

0824609

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA

São Paulo, 08 a 15 de dezembro de 1991.



CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA (12. : 1991 :
São Paulo)

ROTEIRO DE EXCURSÕES.

ROTEIRO DE EXCURSÕES

BACIA DO PARANÁ I
BACIA DO PARANÁ II
BACIA DE TAUBATÉ

Instituto de Geociências
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
BRASIL - 1991

560.981
C749
12.r
1991

**EXCURSÃO
TAUBATÉ**

**L ESTRATIGRAFIA E AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO DA PORÇÃO
CENTRAL DA BACIA DE TAUBATÉ, SP**

CLAUDIO RICCOMINI
KENITIRO SUGUIO
HERCULANO M. F. ALVARENGA
FERNANDO FITTIPALDI

I - INTRODUÇÃO

A Bacia de Taubaté, situada na porção leste do Estado de São Paulo, é integrante do Rift Continental do Sudeste do Brasil-RCSB (RICCOMINI 1989). Esta feição tectônica de idade cenozóica, anteriormente denominada Sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar (ALMEIDA 1976), engloba ainda as bacias de Curitiba (PR), Graben de Sete Barras e Bacia de São Paulo (SP), bacias de Resende e Volta Redonda, Graben da Guanabara e bacias de Itaboraí e Barra de São João (RJ). Dispõe-se como estreita faixa, alongada e deprimida segundo ENE, desenvolvida entre as cidades de Curitiba (PR) e Barra de São João (RJ), numa extensão de pelo menos 800 km. O rift segue aproximadamente a linha de costa atual, da qual dista em média cerca de 70 km, alcançando o Oceano Atlântico na sua terminação nordeste.

O presente roteiro de excursão, elaborado para o XII Congresso Brasileiro de Paleontologia, visa fornecer um quadro geral dos litotipos, associações de fácies e sistemas deposicionais da porção central da Bacia de Taubaté, onde estão localizadas as principais exposições das formações Tremembé e Pindamonhangaba, unidades litoestratigráficas a serem visitadas com enfoque paleontológico.

II - GEOLOGIA REGIONAL

Os traços gerais da tectônica e estratigrafia da região do RCSB, compreendida entre as cidades de São Paulo e Volta Redonda, numa extensão de cerca de 350 km, foram objeto de estudos de diferentes autores.

Recentemente, RICCOMINI (1989), com base principalmente na análise microestrutural e na análise de fácies sedimentares, amparadas em dados mineralógicos, palinológicos, geocronológicos e geomorfológicos, entre outros, estabeleceu, de forma tentativa, a seguinte seqüência de eventos para a área estudada (Fig. 1).

a) Paleógeno (Eoceno-Oligoceno): formação da depressão original (*hemi-graben*), contínua na porção analisada, como resultado do campo de esforços extensionais de direção NNW-SSE imposto pelo basculamento termomecânico da Bacia de Santos; preenchimento vulcano-sedimentar sintectônico (Grupo Taubaté), compreendendo um sistema de leques aluviais associados à planície aluvial de rios **braided** (entrelaçados, Formação Resende), basal e lateral na bacia, um sistema **playa-lake** (Formação Tremembé), e um sistema fluvial meandrante (Formação São Paulo); eclosão de derrames de basanito a sudeste de Volta Redonda (Basanito Casa de Pedra), associados ao sistema fanglomerático; condições climáticas inicialmente semi-áridas durante a sedimentação das formações Resende e Tremembé, passando para úmidas durante a deposição da Formação São Paulo;

b) Neógeno (Mioceno?): transcorrência sinistral de direção E-W, com extensão NW-SE e localmente compressão NE-SW; geração de soleiras (Arujá, Queiuz, entre outras) relacionadas à transpressão, ou bacias tipo **pull-apart** (sistema fluvial entrelaçado da Formação Itaquaquecetuba), associadas à transtracção ou relaxamento final dos esforços dessa fase; separação das drenagens dos rios Tietê e Paraíba do Sul pela Soleira de Arujá, com mudança do nível de base e erosão na porção central da Bacia de Taubaté;

c) Plioceno (?) a Pleistoceno Inferior: implantação de

novo sistema fluvial meandrante (Formação Pindamonhangaba) na porção central da Bacia de Taubaté, em condições provavelmente quentes e úmidas;

d) Pleistoceno Superior: inicialmente fase de estabilidade tectônica com a deposição de sedimentos colúvio-aluviais, frutos do remodelamento do relevo em função das variações climáticas; ao final, nova fase de transcorrência, agora dextral, com compressão NW-SE e geração de novas soleiras; definição da distribuição atual dos sedimentos nas bacias, ou embaciamentos, num arranjo *lazy-Z*;

e) Holoceno: nova extensão NW(WNW)-SE(ESE), afetando depósitos de baixos terraços ligados à evolução da rede de drenagem do Rio Paraíba do Sul;

f) Atual: campo de tensões indicando compressão, sugestivo de nova mudança no regime de esforços.

III - A BACIA DE TAUBATÉ

A revisão da litoestratigrafia da Bacia de Taubaté, recentemente sugerida por RICCOMINI (1989) e parcialmente formalizada por RICCOMINI et al. (1990), foi decorrente da análise conjunta de fácies e sistemas deposicionais, ou seja, das principais unidades genéticas e suas variações de fácie. A verificação das relações entre as fácies e da distribuição espacial dos diferentes sistemas deposicionais foi efetuada principalmente através da observação de afloramentos, especialmente algumas seções, relativamente espessas e contínuas, adequadas o bastante para este tipo de análise. Além disso, existem as sondagens do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), entre as quais, a de número 42, tem seus testemunhos depositados no

Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Este material já havia sido descrito detalhadamente por SUGUIO (1969), tendo sido redescrito por RICCOMINI (1989).

Assim, com base nesses estudos, o quadro litoestratigráfico atualmente aceito para os depósitos sedimentares continentais terciários da Bacia de Taubaté compreende uma seqüência basal, Grupo Taubaté, recoberta discordantemente por uma unidade mais jovem, a Formação Pindamonhangaba (RICCOMINI 1989, RICCOMINI et al. 1990) (Fig. 2).

Não se descarta, entretanto, que a bacia possua pacotes sedimentares mais antigos, somo sugerido por estudos palinológicos (WICKERT 1974) ou dados geofísicos (MARQUES 1990), já que ela possui mais de 700m de profundidade máxima (RICCOMINI 1989, MARQUES 1990)e destes apenas os 200m superiores foram alvos de estudos.

