessão vertical dessa formação, ocorrendo também nas intercalações silticas da Formação Irati, sem procurarmos resolver o problema da origem da sílica, a presença dessas espículas é sugestiva como possível fonte para a mesma.

Verificamos a distribuição dessas espículas na região N da bacia do Paraná até o Ndo Estado do Paraná e constatamos sua inexistência no S do Estado do Paraná e em Santa Catarina, para os sedimentitos do Grupo Tubarão e do Grupo Passa Dois, coincidindo, igualmente com um decréscimo dos níveis de sílex, nessas regiões, onde são quase inexistentes.

7 - CONFRONTO COM OUTRAS ÁREAS

Tendo em vista o maior vulto da Formação Estrada Nova na área mapiada, associada à presença constante das fácies descritas por MENDES et al. (1966) pertencentes à base do Grupo Passa Dois, foi natural nosso interêsse em estender nossas observações de campo, notadamente no grupo em questão, à outras regiões mais ao S, bem como, comparar nossos dados, com os existentes na literatura, o que parcialmente, já foi realizada do páginas atrás.

Como já foi descrito pelos autores acima mencionados (op. cit.), a Formação Irati, termo basal do grupo Permiano, pertenceu à uma fase redutora dentro de um ciclo sedimentar mais amplo, também ele, parcialmente redutor. Essa formação guia, no entanto, difere em comportamento, quanto à litologia e espessura, de um local para outro.

Na região de Angatuba, como já foi demonstrado, predominam os folhos negros fétidos sôbre os calcários, não havendo grande desenvolvivimento dêste último termo litológico. É essa feição, constante desde Angatuba até Fartura e conforme nossas próprias observações, também nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

Achamos necessária essa prévia consideração, em vista de serem os trabalhos existentes sôbre o grupo em São Paulo, com raras exceções, dedicados à quadrícula de Piracicaba - Rio Claro, onde próximo a base da Formação Irati desenvolve-se, anômalamente para a bacia, uma fácies calcária nítida, que constitui o denominado "banco", explorado comercialmente na região. Há evidências de lenticularidade do "banco" ao S dessa área. Assim é o caso descrito para Itapetininga. No N do Paraná, o "banco" aparece em afloramento situado à 4,7 km de Quatiguá em direção a Siqueira Campos; 15 km antes, logo na saída de Joaquim Távora para Santo Antonio da Platina, a mesma formação assenta-se concordantemente sôbre siltitos do Grupo Tubarão, sem o desenvolvimento dessa fácies.

Esquemáticamente, as relações hipotéticas entre a Formação Irati e suas fácies associadas no Estado de São Paulo, é representada na Fig. 8.

A diversidade de fácies que compreende essa formação, por outro lado, é notavelmente bem caracterizado na região estudada, mantendo suas características sempre constantes para o S. Em rápida viagem de Rio Claro para Fartura, nota-se, a partir de Tatuí, a presença sempre marcante de siltitos, agrupados sob diferentes denominações em relação à sua posição estratigráfica (MENDES et al., 1966). Ao N dessa mesma região, embora presentes, já não é tão clara esta situação.

A Formação Estrada Nova apresenta na área, a sucessão normal para o Estado de São Paulo, com exceção sômente da nítida presença da fácies Paranapanema, situada em sua base. Esta característica não é sempre persistente ao N da área, onde esta fácies é notavelmente reduzida. Apresenta por outro lado um desenvolvimento maior de uma fácies

calcária para o Sul, aonde chega a constituir um banco distinto na região de Taguaí.

Ao Norte da região Piracicaba - Rio Claro, a mesma formação oferece também características litológicas distintas, com espessura média não superior à 50 metros. Nos afloramentos descontínuos situados nas áreas de Pirassununga - Pôrto Ferreira, Santa Cruz das Palmeiras, Tambaú e Santa Rosa do Viterbo, verifica-se a presença de uma fácies siltica (siltitos grosseiros), sem a individualização em grandes espessuras das características seqüências rítmicas. Os fósseis presentes nessa área pertencem somente à zona estratigraficamente superior da mesma formação, zona Pinzonella neotropica - Jacquesia brasiliensis (MENDES, 1952), segundo MEZZALANA (1966, p. 70).

