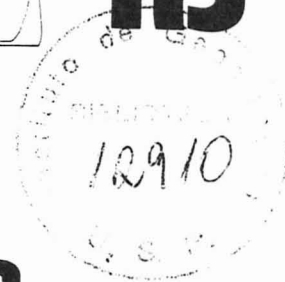


RIO • AGOSTO • 1987

ANAIIS DO 1º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA RJ • ES



S.B.G.

COLABORAÇÃO
XEROX DO BRASIL S.A.

sympo = 076 8707

TECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO NO SISTEMA DE RIFTS CONTINENTAIS DA SERRA DO MAR (BACIAS DE VOLTA REDONDA, RESENDE, TAUBATÉ E SÃO PAULO).

Claudio Riccomini

Universidade de São Paulo (USP)

Ciro Jorge Appi

Eduardo Lopes de Freitas

Mitsuru Arai

Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (PETROBRÁS)

ABSTRACT

The system of continental taphrogenic basins of southeastern Brazil, also denominated as Serra do Mar Rift System, comprises an elongated narrow trough developed between the cities of Curitiba and Rio de Janeiro, and consists of five main basins (Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda basins), filled by similar continental sedimentary sequences.

Depositional systems present in the area are a basal and marginal alluvial fan system, related to synsedimentary tectonism (phase I), wich grades laterally and upwards to a lacustrine system (phase II), and finally, to the top, to a fluvatile system (phase III).

Caliche-type deposits are present in well marked levels of some of the basins, and are tought to be synchronous and therefore valuable as chronostratigraphic marker.

Ankaramite lava flows in the Volta Redonda Basin are intercalated with the sediments and have been dated by the K/Ar method, giving a Late Eocene age. Palynological data for the sediments furnished ages ranging from Late Eocene to Oligocene.

The basins are hemigrabens, and mesoscopic faults related to older structures in the Precambrian to Lower Paleozoic basement cut the sediments and were generated in two different events. The first one, with a tractional character and active at least until the Oligocene, is linked to a regional deformational system with a principal NNW-SSE elongation, vertical shortening and an intermediate ENE-WSW axis. The second event appear to have involved right-lateral convergent strike-slip along ENE-WSW to E-W, caused by transpression, with associated flower structures, overthrusts of basement onto sedimentary rocks, and folds, and probably took place from Miocene until possibly Pleistocene times.

Alluvial deposits of the Itaquaquetuba Formation, wich lie directly over the basement rocks and topographically below other Tertiary sediments, constitute one of the most controversial aspects of the rift system with regard both to their age and stratigraphic position.

Palynological data obtained from reworked fragments of organic rich shale present in the formation furnished an Oligocene age.

Fig. 1 - Contexto geológico regional do sistema de Riffs continentais da Serra do Mar. 1 - embasamento Pré-Cambriano a Eo-Paleozóico; 2 - sedimentos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Paraná; 3 - derrames basálticos da Pomação Serra Geral (Mesozóico), em parte cobertos por sedimentos mesozóico-cenozóico de pequena expressão; 4 - rochas magnéticas mesozóico-cenozóico, com idades em M.a. (ver tabela na figura); 5 - sedimentos terciários; 6 - zonas de cisalhamento do embasamento, em parte reativada durante o mesozóico e o cenozóico; 7 - zonas de flexuras; 8 - isópacas (em km) das Bacias Costeiras; 9 - epicentros de terremotos; 10 - Bacias do sistema de riffs (1: Curitiba; 2: São Paulo; 3: Paubaté; 4: Resende; 5: Volta Redonda). Fleura baseada em Schobbenhaus et al. (1981), Ulbrich & Gomes (1961), Jalil et al. (1985b) e Riccomini et al. (1986), com modificações.

This field guide is planned to give a general overview of the main aspects of tectonics and sedimentation of the rift system. for this purpose, thirty-four easily accessible stopes have been selected for study, ideally on a field trip three and a half days.

INTRODUÇÃO

Um período de três dias seria o ideal para a execução deste roteiro que contém a descrição de 34 pontos de fácil acesso nas bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo.

O trabalho aqui apresentado é, em parte, uma atualização e ampliação de roteiro anterior (Riccomini, 1985). Para tanto, os dados empregados, notadamente aqueles referentes à tectônica e seus reflexos na sedimentação, advêm dos trabalhos referentes à tese de doutoramento do primeiro autor (Riccomini, 1987).

Em relação às fácies e evolução sedimentar, foram aqui acrescentadas novas interpretações provenientes trabalhos de campo realizados em conjunto com geólogos da Petrobrás assim como as apresentadas em APPI e BRITO (1985), APPI et al (1986) e ARAI, M. (1987) e FREITAS e APPI (1987).

CONTEXTO GEOLÓGICO-TECTÔNICO REGIONAL

O Sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar (Almeida, 1976) é uma depressão alongada segundo ENE, desenvolvida entre as cidades de Curitiba e Rio de Janeiro. Ele engloba cinco bacias principais (Curitiba, São Paulo, Taubaté e Volta Redonda, de sudoeste para nordeste), além de outras de dimensões mais reduzidas (Itaboraí e Bonfim). A depressão da Guanabara parece relacionar-se à feição, o que, todavia, ainda não foi comprovado.

O embasamento cristalino desta área é constituído por rochas metamórficas referíveis ao Ciclo Brasileiro. Parte dessas rochas são provavelmente resultantes do retrabalhamento de rochas de ciclos mais antigos (IPT, 1983; Almeida et al., 1984). Este conjunto de rochas está recortado por denso sistema de zonas de cisalhamento, orientado segundo ENE a NE, ativo até o final do Ciclo Brasileiro, no Cambro-Ordoviciano (Sadowski, 1976).

A partir do Jurássico Superior a região foi submetida aos fenômenos relacionados à Reativação Wealdeniana (Almeida, 1967), que evoluíram sucessivamente para a ruptura continental e abertura do Oceano Atlântico (Estrella, 1972; Asmus & Ferrari, 1978; Hasui et al., 1978; Asmus & Porto, 1980; Asmus, 1982). A origem do sistema de rifts, como admitido atualmente (Melo et al., 1985b) estaria ligada à ruptura da porção crustal adjacente à Bacia de Santos como consequência da tensão imposta pelos movimentos verticais opostos à subsidência na bacia e soerguimento (por compensação isostática) da região costeira adjacente (Asmus & Ferrari, 1978).

Os sedimentos que preenchem este sistema de rifts continentais, datados bioestratigraficamente, indicam idades que variam entre o Eoceno superior e o Oligoceno (Couto & Mezzalana, 1971; Ferreira & Santos, 1972; Alvanranga, 1982; Lima et al., 1985; Lima e Dino, 1985; Lima et al., 1985b, entre outros).

Apenas na bacia de Itaboraí Couto (1985) apontou idade paleocênica para aqueles sedimentos.