III-1 - GRUPO TAUBATÉ

Na Bacia de Taubaté, o Grupo Taubaté encerra as formações Resende, Tremembé e São Paulo.

III-I-1 - Formação Resende

A Formação Resende, correspondente ao sistema de leques aluviais associados à planície aluvial de rios entrelaçados (*braided*), ocupa posição lateral e basal na bacia. Ocorre principalmente ao longo da borda norte, tectonicamente ativa durante a sedimentação na Bacia de Taubaté. Exceção a este padrão de afloramentos são as ocorrências ao sul de

Caçapava, às faldas da Serra do Jambeiro, onde, devido ao mecanismo de falhamentos transferentes, a bacia apresentou assimetria para sul (Fig. 3).

A Formação Resende apresenta duas litofácies principais (RICCOMINI 1989):

R1) fácies de diamictitos e conglomerados, com seixos matacões e blocos angulosos a subarredondados, raramente arredondados a bem arredondados, em geral polimíticos, com matriz lamítica e arenosa esverdeada, gradação normal e inversa, com acunhamento dos pacotes rumo ao eixo deposicional da bacia;

R2) fácies de lamitos predominantemente arenosos e arenitos de coloração esverdeada, estes localmente com estratificação cruzada acanalada de médio porte e níveis conglomeráticos com seixos predominantemente de quartzo, quartzito, feldspatos e seixos de rochas do embasamento, apresentando gradação normal e inversa; esses sedimentos ocorrem interdigitados com conglomerados e diamictitos da fácies acima descrita, apresentando ainda raras estruturas de fluidificação; a geometria dos corpos é tabular e sua dimensão métrica; localmente podem ser observados corpos de extensão métrica e espessura decimétrica (até pouco mais de 1m) constituídos essencialmente por arenitos de granulação média a grossa, mal selecionados, em meio a sedimentos essencialmente siltico-argilosos; em outros casos, os arenitos de características semelhantes aos acima descritos, apresentam-se sob a forma de extensos lençóis, com espessura não inferior a 1m, e estratificação cruzada acanalada, no topo de depósitos de lamitos; quando sobrepostos novamente por lamitos, podem ser observados localmente diques clásticos de espessura centimétrica a decimétrica, dos arenitos nos lamitos.

Os depósitos da fácies R2 estão bem desenvolvidos em

associação (variação lateral e interdigitação) com os da fácie R1.

As litofácies R1 e R2 constituem um sistema de leques aluviais, respectivamente em suas porções proximal e distal, ocorrendo transição entre elas na porção mediana dos leques. Na sua formação teriam predominado os processos de fluxo gravitacional de massa, podendo ocorrer retrabalhamento fluvial em grau variado nas porções distais, já passando para a planície aluvial em sistema fluvial entrelaçado (**braided**).

Na planície aluvial formar-se-iam os arenitos com estratificação cruzada dispostos sob a forma de lençol, sendo que massas de água estagnada seriam as responsáveis pela diferenciação hidrodinâmica dos lamitos em corpos arenosos e siltico-argilosos.

Diques clásticos de arenitos nos lamitos, injetados de baixo para cima, decorreriam, provavelmente, da atividade sísmica sinsedimentar (sismitos), da mesma forma que as estruturas de fluidificação, entre as possíveis causas.

Associados aos lamitos da fácie R1, na localidade de Santa Isabel (SP), na porção sudoeste da Bacia de Taubaté, ocorrem calcários calcíticos constituindo crostas duras ou calcretes. COIMBRA & RICCOMINI (1985) atribuiram para esses depósitos, origem a partir da exposição subaérea de lamitos de leques aluviais, oriundos de corridas de lama, com consequente ressecção sob condições de semi-aridez climática, representando horizontes pedogenéticos tipo **caliche**. Nos sedimentos de granulação mais grossa e permeáveis, o **caliche** seria do tipo nodular, formado a partir da evapotranspiração de água rica em solução carbonatada. Nos sedimentos mais finos, dada a baixa permeabilidade, a percolação dar-se-ia através de rachaduras de ressecção, atingindo a superfície com baixa umidade relativa e intensa evaporação. Estas condições seriam mais propícias para a formação

de crostas duras.

Ainda nos caliche de Santa Isabel (SP), bem como da Bacia de Curitiba (PR), foram encontrados cristais euhédricos, placóides, milimétricos e rosados de lantanita-(Nd) (COIMBRA & RICCOMINI 1985, COIMBRA et al. 1989), conduzindo inicialmente à suposição de possível correlação cronológica entre as diferentes ocorrências, uma vez que tal associação necessitaria condições extremamente particulares para sua formação (COIMBRA & RICCOMINI, 1985) e, mais recentemente, à hipótese alternativa, mas não excludente da anterior, de origem hidrotermal para estes calcários, dada a presença de elementos estruturais importantes nos seus locais de ocorrência (COIMBRA et al. 1989).

Entretanto o exame dos testemunhos da sondagem nº 42 do CNP (Fig. 4) revelou a presença de numerosos níveis de ressecamento, alguns com paleossolos carbonáticos (calcita), fazendo-se necessário, portanto, uma revisão na hipótese de correlação cronoestratigráfica entre as diferentes ocorrências.

As espessuras consideráveis de lamitos pressupõem a existência de espesso regolito na área fonte, gerado em condições climáticas quentes e úmidas. Sua natureza essencialmente pelítica refletiria intenso intemperismo na fonte, onde rochas granítoides são abundantes; estas, decompostas em clima quente e úmido, propiciaram a formação de espessos regolitos, ricos em matriz argilosa. Dessa forma, esses regolitos poderiam pertencer a uma fase úmida prévia, parcialmente remobilizados como lamitos sob condições semi-áridas. A presença de argilas esmectíticas detriticas nos lamitos vem se constituindo em elemento adicional a esta hipótese de clima semi-árido (BRANDT NETO et al. 1990).

Em termos palinológicos, a Formação Resende acha-se

melhor estudada na bacia homônima, indicando inicialmente idade eocênica (LIMA & AMADOR 1985) e posteriormente oligocênica (RICCOMINI 1989).

Na Bacia de Taubaté, raras bioturbações nos lamitos constituem-se até o momento no único registro de atividade biológica na Formação Resende.