A posição desses afloramentos setentrionais da Formação Estrada Nova, impede a verificação de seu contato inferior. Na área de Santa Rosa do Viterbo, no entanto, em local já mencionado o caráter transgressivo da mesma formação é bastante nítido.

No estágio atual do conhecimento dessa área, é cêdo para uma interpretação segura do fenômeno. Poderia se tratar tanto de uma instabilidade tectônica da plataforma da bacia de deposição, como de um aspecto puro e simples de bordo de bacia.

A natureza litológica dessa formação do Grupo Passa Dois em São Paulo, não permite a individualização das fácies Terezina e Serrinha, nítidas no Paraná e Santa Catarina. Apesar da existência da fácies basal Paranapanema, correlacionável ao Serra Alta de GORDON JR. (1947), na região de Angatuba e mais ao Sul, seria fugir ao sentido exato da definição das duas fácies supra citadas (idem, idem), querer caracterizá-las na região ou mesmo em todo o Estado. Na realidade não possuem em São Paulo, grande continuidade na vertical essas duas fácies. Alternam-se faixas "terezinóides" com zonas silticas maciças, mais grosseiras, que representam fases de maior competência que só tem paralelo nas condições de deposição "Serrinha" mais ao Sul. Diferem no entanto, dessa última fácies pela litologia evidentemente mais fina.

Essas diferenças, que impedem em nosso Estado a aplicação da subdivisão proposta para o S, não chegam a alterar o conjunto, tornando, principalmente depois do trabalho de MENDES & FULFARO (1966), precária a utilização do termo Formação Corumbataí.

Considerando globalmente as características litológicas do grupo, aliadas ao conhecimento de seu conteúdo paleontológico, surgem hipóteses interessantes que acreditamos ser útil descrever.

O próprio gênero Mesosaurus é de duvidosa ocorrência generalizada. Em espécime que coletamos na pedreira do Sr. Carlos di Colla, em Itapetininga, é evidente a dessemelhança com esse gênero, abundante no Sul do País. O formato da cabeça, o tamanho e a forma dos dentes, além do reduzido número de costelas, torna possível, ainda no estágio precário do conhecimento sobre esses répteis, a existência do gênero

Figura 8 - Relações hipotéticas entre a Formação Irati e suas fácies associadas no Estado de São Paulo (segundo Mendes & Fulfaro).

Stereosternum, que seria o comumente encontrado no Irati paulista, e a inexistência do gênero sulista Mesosaurus.

A Formação Estrada Nova, apresenta em São Paulo e Mato Grosso, uma abundância da espécie Pinzonella illusa bem marcada no terço inferior da mesma formação. Por outro lado o gênero Maackia, que ocorre na fácies Serra Alta do Paraná e Santa Catarina, nunca foi referido no Estado de São Paulo.

Escolhemos os dois exemplos supra citados de lamelibrânquios por ocorrerem, no Sul do Estado, em uma curiosa situação geográfica. A Formação Estrada Nova indivisa, bem exposta nas faldas da serra da Fartura, apresenta-se com o aspecto comum à essa formação em São Paulo, portando em seus diversos níveis fossilíferos (MEZZALIRA, 1966) o primeiro gênero citado, ao lado de outros lamelibrânquios fósseis ainda não identificados (MENDES, 1952, p. 56). A uma distância de 30 km deste local, 8,7 km após Carlópolis, já no N do Paraná, ocorre uma sequência típica da fácies Serra Alta, com o segundo gênero citado (MENDES & FULFARO, 1966, p. 35) sotoposto à uma sucessão de sedimentitos da fácies Serrinha.

Como foi descrito, páginas atrás, também as espículas de esponja obedecem à essa delimitação, não ocorrendo em sedimentitos da mesma formação, nos estados sulinos.

A situação está aliada à uma inversão de mergulhos na calha do rio Itararé, que pode, no entanto, ter razões exclusivamente tectônicas. Contudo, fósseis que possuem uma ampla distribuição tanto a Norte como a Sul dessa linha, parecem ter sentido, quando em vida, a presença de uma barreira geográfica considerável impedindo a sua mistura. A curta distância horizontal que os separa é sugestiva de tal situação.