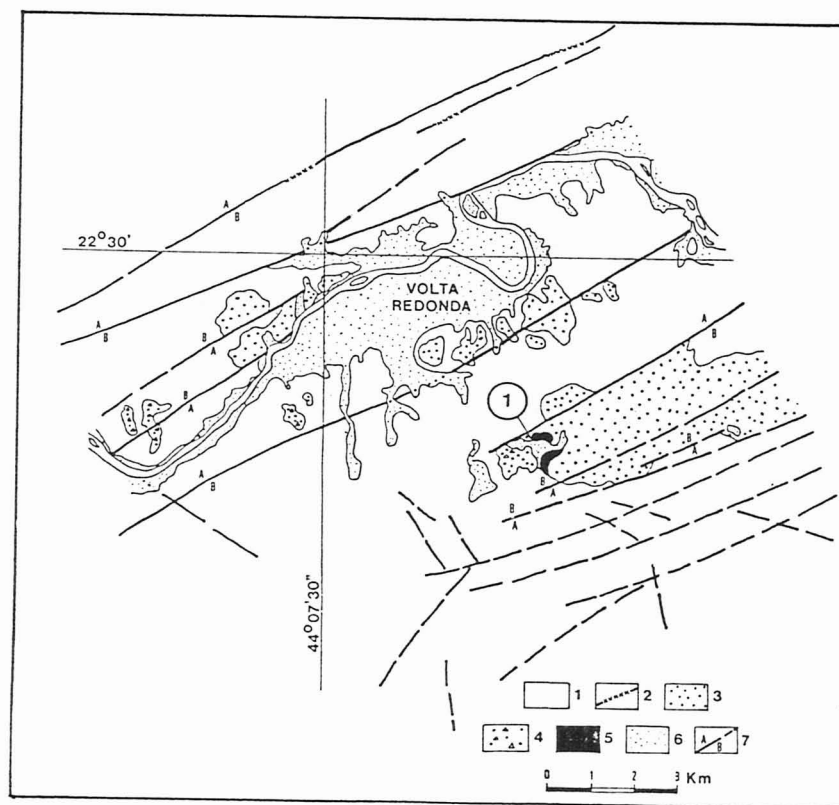


Fig. 2 - Mapa geológico da área da Bacia de Volta Redonda. 1 - substrato Pré-Cambriano; 2 - falhas com silicificação; 3 - sedimentos terciários predominantemente fluviais; 4 - sedimentos terciários predominantemente fanglomeráticos; 5 - derrames de ankaramito; 6 - sedimentos aluviais modernos; 7 - falhas de reativação. Local de parada indicado no círculo.

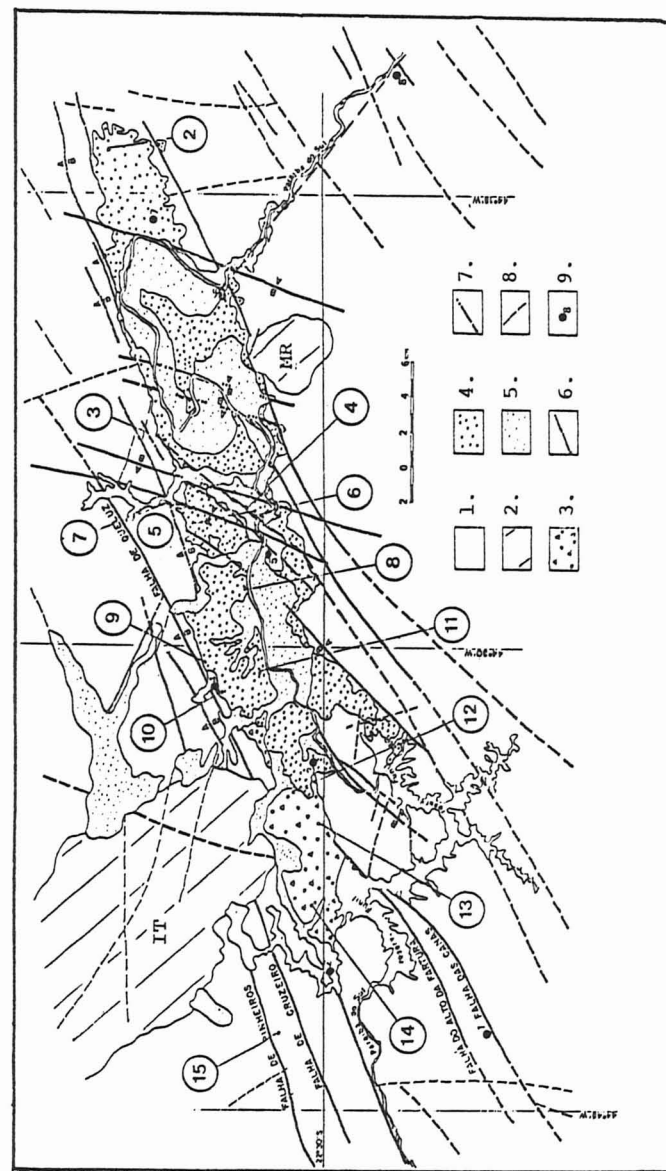


Fig. 3 - Mapa geológico da área da Bacia de Resende (Melo et al., com modificações). 1 - rochas pré-cambrianas; 2 - maciços de rochas alcalinas (IT-Itatiaia; MR-Morro Redondo); 3 - fácies fanglomerática da Formação Resende; 4 - fácies fluvial da Formação Resende; 5 - sedimentos quaternários; 6 - falhas com silicificação; 7 - falhas da reativação mesozóica - cenozóica; 8 - lineamentos fotogeológicos principais; 9 - principais localidades (1: Areias; 2: Engenheiro Passos; 3: Itatiaia; 4: Penedo; 5: Resende; 6: Floriano; 7: Quatis; 8: Barra Mansa). Locais de parada indicados no círculo.

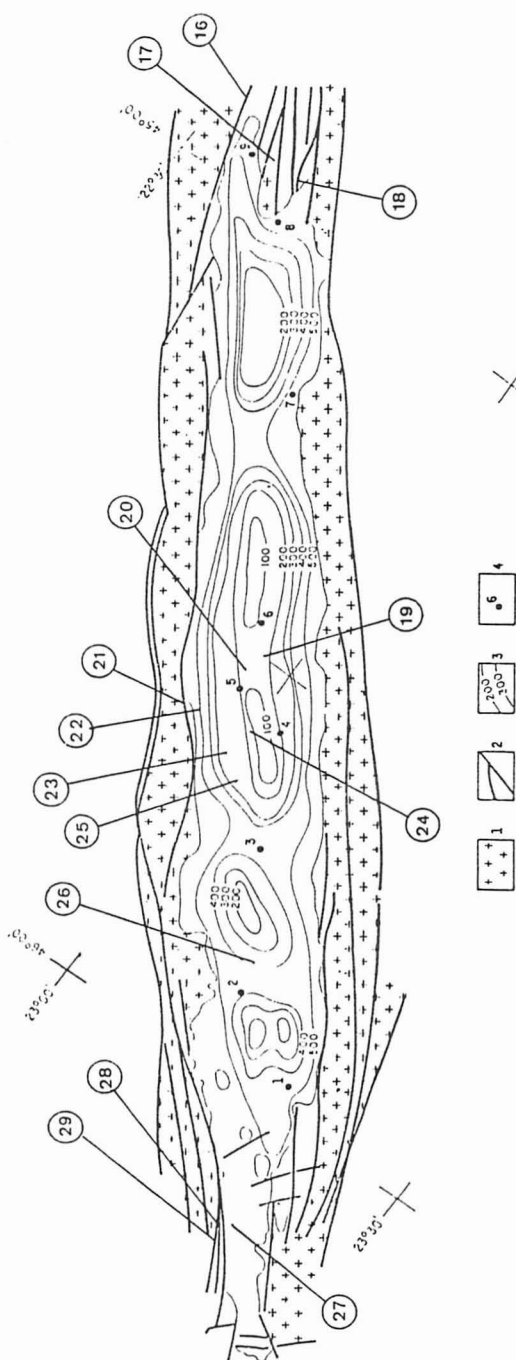


Fig. 4 - Mapa da Bacia de Taubaté; (1) Pré-Cambriano (2) traços estruturais (3) contorno gravimétrico do embasamento (4) Cidades - 1 - Jacaré; 2 São José dos Campos; 3 Caçapava; 4 Taubaté; 5 Tremembé; 6 Pindamonhangaba; 7 Lorena; 8 Cachoeira Paulista; 9 Cruzeiro.