III-I-II - Formação Tremembé

A passagem do sistema de leques aluviais da Formação Resende para o lacustre da Formação Tremembé é transicional, bem evidente no testemunho da sondagem 42 (Fig. 4). Supõe-se que a implantação de condições lacustres tenha acompanhado a evolução da bacia, que agora estaria mais larga, fruto do incremento da subsidência do hemi-graben (Fig. 5), talvez aliada à fases de calmaria tectônica mais prolongada.

Integram a Formação Tremembé cinco litofácies principais:

T1) fácie de argilas verdes maciças, freqüentemente fossilíferas (ostracodes e restos de aves), localmente com concreções carbonáticas e ocorrência ocasional de gretas de contração de sinérese; esta fácie está aparentemente restrita à porção central da Bacia de Taubaté, região de Caçapava-Tremembé-Pindamonhangaba.

T2) fácie de calcários dolomíticos com textura microesparítica (dolomicroesparito) e coloração verde-acinzentada clara a branca; constituem camadas tabulares, muito contínuas, com espessura de até 20 cm e ocorrem intercaladas nas argilas da fácie T1, estando restritas à região de Taubaté-Tremembé-Pindamonhangaba, onde foram verificadas nas extrações de argila ALIGRA e Santa Fé (Fig. 2), e nas sondagens do CNP (Fig. 4);

T3) fácie constituída por ritmitos formados pela alternância de lâminas, ou camadas centimétricas, de folhelhos castanhos-escuros e margas; os folhelhos são laminados, localmente "papiráceos", fossilíferos (restos de peixes e plantas), pirobetuminosos, contendo por vezes marcassita e sulfatos secundários derivados de sua alteração; as margas, ricas em ostracodes, gradam localmente para calcários; a área de ocorrência desta fácie está restrita à porção central da Bacia de Taubaté, em associação com as argilas da fácie T1; nessa área, testemunhos de sondagem do CNP permitiram detectar cinco níveis bem definidos de folhelhos "papiráceos", com espessura decimétrica, de ampla correlação lateral;

T4) fácie de arenitos com estratificações cruzadas de baixo a médio ângulo (até 20°), tangenciais na base com outras camadas de menor ângulo de mergulho, e truncados no topo por camadas de espessura decimétrica, em arranjo planar horizontal; os estratos cruzados mergulham rumo ao eixo da bacia e são constituídos por camadas de espessura centimétrica, com granodecrescência ascendente, de areia média, ocasionalmente areia grossa ou até grânulos, a silte, com matriz argilosa, no geral mal selecionados; os estratos cruzados tabulares de topo também apresentam granodecrescência ascendente, de areia grossa, por vezes grânulos, até silte, com argila abundante na matriz; na base, onde os estratos cruzados apresentam menores ângulos de mergulho, normalmente inferiores a 5°, ocorrem, comumente, sedimentos de granulação média a fina; ocasionalmente, nas camadas basais, podem ocorrer conglomerados polimíticos (seixos de gnaisses, milonitos, granitóides, quartzo, quartzito, entre outros), gradando a arenitos grossos a médios, que passam a areias de granulação fina com climbing ripples, estas indicando transporte para o eixo da bacia; feições de bioturbação são comuns, sobretudo nas porções de

granulação areia fina a silte; esta fácie foi detectada unicamente na borda norte da Bacia de Taubaté, em corte da SP-123, logo no início da subida da Serra da Mantiqueira.

T5) fácie de arenitos grossos, arcoseanos, conglomeráticos, localmente conglomerados, polimíticos, em camadas decimétricas, com seixos de argila na base; apresentam gradação normal até arenitos finos quartzosos com estratificações cruzadas (*climbing ripples*) e, para o topo, siltitos bioturbados e siltitos e argilitos com gretas de contração; as camadas exibem geometria tabular, com grande persistência lateral (extensão decamétrica nos cortes), espessuras decimétricas a métricas e base erosiva; ocorrem intercaladas com as argilas verdes maciças da fácie T1, na porção central da Bacia de Taubaté.

A fácie T4 é bem caracterizada somente na porção superior da coluna lacustre, quando seus depósitos estão intercalados nos sedimentos argilosos da fácie T1. Estaria ligada a processos tipo *sheet-flood*, de enchentes esporádicas, e/ou acompanhada do recrudescimento da atividade tectônica. Seus depósitos representariam corpos de inunditos, no sentido de DELLA FÁVERA (1984). São incluídos nesse sistema os depósitos do Km 12,9 da SP-123 (Quiririm-Campos do Jordão), na Bacia de Taubaté, referidos por SUGUIO & VESPUCCI (1985) como turbiditos.

No mesmo palco tectônico e sedimentar do material terrígeno da fácie T4, depositados então nas bordas do lago, estariam também as argilas verdes maciças da fácie T1, floculadas em porções mais internas do lago, aparecendo atalmente também intercaladas com os folhelhos pirobetuminosos da fácie T3.

Camada decimétrica de calcário da fácie T2, intercalada com argilas da fácie T1 na região de Taubaté (Extração ALIGRA, Fig. 2), foi

considerada por FREITAS & APPI (1987) como **caliche**, dada a presença de microfendas de ressecção e marcas de raízes. Estes autores correlacionaram esta camada com outras ocorrências das bacias de Resende e Taubaté, referindo-as como um marco estratigráfico. A análise por difração de raios-X revelou composição dolomítica, diferente da calcítica dos **caliche**, para esta camada. Pelo menos outra camada de natureza semelhante pode ser observada nos perfis de sondagens do CNP, em especial no testemunho N° 42 (Fig. 4). Esses calcários representam provavelmente fases de hipersalinidade do lago, em águas rasas.

A análise dos dados dos poços perfurados pelo CNP permitiu a elaboração de mapas e esboços paleogeográficos em alguns intervalos estratigráficos na porção central da Bacia de Taubaté. A maior densidade de dados disponíveis corresponde ao intervalo de cerca de cinco metros, compreendido entre o terceiro e o quarto nível de folhelhos papiráceos da fácie T3 (Fig. 6). A distribuição das fácies deste intervalo é típica de um sistema **playa-lake** (e.g. EUGSTER & HARDIE 1975), e não de paleossolos carbonáticos. Assim, a ocorrência de níveis de ressecção não é restrita a um único marco, como proposto por FREITAS & APPI (1987), devendo as correlações dessa natureza serem entendidas como muito preliminares e encaradas com toda a reserva.