A própria coluna clássica de I.C. WHITE (1908) reformulada por GORDON JR. (1947) não é observável em sua totalidade, no Estado de São Paulo. O membro Morro Pelado do mesmo autor (op. cit.) não existe em São Paulo. Ao que tudo indica, embora tenha sido apontado em sondagens ao Sul do mesmo Estado, ocupa, êsse membro, predominantemente a área centro-sul da bacia.

A ausência dêsse membro em São Paulo, pode ser devida à duas causas: afinamento lateral ("thinning out") ou não deposição. A elevação progressiva das bordas da bacia favoreceria a hipótese de erosão próxima as mesmas, onde se apresentaria normalmente menos espessa. No entanto, como já foi explicado no capítulo referente à tectônica da região e de acôrdo com PUTZER (1953), é evidente uma fase diastrófica pré-Botucatu, com blocos, que sendo rebaixados foram preservados de uma ação erosiva mais intensa. Nesses blocos, como o situado a NW de Angatuba, é inexistente a presença de qualquer fase sedimentar clástica mais grosseira, como a descrita por GORDON JR. (op. cit.) para o Paraná e Santa Catarina. Nesse caso, teríamos a não deposição dêsse membro na região mais setentrional da bacia e o Morro Pelado representaria o

assoreamento da bacia em sua área central.

SANFORD & LANGE (1961, p. 1 322), dividem a bacia em duas grandes depressões, sendo o alto que as separa, denominado arco de Ponta Grossa. Reconhecem os mesmos autores, portanto, duas áreas distintas dentro do conjunto da bacia do Paraná.

As evidências apontadas rapidamente, sugerem uma compartimentação na bacia do Paraná. Pelo menos duas áreas podem ser apontadas: uma, compreendendo a maior parte de São Paulo, Goiás e centro-leste de Mato Grosso, e outra, situada no Paraná, Santa Catarina e sul de Mato Grosso (êste último, baseado em sondagens).

Essa separação não seria necessariamente representada por uma barreira emersa e nem mesmo continua para tôda a área, visto parecer não existir à W da bacia. Tendo em vista o caráter da diferenciação faciológica e faunística apontada, acreditamos ser esta sub-aquática. De fato, embora se manifeste maior competência do agente deposicional nessa área (presença constante de bancos silticos e arenosos), não há o desenvolvimento de ruditos, como seria lógico, nas proximidades de áreas emersas.

8 - CONCLUSÕES

Do estudo geral da geologia da área de Angatuba e da sua comparação com outras, já descritas, chegamos às seguintes conclusões:

1. A serra de Angatuba ou do Palmital não é um simples testemunho de erosão na frente ocidental da serra Geral, mas representa um bloco falhado e rebaixado, no mínimo, com 165 metros de rejeito total em relação à mesma escarpa.
2. Não existe rocha efusiva na serra de Angatuba, sendo o seu topo ocupado por um "sill" de diabásio intromisso no Arenito Botucatu. Carecem de base, portanto, as correlações anteriormente feitas com o conjunto inferior de derrames da serra Geral.
3. Existe na região um padrão de falhamento normal com blocos basculados ("tilted fault blocks") do qual a serra de Angatuba é expressão local.
4. A linha principal de falhamento possui direção ENE-WSW, idêntica para a constatada para o Cristalino por FREITAS (1951), com linhas subsidiárias orientadas para NNW-SSE, com movimento de rotação ao longo de seus planos de falha.
5. O valor dos rejeitos não é o mesmo em uma única linha de falha, sugerindo um sistema de falhamento que obedece à uma mesma direção, embora as linhas não sejam necessariamente contínuas.
6. Delineia-se nitidamente três períodos de falhamentos para a região: a) pré-Botucatu; b) contemporânea às intrusões; c) imediatamente após a cristalização dos diabásios ou mais moderna.
7. Examinando-se os dados de três sondagens, CP-1-SP, GUST-3-SP e GUST-4-SP, é possível estendermos o falhamento pré-Botucatu a uma área consideravelmente maior.
8. Dobramentos locais podem ocorrer da interação dos fatores temperatura e pressão, associada a falhamentos contemporâneos a intrusões.
9. A Formação Irati apresenta um notável desenvolvimento da fácies folhelhos negros fétidos para o S, com ausência quase total do "banco" calcário dolomítico da base.
10. O "banco" da mesma formação, quando ocorre, mostra-se lenticular, evidenciando a sua descontinuidade.
11. É constante e sempre bem caracterizada, na área, a presença das fácies associadas à Formação Irati descritas por MENDES et al. (1966).
12. A sucessão litológica da formação superior do Grupo Passa Dois em São Paulo, após o trabalho de MENDES & FULFARO (1966), de saconselha a manutenção do termo Formação Corumbataí para a mesma seqüência, devendo-se designá-la por Estrada Nova indiviso.