Datações K/Ar em derrames de ankaramitos intercalados nos sedimentos da Bacia de Volta Redonda, forneceram idades de $43,8 \pm 6,2$ e $41,7 \pm 5,7$ m.a, correspondentes ao Eoceno Superior (Riccomini *et al.*, 1983).

A atividade tectônica na região foi muito intensa durante o Terciário e atenuou-se com o tempo sendo que, ainda hoje, no Quaternário, são observados reflexos desta (IPT, 1983, Riccomini *et al.*, 1986).

O substrato das bacias

O embasamento cristalino pré-cambriano dessa região compreende rochas metamórficas (milonito-gnaisses, blastomilonitos, milonitos, gnaisses bandados, gnaisses graníticos, xistos, quartzitos e anfibolitos bandados), rochas ígneas (granitos, pegmatitos e aplitos) e migmatitos com estruturas variadas.

Intrusões de diabásio, sob a forma de diques e sills, são comuns, sobretudo no embasamento da área da Bacia de Resende e marcam a primeira fase de magmatismo relacionada à Reativação Wealdeniana e possuem idades entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior (Amaral *et al.*, 1966).

Rochas alcalinas, sob a forma de grandes maciços (Itatiaia, Morro Redondo e Passa Quatro), situam-se nos arredores das bacias de Taubaté e Resende. Diques e sills de igual composição também estão presentes e são mais abundantes nas vizinhanças dos grandes maciços. Amaral *et al.* (1967) dataram estas rochas, encontrando idades entre o final do Cretáceo e o início do Terciário.

Faixas de rochas silicificadas acompanham falhamentos normais escalonados na borda norte das bacias de Resende, Volta Redonda e no extremo leste de Taubaté. Nestas faixas são encontrados diques de rochas alcalinas, silicificados, e brechas com fragmentos de rochas do embasamento em matriz silicosa. Essas faixas apresentam ainda processos de caulínização e posterior limonitização. O aumento de espessura destas faixas nas proximidades dos maciços de rochas alcalinas, permite supor que esta silicificação e caulínização são provenientes da percolação de soluções hidrotermais ligadas aos estágios finais do magmatismo alcalino e posteriores a este (IPT, 1983; Riccomini *et al.*, 1985; Melo *et al.*, 1985 b,c).

Fragmentos de rochas silicificadas ocorrem nos sedimentos rudáceos junto à borda norte das bacias, indicando que durante a sedimentação já existiam estas faixas.

Raras ocorrências de diques de lamprófito e derrames de ankaramito, estes últimos presentes nas bacias de Volta Redonda e Itaboraí (Riccomini *et al.*, 1983; Klein & Valença, 1984), constituem-se nas rochas magmáticas mais jovens da área, sendo datadas do Eoceno Superior.

ESTRATIGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS

Utilizou-se neste roteiro, uma abordagem estratigráfica voltada à identificação de seqüências deposicionais e suas fácies, associando-se ao ambiente tectônico gerador.

Esta abordagem possibilitou uma melhor correlação estratigráfica e um entendimento evolutivo global das bacias visitadas e regiões vizinhas.

É apresentado um breve resumo do quadro litoestratigráfico atualmente aceito, para cada uma das quatro áreas enfocadas, somente para uma orientação geral.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A LITCESTRATIGRAFIA

Para os depósitos cenozóicos das bacias de Volta Redonda e Resende, (Figs. 2 e 3) o IPT (1983), Riccomini *et al.*, (1985) e Melo

et al., (1985b,c), indicam somente a existência da Formação Resende (Amador, 1975).

O quadro litoestratigráfico da Bacia de Taubaté (Fig.4) compreende as formações Tremembé (Almeida, 1952), basal e Caçapava (Carneiro et al., 1976), superior e interdigitada com a anterior para a base.

Almeida (1952) refere-se a uma discordância entre a Formação Tremembé e a unidade denominada naquela época de Formação São Paulo que hoje foi redefinida e seria correspondente à Formação Caçapava (Carneiro et al., 1976). Esta discordância hoje em dia é considerada existir entre sedimentos de idade terciária da Formação Tremembé e sedimentos supostamente neocenozóicos, já desvinculados da evolução terciária mais antiga.

Na área da Bacia de São Paulo (Fig.5) são reconhecidas as formações São Paulo (Moraes Rego, 1943), e Itaquaquecetuba (Coimba et al., 1983).

As relações estratigráficas entre estas duas formações ainda não foram bem estabelecidas.

FÁCIES, EVOLUÇÃO SEDIMENTAR E CORRELAÇÕES

Nos sedimentos terciários que preenchem os sistemas de rifts das bacias continentais (São Paulo, Taubaté, Rezende e Volta Redonda), foram reconhecidas sete principais tipos de fácies sedimentares caracterizadas por elementos como: litologia, textura, geometria e estruturas primárias. Estas fácies foram agrupadas segundo critérios genéticos em sistemas deposicionais:

Fácies sedimentares

Sistema de Leques Aluviais e Inunditos

Diamictitos/conglomerados, contendo seixos angulosos e subarredondados de diversas litologias, pontualmente monolíticos, com matriz lamítica e arenosa. Possuem graduação normal e inversa, com geometria de acunhamento em direção à bacia (Figs. 13, 21 e 30).

Lamitos arenosos/arenitos com seixos dispersos, esverdeados, desorganizados, por vezes com aparente estratificação cruzada e níveis conglomeráticos residuais fluidizados, com graduação normal e inversa interdigitados com conglomerados e diamictitos.

A geometria destes corpos é geralmente tabular (Figs. 11, 13, 17 e 18).

Arenitos grosseiros e conglomeráticos ricos em seixos ou bolas de argila, gradando a arenitos finos, quartzosos, apresentando graduação normal com intervalo de Bouma (Ta, a, b e c), gradando a siltitos bioturbados com gretas de ressecção no topo. Possuem geometria tabular, base erosional, ocorrendo intercalados em argilas maciças esverdeadas sendo considerados corpos de inunditos clássicos (Della Fávera, J.C., 1984) (Figs. 26, 27 e 28).

Sistema Lacustre

Ritmitos formados por intercalações de folhelhos e margas. Os folhelhos são escuros, bem laminados, papiráceos,ossilíferos (peixes e restos de plantas), betuminosos e piritosos. As margas são ricas em ostracóides e gradam a calcáreos. (Figs. 24 e 29).

Argilas montmoriloníticas maciças, esverdeadas, fossilíferas (restos de plantas e ossos de aves), com fragmentos de folhelhos e nódulos calcíferos, por vezes com gretas de ressecção (Figs. 20, 23 e 24).