Aumento da profundidade da lámina de água do lago é indicada pela sucessão, da base para o topo, de calcário dolomítico, argilas verdes de flocação e folhelhos pirobetuminosos. As margas, ricas em ostracodes, podem representar também fases de maior salinidade do lago, com consequente aumento na mortandade desses animais. Estas flutuações encontram também suporte paleontológico e geoquímico. Em termos paleontológicos, a presença de aves necrófagas como *Brasilogyps faustoi*, da

família Cathartidae (ALVARENGA 1985), nas argilas verdes, caracterizaria níveis de lâmina de água mais baixa, ao passo que restos de peixes e ostracodes (COUTO & MEZZALIRA 1971), presentes nos folhelhos, poderiam indicar águas mais profundas. Por outro lado, as análises de geoquímica de matéria orgânica, efetuadas pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da PETROBRÁS indicaram teores de matérias orgânicas da ordem de décimos de porcentagem para as argilas verdes, centésimos para os calcários (Eugenio Vaz Neto, comunicação verbal), e 14,5% para os folhelhos (MARQUES 1990), indicando para estes últimos condições anóxicas de águas mais profundas. Os teores em querogênio nos folhelhos papiráceos atingem mais de 24%. Acredita-se que este óleo tenha sido gerado nesses folhelhos e que não houve migração posterior por porosidade/permeabilidade para os pacotes arenopelíticos intercalados, uma vez que estes apresentam teores baixíssimos em óleo. Se ocorreu alguma migração, esta deve estar ligada à tectônica pós-sedimentar.

A microflora da Bacia de Taubaté é caracterizada pela presença significativa de palinomorfos derivados de elementos autóctones, originários de água doce estagnada. As variações em teor de matéria orgânica têm correspondência no predomínio de determinados grupos palinomorfos, com *Botryococcus* presente quase sempre em quantidade apreciável, estando localmente diluído, ora por *Azolla*, ora por *Pediastrum*, respectivamente abaixo e acima da camada de calcário dolomítico da Extração ALIGRA em Taubaté (Fig. 2).

A fácie T5, no contexto desse sistema lacustre, é a de posição mais duvidosa, de vez que lhe faltam melhores relações de contato. Os estratos granodecrescentes com conglomerados, arenitos médios e arenitos mais finos com climbing ripples são típicos de turbiditos proximais.

com níveis Ta, b, c de BOUMA (1962), pressupondo, para a sua deposição, a existência de um corpo de água estagnada. Os estratos dessa fácie deveriam ser originalmente sigmoides, sendo posteriormente descaracterizados pelo truncamento de topo por camadas em arranjo planar (**top-set**). No conjunto, a fácie T5 caracterizaria, de forma notável, o delta clássico de Gilbert (ELLIOT 1986, p.114). Dessa forma esta fácie poderia representar a chegada de leques aluviais diretamente no lago, formando depósitos tipo leque deltaico (**fan-delta**).

Nos depósitos do sistema lacustre, embora o argilomineral mais importante seja ainda esmectita detritica, é freqüente a ocorrência de cloritas neoformadas e sulfetos (piritas frambooidais) (BRANDT NETO et al. 1990) Tal associação já seria mais própria de condições redutoras na sedimentação, o que no presente caso seria suportado pela presença de matéria orgânica abundante nos folhelhos. A presença de clorita diagenética é também sugestiva de águas alcalinas nos lagos. As reativações tectônicas episódicas durante a sedimentação lacustre têm seus registros nas intercalações conglomeráticas com esmectita e caulinita detriticas, sugerindo área fonte nos granitos e gnaisses do embasamento adjacente. Halloisita estaria associada à diagênese da caulinita (RICCOMINI 1989, BRANDT NETO et al. 1990).

A microflora da Bacia de Taubaté corresponde à Zona-de-Apogeu *Podocarpidites* spp., cujos limites são provavelmente coincidentes com os do Oligoceno indiviso.

A Formação Tremembé é notável pela sua riqueza fossilífera. Em recente cadastramento, MEZZALIRA (1989) listou a presença de restos de folhas e troncos de angiospermas, espícululas de esponjas, tubos de vermes, gastrópodes, ostracodes, crustáceos, insetos (lepidóptera), peixes,

aves, répteis (crocodilianos e quelônios) e mamíferos (quirópteros, taxodontídeos, roedores). A Universidade de Guarulhos expõe, durante este XII Congresso Brasileiro de Paleontologia, sua coleção oriunda da Fazenda Santa Fé, onde constam, além dos fósseis acima citados, conchostráceos, novos insetos (dípteros e homópteros) e também coprólitos.

III-I-III - Formação São Paulo

A Formação São Paulo corresponde aos depósitos de sistema fluvial meandrante restritos à porção sudoeste da Bacia de Taubaté, região de Mogi das Cruzes-Jacareí, e na denominada "Bacia" de Bonfim, esta nada mais do que um resto tectonicamente isolado do corpo principal de sedimentos da bacia, embutido na Serra do Jambeiro, ao sul de Caçapava (SP). Nesta unidade as ocorrências fossilíferas estão restritas ao denominado linhito de Guararema (LIMA et al. 1985) e à área de Bonfim (e.g. LIMA & DINO 1985), ambas ricas em palinomorfos e referíveis à facies de meandros abandonados (*oxbow lakes*) em sistema fluvial meandrante. Estes pôlens indicam idade oligocênica.

Exposições desta unidade não serão objeto de análise nesta excursão.

III-II - FORMAÇÃO PINDAMONHANGABA

A Formação Pindamonhangaba (RICCOMINI et al. 1990) corresponde aos depósitos de sistema fluvial meandrante, bem desenvolvidos na porção central da Bacia de Taubaté (região de Caçapava-Pindamonhangaba), em faixa situada ao sul do Rio Paraíba do Sul (Fig. 2). É separável do Grupo Taubaté pela existência de importante discordância

angular, bem marcada sobretudo quando desenvolvida sobre os sedimentos pelíticos da Formação Tremembé, já que estes encontram-se dobrados.

A Formação Pindamonhangaba apresenta espessura máxima de 30m e tem seu topo nivelado por superfície aplainada. Os platôs da região de Caçapava, Quiririm (notadamente onde se situa a Fábrica da Volkswagen), Taubaté e Pindamonhangaba, nivelados em 580-585 m, são remanescentes dessa superfície, hoje em processo de entalhamento. Sem dúvida a sua gênese é antes devida à deposição do que a erosão, à semelhança do que FÚLFARO & SUGUIO (1968) admitiram para a origem da feição de topo da Formação Rio Claro.