13. Constatou-se a presença de espículas de esponja monaxôni das no ~~no~~ ^{tôpo} do Grupo Tubarão e em todo o Grupo Passa Dois, na área.

14. Evidenciou-se a associação entre a presença das mesmas espículas e zonas de silicificação mais intensa.

15. É possível distinguir no mínimo três idades diferentes para a silicificação dos sedimentos gondwânicos da bacia: a) pré-Irati; b) pré-Botucatu; c) moderna.

16. Na região de Angatuba, no tôpo da serra do mesmo nome, só é possível distinguir a fácies sub-aquática da Formação Botucatu, ou seja, a fácies Pirambóia.

17. Observa-se, na região, no contato entre a Formação Estrada Nova e o Arenito Botucatu, que à época do início da deposição das rochas Eocretáceas, achava-se a superfície da sequência inferior profundamente fendilhada.

18. É notável, na área o desenvolvimento da disjunção colunar no Arenito Botucatu, nos contatos com o "sill" de diabásio intrusivo.

19. As temperaturas de contato entre o diabásio e os sedimentos que o envolvem podem ser notavelmente altas, superiores à 850°C, dependendo de certas situações especiais.

20. É abundante a cobertura coluvial nas frentes da escarpa, podendo causar confusão com depósitos modernos dos rios.

21. É visível a contribuição da fonte nos depósitos atuais dos rios, mesmo a tão grandes distâncias das mesmas, como em Angatuba, nos aluviões dos rios Paranapanema e Itapetininga.

22. Os dados advindos do estudo dessa região S da faixa sedimentar permiana do Estado, sugerem uma compartimentação da bacia do Paraná, separando-a, pelo menos, em duas grandes áreas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. &
BARBOSA, O. 1953 Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, Div.Geol.Min., DNPM, Bol. nº 143, 96 pp., 45 figs., 4 tab., 9 perfis, 1 mapa, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. 1954 Botucatu, um deserto triássico da América do Sul, Div.Geol.Min., DNPM, Notas Prelms.Estudos nº 86, 21 pp., 9 figs. Rio de Janeiro.
- " 1964 Grupo São Bento, Secret.Agricultura, Inst.Geogr.Geol., Bol. nº 41, pp. 85-101, 3 figs., São Paulo.
- " 1964 Fundamentos Geológicos do Relêvo Paulista, Secret.Agricultura, Inst. Geogr.Geol., Bol. nº 41, pp. 167-263, 20 fotos, São Paulo.
- BARBOSA, O. &
ALMEIDA, F.F.M. 1949 A série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo, Div.Geol. Min., DNPM, Notas Prelms.Estudos, nº 48, 16 pp., Rio de Janeiro.
- BARBOSA, O. &
GOMES, F.A. 1958 Pesquisa de Petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo, Div. Geol.Min., DNPM, Bol. nº 171, 40 pp., 6 figs., 3 mapas, Rio de Janeiro.
- BELOUSSOV, V.V. 1962 Basic Problems in Geotectonics, McGraw-Hill Book Comp., 809 pp., 317 figs., 1 mpa, New York.
- BILLINGS, M.P. 1957 Structural Geology, Prentice Hall, 2a ed., 514 pp., 381 figs., New Jersey.
- BJORNBERG, A.J.S.,
GANDOLFI, N. &
PARAGUASSU, A.B. 1964 Ocorrência de prismas hexagonais de arenito em São Carlos, SP (Formação Botucatu), Bol.Soc.Bras.Geologia, v.13, nº 1 e 2, pp. 61-66, 4 figs., São Paulo.