Paleossolos

Crusta carbonática (caliche) que apresenta-se de três formas principais: (1) associada aos lamitos arenosos como preenchimento de fendas da porção lamosa e (2) como nódulos na porção mais arenosa (Coimbra e Riccomini, 1985) ou (3) associada ao sistema lacustre como uma camada centimétrica com fendas de ressecção constituindo um marco estratigráfico (Freitas e Appi, 1987) (Figs. 14, 16 e 29).

Sistema Fluvial

Arenitos de grossos a médios quartzosos, com estratificação cruzada de grande a pequeno porte dos tipos acanalada, tabular, etc. São frequentes os níveis centimétricos de conglomerados residuais com seixos arredondados e também a presença de siltitos representando depósitos de abandono dos canais. Os corpos arenosos estratificados apresentam geometria plano-côncava a côncavo-convexa (barras fluviais) (Figs. 12, 32 33 e 34).

Evolução Sedimentar

A partir da análise sequencial, onde são caracterizadas principais unidades genéticas e suas variações faciologicas, pode-se resolver em grande parte problemas de relações estratigráficas e/ou da evolução tectono-sedimentar de uma bacia.

A distribuição lateral de cada sistema de fácies e seu empilhamento vertical foi feito baseado principalmente no estudo da seção sedimentar da Bacia de Taubaté onde, além das informações de afloramentos, dispõe-se de dados de poços perfurados pela PETROBRÁS/CNP. O furo nº 42, perfurado nas proximidades da Cidade de Tremembé, foi descrito (Fig.6) e amostrou uma seção lamítica arenosa abaixo dos folhelhos betuminosos.

Os dados bioestratigráficos aqui considerados, situam a seção sedimentar da Bacia de Taubaté toda dentro do intervalo do Cligoceno (Arai, M., 1987), impossibilitando assim um maior detalhamento da evolução sedimentar da bacia o que foi solucionado através do uso da "geologia de eventos" a qual, procura caracterizar transgressões, dessecações, etc. como objeto de correlação.

Dois eventos de caráter regional são importantes para a identificação das fases de evolução sedimentar destas bacias: (1) Implantação do sistema lacustre e (2) Colmatação fluvial, podendo-se caracterizar três fases principais de evolução sedimentar (Fig. 7). Iniciando a sedimentação ocorrem leques aluviais e lamitos arenosos associados, observados no poço 42 (Fig.6) preenchendo o rift inicial onde a maior subsidência e aporte sedimentar se processa na borda norte das bacias (FASE I). Com a evolução deste rift, inicia-se a instalação de um sistema lacustre (FASE II) que se expande no tempo até um máximo transgressivo que corresponderia as camadas de folhelhos betuminosos na Bacia de Taubaté (Figs.24 e 29).

Nas bacias de São Paulo e Resende ocorrem folhelhos escuros de mesma idade e correspondentes ao sistema lacustre retrabalhados pelo sistema fluvial sobrejacente (FASE III) (Fig.33).

Durante a FASE II (implantação lacustre) ocorreram cheias episódicas que propiciaram a deposição de corpos de inunditos (Appi & Brito 1985; Appi et al., 1986) (Figs.26, 27 e 28) nas bordas do lago e argilas maciças flocluladas intercalando-se a folhelhos betuminosos no centro. Um evento de ressecção de grande intensidade foi observado no topo de uma camada de argila maciça formando um nível de calcáreo que microscopicamente apresenta feições de ressecção, podendo ser considerado um paleossolo (Caliche) (Appi & Brito, 1985; Appi et al., 1986; Freitas & Appi, 1987)(Fig. 29).

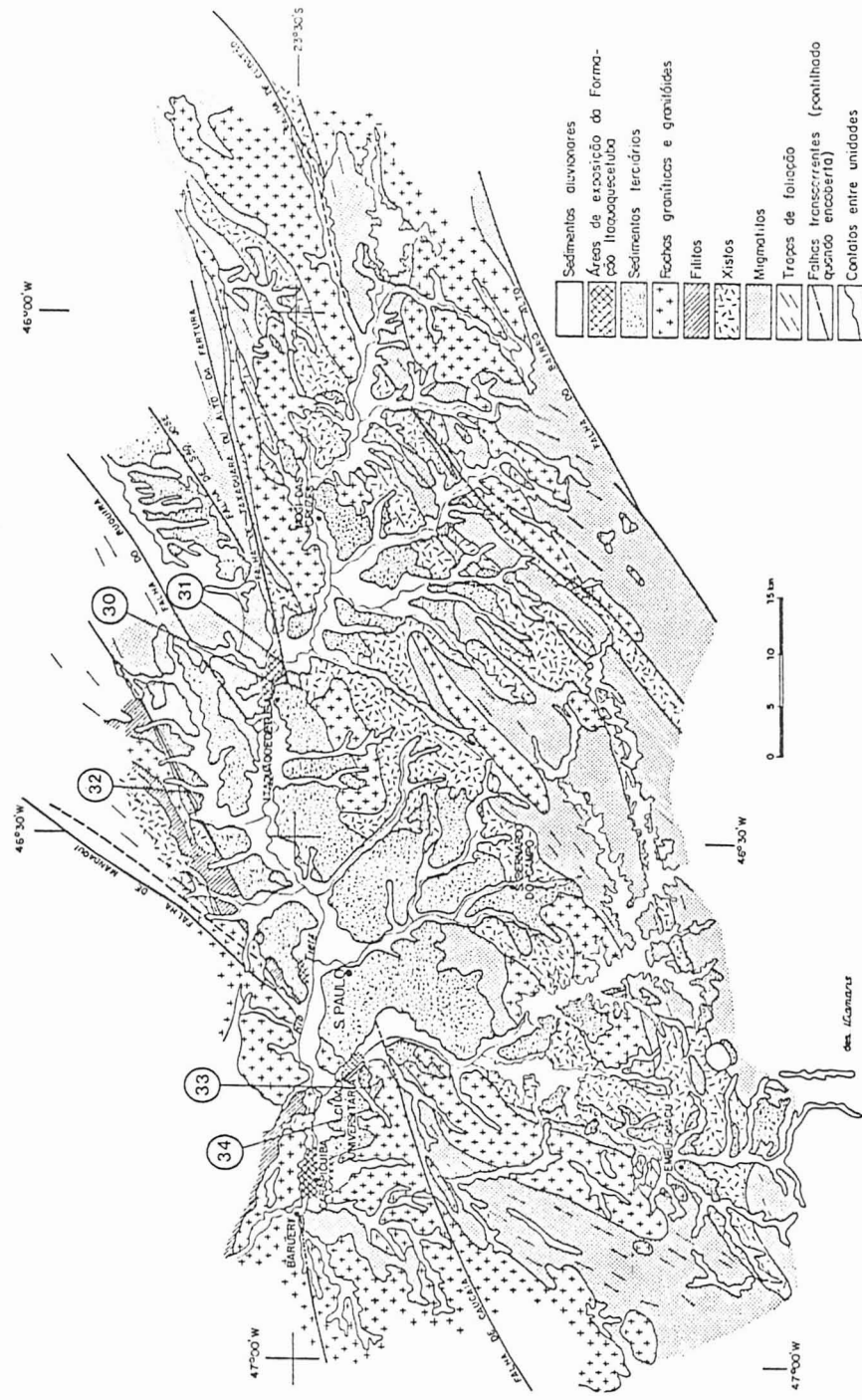
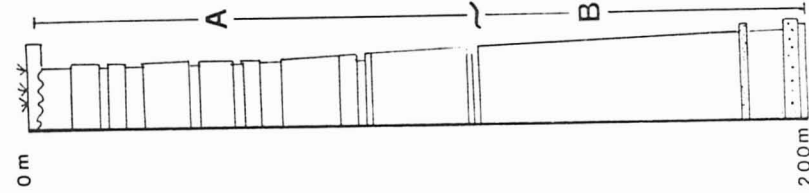
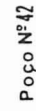


Fig. 5 - Mapa geológico da área da Baía de São Paulo (Bistrichi et al., 1981; Coimbra et al., 1983, modificados). Locais de parada indicados por círculos com números.