Nos depósitos da Formação Pindamonhangaba são reconhecidas sete litofácies principais.

P1) fácies de conglomerados, com espessura decimétrica, com seixos (ocasionalmente calhaus e matações) bem arredondados de quartzito e quartzo, em matriz essencialmente arenosa grossa mal selecionada; ocupam posição basal no sistema;

P2) fácies de arenitos argilosos grossos, mal selecionados, localmente níveis conglomeráticos de espessura decimétrica com seixos de quartzo e quartzito, bem arredondados, apresentando todo o conjunto estratificação cruzada tabular decimétrica e espessura métrica; gradam na base para a fácies **P1**;

P3) fácies de areias médias a finas, argilosas, mal selecionadas, com estratificações cruzadas acanaladas centimétricas a decimétricas; gradam lateralmente para a fácies **P2**;

P4) fácies de siltitos, ora maciços, ora estratificados ou laminados, apresentando no conjunto espessura métrica; passam, na base, para as areias da fácies **P3**;

P5) fácies de arenitos conglomeráticos, com abundante matriz argilosa, granodecrescente para siltitos e argilitos, em camadas de espessura métrica dispostas segundo estratificações sigmoidais métricas, com estruturas tipo **climbing ripples** na porção distal destas;

P6) fácies de arenitos de granulação média a grossa, gradando para o topo para sedimentos progressivamente mais finos, até siltitos e argilitos, com estruturas gradacionais normais, rítmicas, estratificações plano-paralelas horizontais de espessura centimétrica a decimétrica e grande persistência lateral, contendo ainda nas porções arenosas de granulação fina estruturas tipo **climbing ripples**;

P7) fácies de lamitos arenosos, contendo ocasionalmente grânulos de quartzo; ocorrem por vezes nas proximidades dos depósitos de rompimento de diques marginais e planície de inundação.

A associação de fácies é típica de sistema fluvial meandrante, onde a fácie **P1** representaria a fase de instalação fluvial, inicialmente em condições de energia alta a moderada; a fácie **P2** corresponderia provavelmente às barras-de-pontal (**point bar**); a fácie **P3** a depósitos de dunas subaquosas de cristas sinuosas em canal fluvial; a fácie **P4** representaria depósitos de abandono de canal aluvial e/ou transbordamento; **P5** estaria ligada ao rompimento de diques marginais (**crevasse splay**), com a brusca colocação de massas consideráveis de sedimentos em águas mais calmas de meandros abandonados (**oxbow lakes**) ou planície de inundação; a forma desses corpos lembraria a das ondas-de-areia (**sand waves**), ao passo que as estruturas sigmoides internas representariam o perfil de equilíbrio da massa de sedimentos com a abrupta quebra da energia de transporte; a fácie **P6** englobaria depósitos de planície de inundação. A fácie **P7**, por não apresentar geometria peculiar, nem

tampouco relações mais claras de contato com as outras fácies, tem sua interpretação genética prejudicada.

A presença generalizada de caulinita detritica nos sedimentos da Formação Pindamonhangaba sugere condições climáticas úmidas, em concordância com o ambiente de sedimentação postulado (RICCOMINI 1989, BRANDT NETO et al. 1990).

Restos vegetais, compreendendo basicamente caules e folhas, apresentam distribuição generalizada nos sedimentos pelíticos da Formação Pindamonhangaba (RICCOMINI et al 1990), tendo sido inicialmente estudados por FITTIPALDI (1990). Eles apresentam dimensões centimétricas, dispondo-se de maneira caótica nos sedimentos.

Os caules estão representados por fragmentos bastante reduzidos, sendo de identificação taxonômica provavelmente impossível, visto que ocorrem na forma de moldes desprovidos de feições diagnósticas.

As folhas, por sua vez, são geralmente de pequenas dimensões, embora fragmentos de até 7cm de comprimento tenham sido observados. Algumas delas estão razoavelmente bem preservadas, sendo passíveis de identificação, pelo menos à nível de família. Um exame preliminar dessas folhas revelou a presença, em relativa abundância, de melastomatáceas e de folhas alongadas com nervação paralelinéria, provavelmente pertencentes às gramíneas ou monocotiledôneas afins (FITTIPALDI & SIMÓES 1990). As feições foliares dos espécimes estudados, bem como a distribuição geográfica atual das famílias identificadas, são sugestivas de condições climáticas úmidas, provavelmente ligadas a ambientes brejosos ou alagadiços (FITTIPALDI & SIMÓES 1990).

RICCOMINI (1989) atribuiu tentativamente idade neogênica, provavelmente miocênica, para a Formação Pindamonhangaba,

com base em correlações regionais ainda muito precárias.

IV - DESCRIÇÃO DAS PARADAS

1a. Parada: Morro do Cruzeiro em Taubaté. Vista geral da porção central da Bacia de Taubaté (se as condições climáticas permitirem) e discussão dos aspectos de estratigrafia, ambientes de sedimentação e tectônica da bacia.

2a. Parada: Corte em estrada secundária (pavimentada), situado a cerca de 2,2km da saída 109 da Rodovia Presidente Dutra, no acesso para a Escola Agrícola da Universidade de Taubaté. Presença de restos vegetais (fragmentos de caules e folhas) em argilitos e folhelhos laminados, arroxeados, da fácie de planície de inundação da Formação Pindamonhangaba. Notar ainda no corte a presença de inúmeras falhas (estruturas-em-flor e falhas normais).

3a. Parada: Exposição em pequena cava de empréstimo, próxima ao km 1,6 da SP-123 (rodovia Quiririm-Campos do Jordão), a 250m da saída para Campos do Jordão, junto ao cruzamento das ruas 29 e Antônio da Silva, no extremo nordeste da folha Taubaté III (1:10.000), Município de Taubaté (SP), do Projeto Macroeixo, executado pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo. Camada de argila avermelhada da fácie de planície de inundação da Formação Pindamonhangaba, com abundantes fragmentos de caules e de folhas, caoticamente distribuídos.

4a. Parada: Extração ALIGRA, Município de Taubaté (SP). Sedimentos da Formação Tremembé, sistema **playa-lake**, contendo, entre outros fósseis, restos de aves nas argilas verdes, peixes, insetos e caules nos folhelhos.

5a. Parada: Extração Santa Fé, Município de Tremembé (SP). Sedimentos do sistema **playa-lake** da Formação Tremembé, com riquíssimo conteúdo fossilífero, destacando-se peixes, crocodilianos, quelônios, dípteros, lepidópteros, quirópteros, restos de caules, etc.