- CNP 1952 Relatório de 1951, pp. 173-175, 1 mapa, Rio de Janeiro.
- DUNKLE, D.H. & SCHAEFFER, B. 1956 Preliminary Description of a Paleoniscoid Fish from the Late Paleozoic of Brazil, Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, Bol. nº 193, Geologia nº 13, pp. 5-22, 4 figs., São Paulo.
- FREITAS, R.O. 1951 Ensaio sobre a Tectônica Moderna do Brasil, Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, Bol. nº 130, Geologia nº 8, 120 pp., 15 figs., 1 mapa, São Paulo.
- FULFARO, V.J. 1964 A Formação Corumbataí nos arredores de Conchas, Estado de São Paulo, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 13, nº 1 e 2, pp. 43-53, 2 figs., 1 foto, São Paulo.
- GORDON JR., M. 1947 Classificação das Formações Gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Div. Geol. Min., DNPM, Notas Prels e Estudos, nº 38, 19 pp., Rio de Janeiro.
- GUTMANS, M. 1949 Tectônica da Bacia do Paraná, Eng. Min. e Met., v. XIV, nº 80, pp. 47-49, Rio de Janeiro.
- KRAUSKOPF, K.B. 1959 The Geochemistry of Silica in Sedimentary Environments, Silica in Sediments, Soc. of Econ. Paleont. and Min., Sp. Publ., nº 7, Tulsa, EUA.
- LANDIM, P.M.B. 1965 Deformações por compactação em sedimentos da Formação Irati, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 14, nº 1 e 2, p. 53, São Paulo.
- LEINZ, V. 1939 A silicificação nos sedimentos gondwânicos no sul do Brasil e sua significação, Serv. Fom. da Prod. Min., Min. da Agricultura, Publ. Esp. nº 5, 23 pp., Rio de Janeiro.

- LEINZ, V. 1949 Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos do Sul do Brasil, Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, Bol. nº 13, Geologia nº 5, 61 pp., 22 figs., 9 fotos, São Paulo.
- MELFI, A.J. & GIRARDI, V.A.V. 1962 Ocorrência de um sill de diabásio no Arenito Botucatu, município de Igara-pava, SP, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 11, nº 2, pp. 55, São Paulo.
- MENDES, J.C. 1952 A Formação Corumbataí na região do rio Corumbataí (Estratigrafia e descrição dos lamelibrânquios), Fac. Fil. Ciên. Letras, Univ. S. Paulo, Bol. nº 145, Geologia nº 8, 114 pp., 14 figs., 4 estps., São Paulo.
- " 1961 Algumas considerações sobre a Estratigrafia da Bacia do Paraná, Bol. de Geogr., nº 4 e 5, pp. 3-47, 10 figs., Curitiba.
- " 1962 Lamelibrânquios permianos do oólito de Angatuba, Estado de São Paulo (Formação Corumbataí), Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 11, nº 1, pp. 37-56, 9 figs., 2 estps., São Paulo.
- " 1962 Recorrência de fácies no Grupo Passa Dois (Permiano), observada no perfil Irati-Relógio, Paraná, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 11, nº 2, p. 75, São Paulo.
- " 1963 Novos aspectos da estratigrafia das camadas eogondwânicas da bacia do Paraná, Eng. Min. e Met., v. XXXVIII, nº 226, pp. 189-192, Rio de Janeiro.
- MENDES, J.C., FULFARO, V.J., AMARAL, S.E. & LANDIM, P.M.B. 1966 A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 15, nº 3, pp. 23-43, 9 figs., São Paulo.
- MENDES, J.C. & FULFARO, V.J. 1966 As camadas gondwânicas no Norte do Paraná, Bol. Soc. Bras. Geologia, v. 15, nº 4, pp. 29-42, 6 figs., São Paulo.