A - Predomínio de tolhelinos papiráceos, fossilíferos intercalados em argilitos cinza a esverdeados maciços a fossilíferos associados a fase II.

B - Presomindo de lamitos esverdeados e avermelhados maiores a levemente laminados com nódulos de carbonatos e vegetais com níveis arenosos associados a fase I.

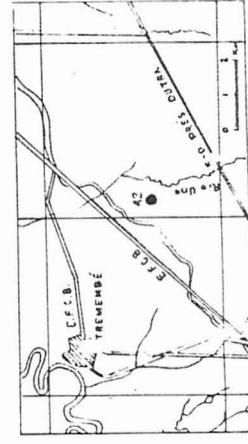
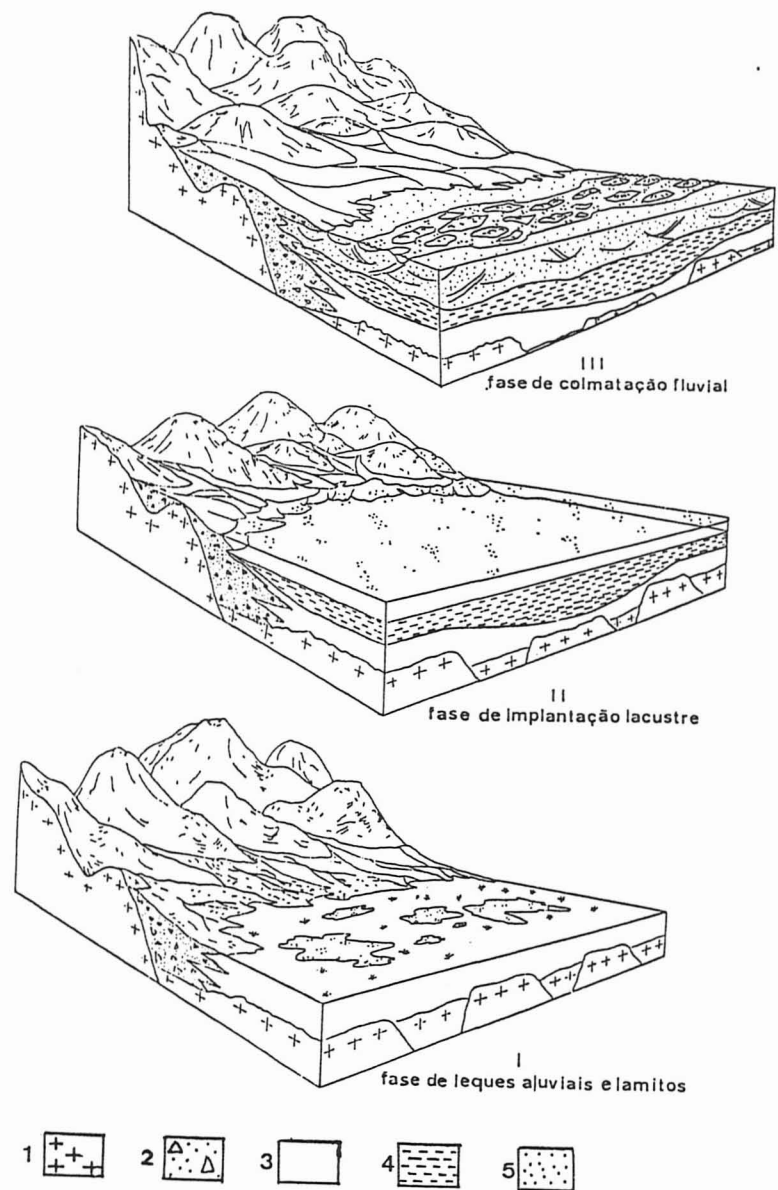


FIGURA 6 (Appi et al., 1986)



(1: embasamento; 2: conglomerados e diamititos; 3: inunditos e lamitos; 4: folhelhos lacustres e 5: arenitos fluviais).

FIGURA 7- Modelos esquemáticos das três fases de evolução sedimentar segundo Appi et al. (1986).

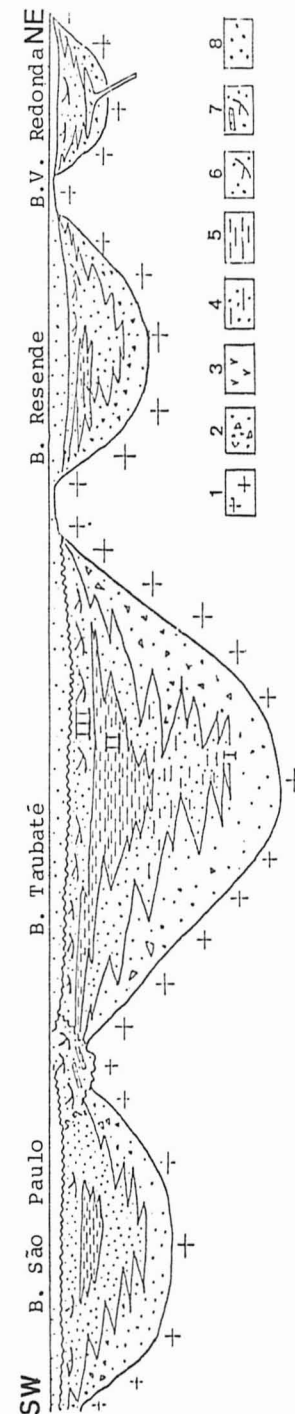


Fig. 8 - Correlação esquemática entre as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda. 1) Embasamento; 2) sistema de leques aluviais e lamitos da fase I; 3) ankaramito; 4) lamitos e 5) folhelhos da fase II (instalação lacustre); 6) sistema fluvial colmatando a sedimentação lacustre; 7) sedimentos fluviais da região de Itaquaquecetuba retrabalhando folhelhos da fase II e 8) sistema fluvial recente. Appi et al. (1986).

Este nível constitui-se num marco de correlação regional, dado que nas fácies dos leques aluviais observam-se Caliches nas formas de preenchimento de fendas e nodulares em lamitos arenosos (Coimbra e Riccomini, 1985) (Figs. 14 e 16). Esta interpretação tem suporte nos dados paleontológicos, onde nas argilas maciças esverdeadas foram encontrados fragmentos ósseos de aves necrófagas *Physornis brasiliensis* (Alvarenga, 1982) e *Brasilogyys faustoi* sp.n. (Alvarenga, 1985) e nos folhelhos betuminosos, peixes e ostracóides, (Couto e Mezalira, 1971), caracterizando níveis relativos de base mais baixos para as argilas maciças (pantanosos) e mais fundos para os ritimitos (lagos).