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. (1976) The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, **48** (suplemento):15-26.
- ALVARENGA, H.M.F. (1985) Notas sobre os cathartidae (aves) e descrição de um novo gênero do Cenozóico brasileiro. *An. Acad. bras. Ciênc.*, **57**:349-357.
- BOUMA, A.H. (1962) **Sedimentology of some flysch deposits**. Amsterdam, Elsevier, 168p.
- BRANDT NETO, M.; RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; MATOS, S.L.F. (1990) Argilominerais da Bacia de Taubaté, SP. *Boletim IGUSP, Publicação Especial*, 9:111-116.
- COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. (1985) Considerações paleoambientais

da Universidade de São Paulo).

RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; SUGUIO, K.; MIHÁLY, P.; MATURANA, E.C. (1990) Nova unidade litoestratigráfica cenozóica da Bacia de Taubaté, SP: Formação Pindamonhangaba. **Boletim IGUSP, Publicação Especial**, 9:141-149.

SUGUIO, K. (1969) **Contribuição à Geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba - Estado de São Paulo**. São Paulo, 106p. (Tese de Doutoramento apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo). Publicada em boletim especial da FFCLUSP.

SUGUIO, K. & VESPUCCI, J.B.O. (1985) Turbiditos lacustres da Bacia de Taubaté, SP. In: **SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA**, 5, São Paulo. **Atas**. São Paulo, SBG, v.1, p.243-250.

WICKERT, W.Q. (1974) **Contribuição ao estudo da paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 69p. (Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro).

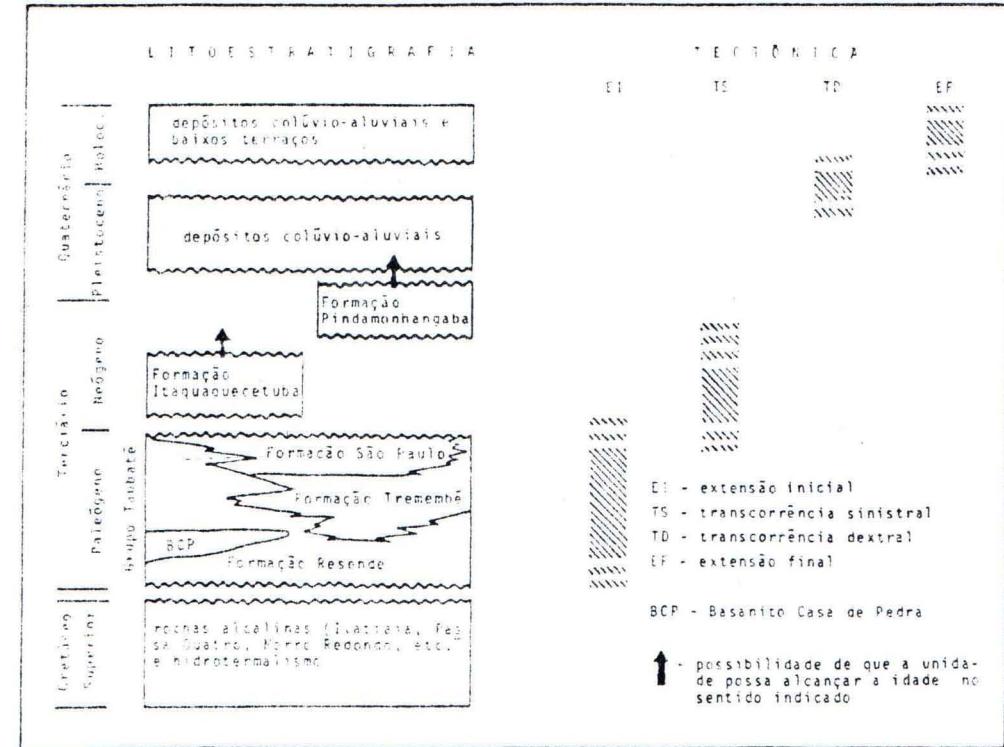


Figura 1 - Relações entre a estratigrafia e a tectônica no Rift Continental do Sudeste do Brasil (RICCOMINI 1989).

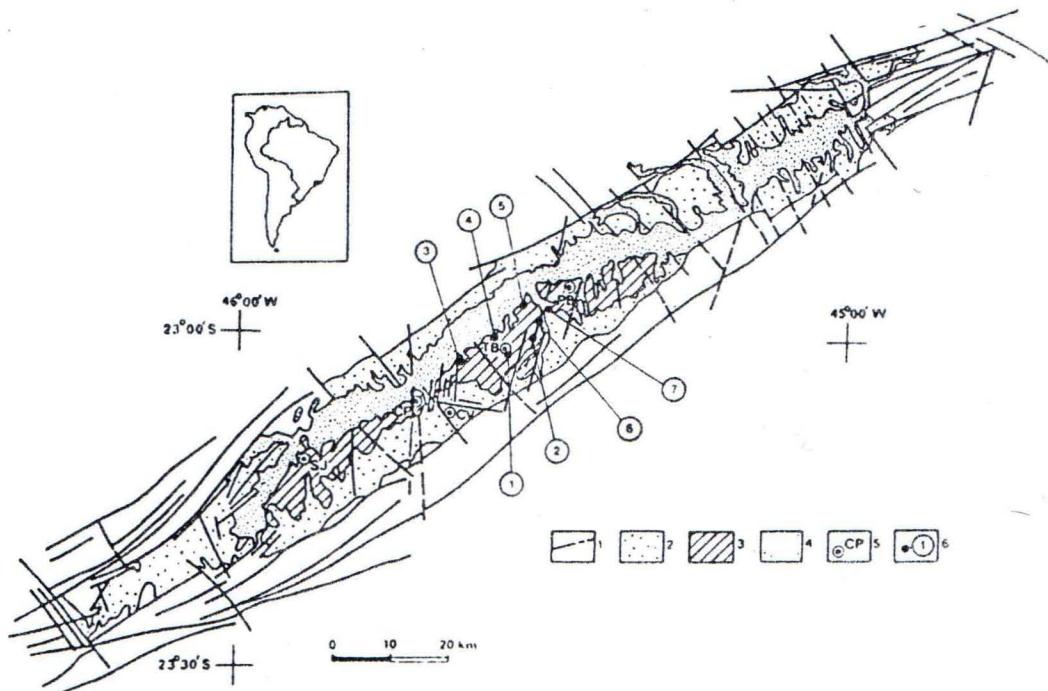


Figura 2 - Mapa geológico da Bacia de Taubaté. 1.falhas da reativação cenozóica; 2.Grupo Taubaté; 3.Formação Pindamonhangaba; 4.depósitos aluviais quaternários; 5.localidades principais (SJ-São José dos Campos; CP-Caçapava; CV-Caçapava Velha; TB-Taubaté; PB-Pindamonhangaba); 6.locais de paradas (1-5), seção-tipo da Formação Tremembé (6), seção-tipo da Formação Pindamonhangaba (7), indicados nos círculos (parcialmente modificado de RICCOMINI et al. 1990).