- MEZZALIRA, S. 1964 Grupo Estrada Nova, Secret. Agricultura, Inst. Geogr. Geol., Bol. nº 41, pp. 63-84, São Paulo.
- " 1965 Descrição Geológica e Geográfica das Fôlhas de Piracicaba e São Carlos, SP, Secret. da Agricultura, Inst. Geogr. e Geol., Bol. nº 43, 40 pp., 1 estps., 9 fotos, São Paulo.
- " 1966 Os fósseis do Estado de São Paulo, Secret. Agricultura, Inst. Geogr. e Geológico, Bol. nº 45, 128 pp., 10 estps., São Paulo.
- " 1966 Considerações sobre novas ocorrências fossilíferas no Estado de São Paulo, An. Acad. Bras. Ciên., v. 38, nº 1, pp. 65-71, 2 fotos, 1 perfil, Rio de Janeiro.
- MONTEIRO, C.A.F. 1963 Clima (in Grande Região Sul), Inst. Bras. Geogr. e Estat., Cons. Nac. de Geogr., Publ. nº 18, v. IV, Tomo I, pp. 117-169, 19 figs., Rio de Janeiro.
- MORAES REGO, L.F. 1930 A Geologia do Petróleo no Estado de São Paulo, Min. Agricultura, Ind. e Com., Serv. Geol. e Min., Bol. nº 46, 110 pp., Rio de Janeiro.
- " 1931 Rel. An. do Diretor, Serv. Geol. Min., do Brasil, Min. Agricultura, pp. 7-17, Rio de Janeiro.
- " 1932 Notas sobre a Geomorphologia de São Paulo e sua genesis, Inst. Astron. e Geogr. de São Paulo, 28 pp., 19 fotos, 1 mapa, São Paulo.
- " 1941 A Geologia do Estado de São Paulo, Separata do Bol. do DER, 138 pp., São Paulo.
- OLIVEIRA, F. de P. 1950 Reconhecimento Geológico do vale do rio Paranapanema (Transcrição). O IGG (Inst. Geogr. e Geol.), Rev., v. 8, nº 1-4, pp. 219-241, São Paulo.

- PETRI, S. &
FULFARO, V.J.
- PETRI, S. &
FULFARO, V.J.
- PUTZER, H.
- POTTER, P.E. &
PETTIJOHN, F.J.
- RUEGG, N.R. &
VANDOROS, P.
- SALAMUNI, R.
- "
- SAMPAIO, T.
- "
- 1965 Aspectos da Sedimentação e Estru-
turas Sedimentares dos Depósitos da
Reprêsa Billings, São Paulo, Bol.Soc.
Bras.Geologia, v. 14, nº 1 e 2, pp.
5-28, 14 fotos, 6 figs., São Paulo.
- 1966 Contribuição à Geologia das regiões
de Jaguariaíva e Lamedor, Paraná,
Bol.Soc.Bras.Geologia, v. 15, nº 1,
pp. 33-48, 7 figs., São Paulo.
- 1953 Diastrofismo "germanótipo" e sua re-
lação com o vulcanismo basáltico na
parte meridional de Santa Catarina,
Bol.Soc.Bras.Geologia, v. 2, nº 1,
pp. 37-73, 25 figs., 1 mapa, São Pau-
lo.
- 1963 Paleocurrents and Basin Analysis,
Springer-Verlag O.H.G., 296 pp.,
130 figs., 30 estps., Berlim.
- 1965 O Diabásio de Laranjal Paulista, SP,
Rev.Ciê.n.e Cultura, v. 17, nº 2,
p. 128, São Paulo.
- 1961 Indícios de sedimentação cíclica no
Paleozóico superior da Bacia do Pa-
raná, Bol.Paranaense de Geogr., nº
4 e 5, pp. 153-171, Curitiba.
- 1963 Estruturas Singenéticas e sua Signifi-
cação na série Passa Dois, Bol.Univ.
do Paraná, Inst.de Geologia, nº 12,
89 pp., 15 figs., Curitiba.
- 1889 Exploração dos rios Itapetininga e Pa-
ranapanema, Com.Geogr.e Geol.da
Prov.de São Paulo, Rel. ao Pres. da
Prov., 13 pp., 25 mapas, Rio de Ja-
neiro.
- 1890 Considerações Geográficas e Econômi-
cas sobre o valle do rio Paranapanema,
Com.Geogr.e Geol.do Est. de São Pau-
lo, Bol. nº 4, 73 pp., São Paulo.