Após o máximo de transgressão lacustre ocorre a implantação de um sistema fluvial (FASE III) que como sistema deposicional, persistiu até o Quaternário (Holoceno). Este sistema fluvial está representado nas regiões de Itaquaquecetuba, São Paulo, e Quatis no Rio de Janeiro onde os sedimentos desta FASE III retrabalham os sedimentos do sistema lacustre da FASE II de idade oligocênica (Arai, M., 1987) portanto mais novos do que estes.

Correlações

Para as bacias visitadas formulou-se uma correlação estratigráfica utilizando-se principalmente as informações da Bacia de Taubaté por esta possuir uma seção sedimentar mais bem amostrada com bons afloramentos e dados de poços.

Na Figura 8, a fase I representa o início da sedimentação das bacias que só pode ser identificado em furo de sondagem (Poço 42 - Fig. 6). A fase II (implantação lacustre) que na Bacia de Taubaté é constituída de folhelhos lacustres, possui sedimentos correspondentes nas bacias de São Paulo, Resende e Volta Redonda representados por fácies de lamitos arenosos. O sistema fluvial (Fase III), está melhor representado na região de Itaquaquecetuba (SP), onde retrabalha folhelhos da fase II.

PADRÕES ESTRUTURAIS

As estruturas presentes na região do Sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar podem ser divididas em dois tipos principais. O primeiro compreende aquelas do Pré-Cambriano a Eo-Paleozóico, como a foliação metamórfica, transposição, zonas de cisalhamento e rochas cataclásticas associadas. O segundo tipo correspondente às estruturas da reativação mesozóico-cenozóica, compreendendo falhas normais em uma 1ª fase tectônica e falhas de rejeitos direcionais (strike-slip) com falhas inversas e dobras associadas, em uma 2ª fase de idade Cenozóica (Fig. 9).

A fase distensional forma hemi-grabens com basculamento para NW e é responsável pelo acúmulo, junto à justaposição de blocos, de espessuras consideráveis de sedimentos (100 m na Bacia de Volta Redonda, 200 m em Resende, 500 m em Taubaté e 300 m em São Paulo).

Os falhamentos normais aproveitaram-se das discontinuidades mais antigas com orientação geral ENE que em alguns casos, correspondem hoje a faixas de rochas silicificadas.

Análise do padrão de fraturamento, utilizando-se os métodos de Arthaud (1969) e Angelier (1979) permitiu a dedução dos eixos de encurtamento (vertical), alongação (NW-SE) e intermediário (NE-SW) (Campana *et al.*, 1985), (Fig.10) que em regime de cisalhamento puro, podem ser correlacionados, respectivamente, a 1, 3, 2.

Devido ao paralelismo desse sistema ENE com feições morfológicas da costa e com estruturas da Bacia de Santos, pode-se supor que o início desta atividade tenha ocorrido já no Mesozóico (Melo *et al.*, 1985b).

A similaridade dos resultados obtidos nas diferentes bacias indicam contemporaneidade do regime de esforços nelas atuante.

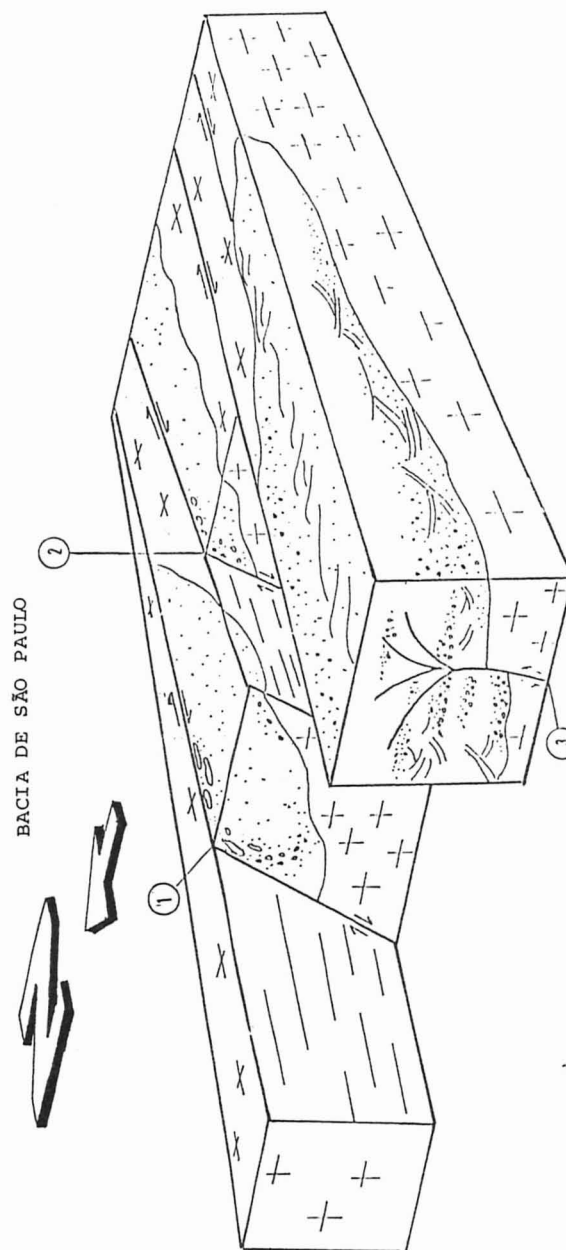


Fig. 9 - Bloco diagrama esquemática mostrando as estruturas associadas à fase "strike slip". No local assinalado na 30ª parada () ocorre arrasto de camada de conglomerado como efeito da componente vertical reversa associada à Zona de Cisalhamento do Rio Jacuá ri; em 2 (27ª parada), rochas de embasamento pré-cambriano estão justapostas a fan-glomerados por deslocamento de componente horizontal predominante, ao longo da Falha do Paratei; na área de Itaquaquecetuba, 3, estruturas-em-flôr estão desenvolvidas nos sedimentos fluviais, associadas a deslocamento ligado a Falha do Alto Fartura (31ª parada). Riccomini (1987).