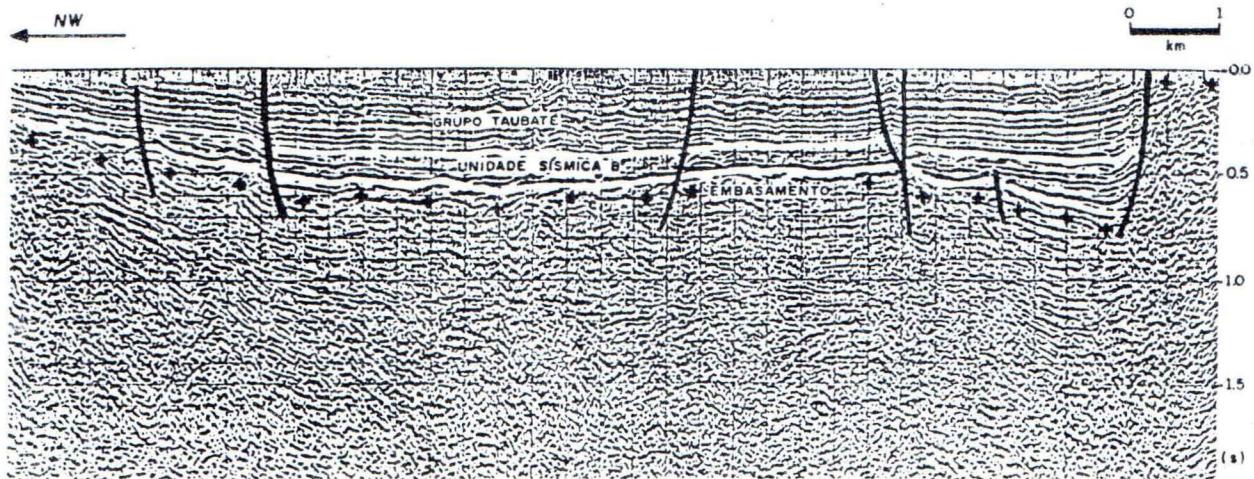


Figura 3 - Seção sísmica transversal à Bacia de Taubaté, passando pela localidade de Quiririm. Notar assimetria da bacia para sul (MARQUES 1990).

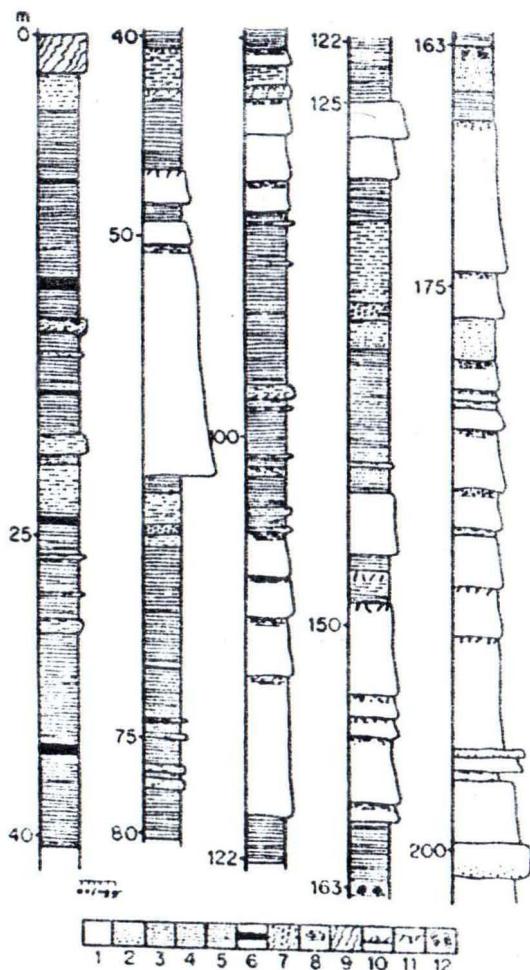


Figura 4 - Seção-tipo da Formação Tremembé (sondagen 42 do CNP, Olaria do Couto, Município de Tremembé, SP), correspondente ao intervalo 3,5-170m. 1.lamitos, a largura da coluna indica a dimensão dos maiores clastos presentes; 2.areias grossas; 3.siltitos; 4.argilitos; 5.folhelhos; 6.folhelhos papiráceos; 7.dolomitos; 8.calcretes (caliche) calcíticos; 9.cobertura colúvio-aluvial; 10.estruuras flame; 11.gretas de contração (resssecção); 12.bioturbações (RICCOMINI 1989).

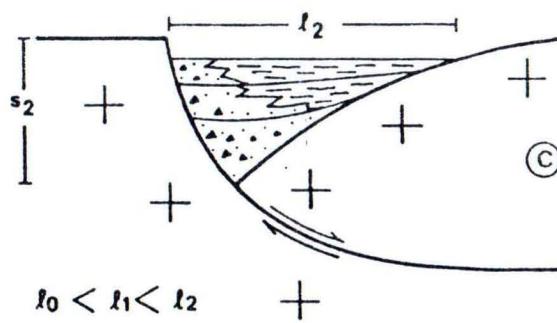
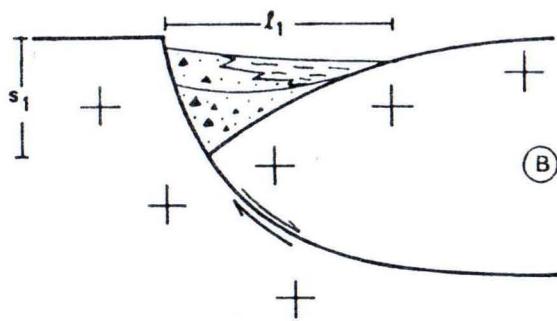
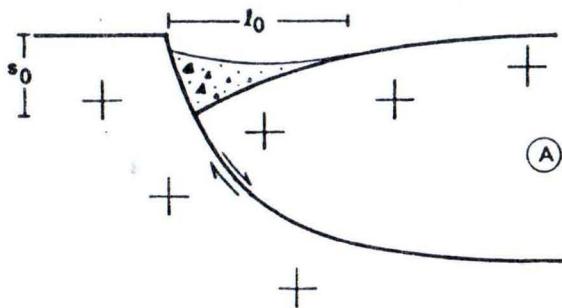


Figura 5 - Relações entre a subsidência (s) e a largura (l) em bacias do tipo hemi-graben (RICCOMINI 1989).