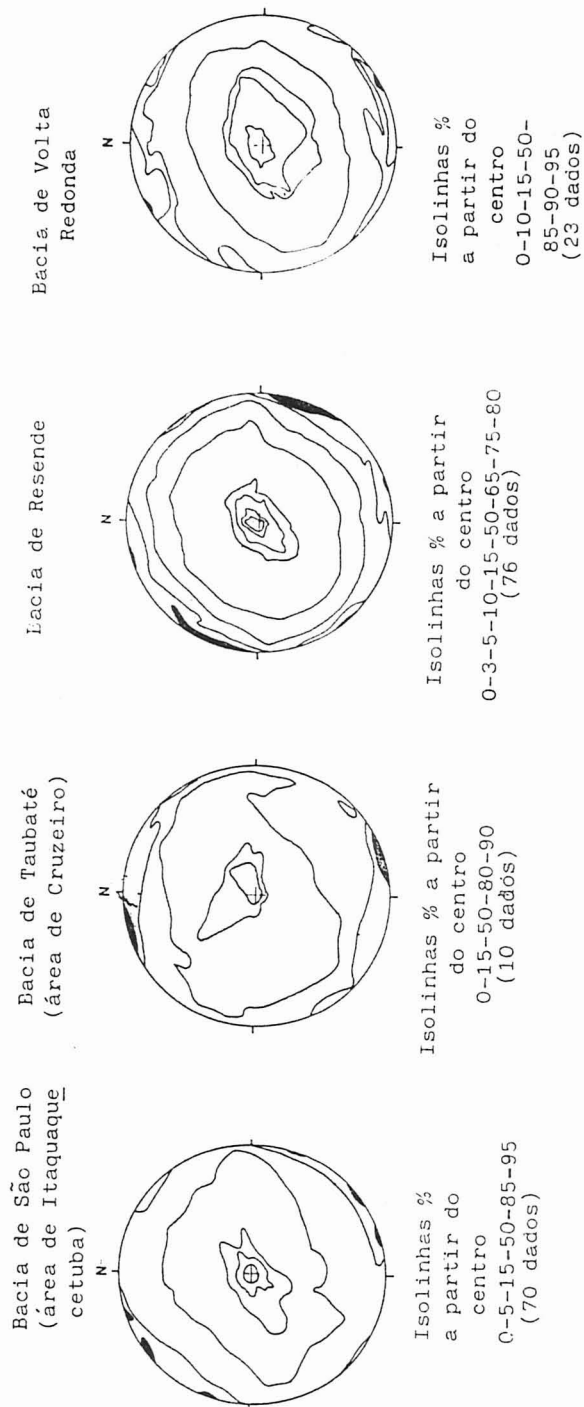


FIGURA 10 - Resultados da aplicação do método de Angelier. As áreas delimitadas por isolinhas de menor percentagem são as de maior probabilidade de conter o maior esforço principal (σ_1), e as de maior percentagem o menor esforço principal (σ_3)

A segunda fase (strike-slip), em linhas gerais, segue também as estruturas mais antigas herdadas do Pré-Cambriano e da 1ª fase.

A direção geral é ENE-WSW a E-W e sua movimentação dextral. Evidências desta fase, podem ser observadas na forma de: planos de falhas com estrias subhorizontais e falhas inversas que chegam a colocar rochas do embasamento sobre os sedimentos terciários (Fig. 20), dobramentos tendendo a cônicos, de amplitude decimétrica, afetando os sedimentos do sistema lacustre na porção central da Bacia de Taubaté. Com charneiras orientadas segundo NNW-SSE e mergulhos predominantes para NNW, com desenvolvimento de clivagem de fratura ao longo das superfícies axiais, e típicas estruturas em "flôr" desenvolvidas nos sedimentos fluviais considerados como Formação Itaquaquecetuba. (Fase III).

Em alguns locais, como por exemplo na Zona de Cizalhamento do Rio Jaguari, além dos deslocamentos direcionais, ocorrem falhas inversas e de empurrão, constituindo famílias muito densas, proporcionando um forte encurtamento horizontal, típico de faixas transpressionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a PETROBRÁS/CENPES pelo apoio em todas as fases de elaboração deste roteiro. À Itaquareia S/A, na pessoa do Sr. Antero Saraiva por ter facilitado o acesso aos portos de areia de sua propriedade em Itaquaquecetuba (SP). Agradecimentos são extensivos ao estagiário Marco André M. Medeiros e à Sra. Irene Tomé da Silva pelos trabalhos de desenho e datilografia respectivamente. Agradecemos também aos colegas Joel de C. Castro, Gerson S. Saes e Ernesto Lavina pelo incentivo e colaboração na elaboração deste roteiro.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. (1952) Vale do Paraíba Rio de Janeiro, DNPM/DGM (Relatório Anual do Diretor).
- ALMEIDA; F.F.M. (1967) Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Bol. Div. Geol. Mineral, DNPM, Rio de Janeiro 241; 36 p.
- ALMEIDA, F.F.M. (1976) The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. An Acad. Bras. Ciênc., 48 (suplemento): 15-26.
- ALMEIDA, F.F.M.; RICCOMINI, C.; DEHIRA, L.K.; CAMPANHA, G.A.C. (1984) Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na Grande São Paulo. In: CCNGRESSO BRASILEIRO DE GEOLÓGIA, 33, Rio de Janeiro. Anais, Rio de Janeiro, SBG, v. 4, p. 1794-1808.
- ALVARENGA, H.M.F. (1982) Uma gigantesca ave fóssil do Cenozóico Brasileiro. An. Acad. Bras. Ciênc., 54: Nº 4 - p. 697 a 712.
- ALVARENGA, H.M.F. (1985) Notas Sobre os Cathartidae (Aves) e Descrição de um Novo Gênero do Cenozóico Brasileiro. Anais da Academia Bras. de Ciências. Vol. 57 nº 3, 1985, p. 349 a 357.
- AMADOR, E.S. (1975) Estratigrafia e sedimentação da Bacia de Resende, R.J. An. Acad. Bras. Ciênc., 47 (suplemento): 181-225.
- AMADOR, E.S. & castro, M.I.B. (1976) Depósitos neocenoicos da Bacia de Volta Redonda, R.J. In: CCNGRESSO BRASILEIRO DE GEOLÓGIA, 29, Ouro Preto. Anais, Ouro Preto, SBG, v. 1, p. 307-327.
- AMADOR, E.S.; ANTUNES, R.L.; PAIXÃO, R.A. (1978) Notas complementares sobre a estratigrafia dos depósitos cenozoicos da Bacia de Resende. An. Acad. Bras. Ciênc., 50: 122-123.
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLD, J.H. (1976) Potassium-argon ages of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. Cosmoch. Acta, 30: 154-180.
- AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. (1967) Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. Geoch. Cosmoch. Acta, 31: 117-142.