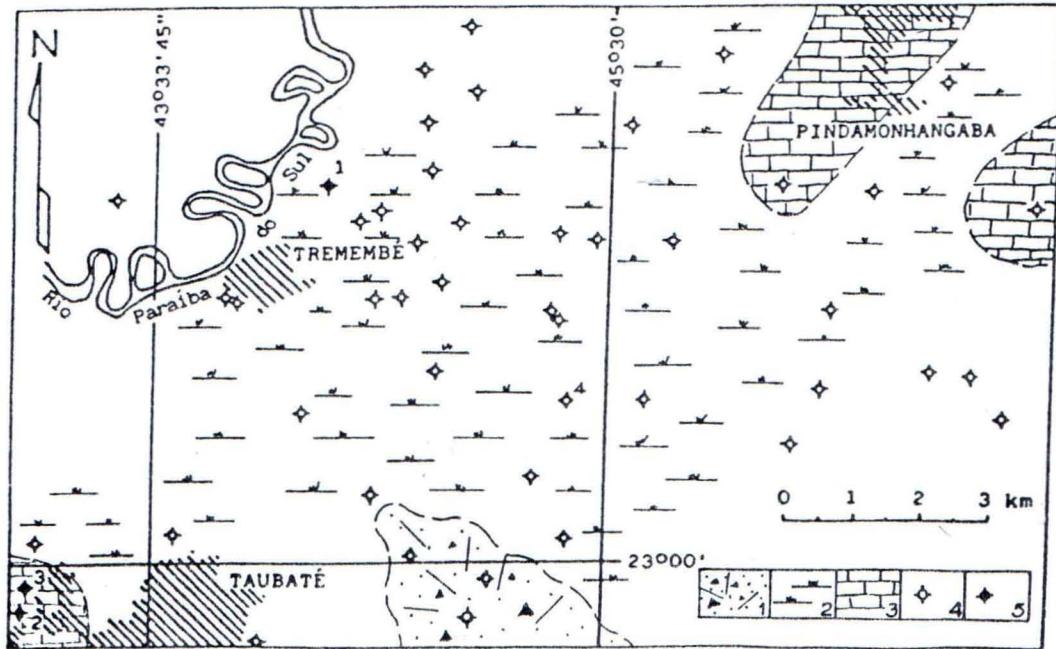


Figura 6 - Mapa paleogeográfico correspondente ao intervalo de cerca de 5m entre a terceira e a quarta intercalação de folhelhos papiráceos. 1.leques aluviais com lamitos; 2.planície de lama, localmente com caliche associado; 3.dolomitos; 4. sondagens do CNP (no local 4 está assinalada a sondagem 42); 5.exposições principais (1-Extração Santa Fé, 2-Extração ALIGRA, 3-Extração do Virgílio) (RICCOMINI 1989, modificado).

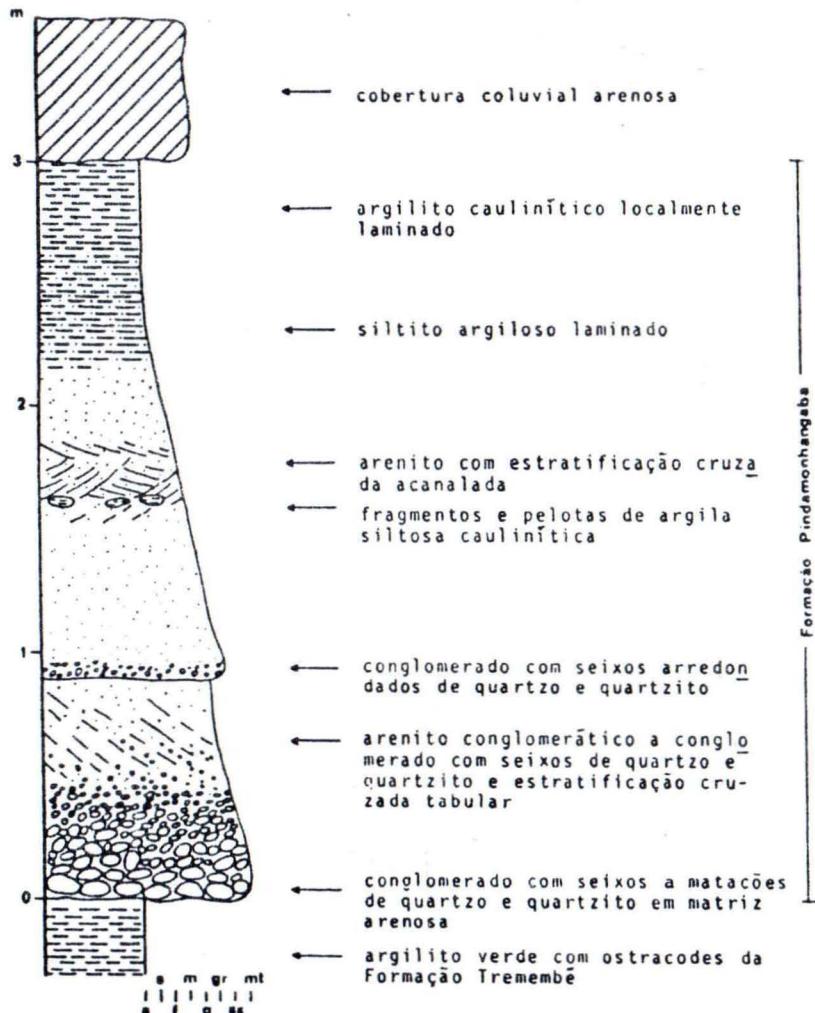


Figura 7 - Seção-tipo da Formação Pindamonhangaba, localizada no km 333 da EFCB e arredores, Pindamonhangaba (SP) (RICCOMINI et al. 1990).