- ANGELIER, J. (1979) Determination of the mean principal stresses for a given fault population. *Tectonophysics*, 56: 17-26.
- APPI, C.J. e BRITO, D. (1985) Relatório de viagem de reconhecimento das Bacias de Taubaté e Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. Rel. interno UFRJ (inédito).
- APPI, C.J.; FREITAS, E.L.; CASTRO, J.C. (1986) Faciologia e Estratigrafia da Bacia de Taubaté, Comunicação Técnica - Rel. interno (inédito). CENPES/PETROBRÁS.
- ARAI, M. (1987) Palinoestratigrafia da Bacia de Taubaté- (no prelo) Com. Técnica (Rel. Interno).
- ARTHAUD, F. (1969) Méthode de détermination graphique des directions de raccourcissement, d'allongement et intermédiaire d'une population de failles. *Bull. Soc. Géol. France*, (7): 729-737, thème 11.
- ASMUS, H.E. (1982) Características estruturais e estratigráficas da Margem Continental Brasileira como elementos críticos de sua evolução. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 5, Buenos Aires. *Actas Buenos Aires*, v. 3, p. 781-798.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. (1978) Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. Projeto REMAC N:4, p. 75-88.
- ASMUS, H.E. & PORTO, R. (1980) Diferenças nos estágios iniciais da evolução da margem continental brasileira possíveis causas e implicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú. *Anais*. Camboriú, SBG, v. 1, p. 225-239.
- CAMPANHA, G.A.C.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; DEHRA, L.K. (1985) Análise do padrão de fraturamento Mesozóico-Cenozóico de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo. *Atas*. São Paulo, SBG, v. 1, p. 337-350.
- CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F.D. (1976) Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto. *Anais*. Ouro Preto, SBG, v. 4, p. 247-256.
- CCIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S. (1983) A formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo. *Atas*. São Paulo, SBG, p. 253-266.
- CCIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. (1985) Considerações paleoambientais sobre as ocorrências de caliche nas bacias de Curitiba (PR), Taubaté (SP) e Resende (RJ). *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 57: 517-518.
- COUTO, C.P. (1953) A bacia calcária de Itaboraí e a tectônica da costa sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 14 p. (Notas preliminares e Estudos, 75).
- COUTO, C.P. & MEZZALANA, S. (1971) Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 43 (suplemento): 473-488.
- DELLA FÁVERA, J.C. (1984) Eventos de Sedimentação Episódica nas Bacias Brasileiras, Uma Contribuição para Atestar o Caráter Pontuado no Registro Sedimentar. *Anais do XXXIII Cong. Bras. de Geologia*, pg. 489-502 - Rio de Janeiro.
- ESTRELLA, G.C. (1972) O estágio rift nas bacias marginais do leste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém. *Anais*. Belém, SBG, v. 3, p. 29-34.
- FERREIRA, C.S. & SANTOS, A.S. (1982) Novos dados sobre a geocronologia da Formação Tremembé, Vale do Paraíba, SP, com base paleontológica. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 54: 264.
- FREITAS, E.L. e APPI, C.J. (1987) Evento de Ressecção (Caliche), Um Marco Estratigráfico Regional no Sistema de Rifts Continentais do Terciário das Bacias de Taubaté e Resende (no prelo).
- HASUI, Y. & SADOWSKI, G.R. (1976) Evolução geológica do Pré-Cambriano da região sudeste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geol.*, 6: 182-200.
- HASUI, Y.; GIMENEZ, A.F.; MELO, M.S. (1978) Sobre as bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. *Anais*. Recife, SBG, v. 1, p. 382-391.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. - IPT (1983) Estudo geológico-tectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários da área de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro, SP). São Paulo, DMGA, 2v. (IPT. Relatório 17.737).
- KLEIN, V.C. & VALENÇA, J.G. (1984) Estruturas almofadadas em derame ankaramítico na Bacia de São José do Itaboraí, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro, SBG, v. 9, p. 4335-4345.
- LIMA, M.R. & AMADOR, E.S. (1985) Análise palinológica de sedimentos da Formação Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Coletânea de trabalhos paleontológicos. Brasília, DNPM. (Série geologia, 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, 2), p. 371-378.
- LIMA, M.R. & DINC, R. (1985) Palinologia de amostras da Bacia de Bonfim, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 56: 112.
- LIMA, M.R.; SALARD-CHEBOLDIAEFF, M.; SUGUIC, K. (1985a) Étude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté (État de São Paulo, Brésil), d'après les échantillons du sondagem n° 42 du CNP. Coletânea de trabalhos paleontológicos. Brasília, DNPM. (Série Geologia, 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, 2), p. 379-393.
- LIMA, M.R., SUGUIC, K.; VESPUCCI, J.B.C. (1985b) Estudo palinológico de uma camada de linho da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 57: 183-197.
- MELC, M.S. (1984) Géologie du Bassin de Resende et contribution à l'évolution du Système de Rift du SE du Brésil. Marseille, Université d'Aix-Marseille 1 et 11, 62 p.
- MELC, M.S.; VINCENS, A.; TUCHOLKA, P. (1985a) Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquecetuba - SP. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 57: 175-181.
- MELC, M.S., RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; CCIMBRA, A.M. (1985b) Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 15: 193-201.
- MELC, M.S.; RICCOMINI, C.; ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. (1985c) Sedimentação e tectônica da Bacia de Resende - RJ. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 57: 467-479.
- MELC, M.S.; CAETANO, S.L.V.; CCIMBRA, A.M. (1986) Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia. SBG, no prelo.
- MORAES REGO, L.F. de (1943) A geologia do Estado de São Paulo. Separata do Boletim do Departamento de Estradas de Rodagem, São Paulo.
- RAMSAY, J.G. (1985) Tectonic analysis-short course notes. PETROBRÁS/CENPES/DIVEN. Rio de Janeiro.
- RICCOMINI, C. (1985) Excursão técnica: aspectos tectônicos do Rift do Paraíba do Sul. Tectono analysis - short course field guide. PETROBRÁS/CENPES/DIVEN. Rio de Janeiro, 33 p.
- RICCOMINI, C. (1987) Evolução geológica das bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda, do sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar. São Paulo (Tese de doutoramento a ser apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).

RICCOMINI, C.; MELO, M.S.; ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C.D.R.; MIO-
TC, J.A.; HASUI, Y. (1983) Sobre a ocorrência de um derrame de
ankaramito na Bacia tafrogênicas continentais do sudeste brasi-
leiro. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo. Resu-
mos. São Paulo, SBG, p. 23-24.

RICCOMINI, C.; MELC, M.S.; ALMEIDA, f.F.M.; HASUI, Y. (1985) Geo-
logia da Bacia de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. An.
Bras.Ciênc., 57: 518-519.

AFLORAMENTOS SELECIONADOS

1ª Parada- Corte na rodovia Presidente Tancredo Neves (ligação entre Volta Redonda e a Rodovia Presidente Dutra), localidade de Casa de Pedra, a 4,5 Km da Usina de Volta Redonda.

Derrame de ankaramito sobreposto a sedimentos da fase I.

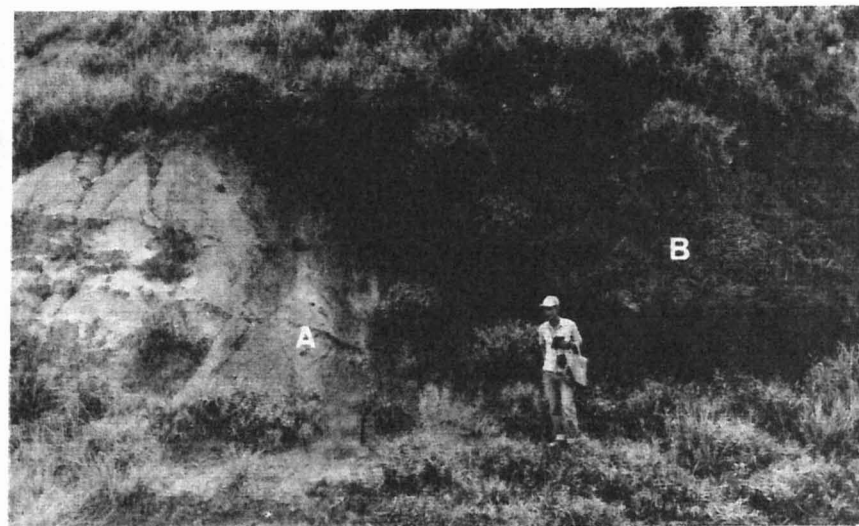


FIG.11- Contato dos sedimentos (A) com o derrame de ankaramito (B).

Cs sedimentos subjacentes à lava são lamitos arenosos da Fase I. C ankaramito apresenta cor cinza-escuro e textura porfirítica maciça a vesicular. Determinações K/Ar em rocha total forneceram idades correspondentes ao Eoceno Superior.

2ª Parada- Corte localizado em frente ao canteiro de obras da Ferrovia do Aço, do lado esquerdo da estrada de terra que liga o local a Quatis; cerca de 4 km a ENE de Quatis, 1 km antes da Fazenda Areal.

Sedimentos fluviais da fase III assentados sobre lamitos

Cs sedimentos fluviais apresentam geometria plano-côncava com base erosiva (retrabalhamento do lamito inferior), granodecrescência ascendente (de conglomerados a siltitos), estratificações cruzadas acanaladas de grande a pequeno porte. Cs siltitos do topo são maciços, representando o abandono do canal (Fig. 12).

3ª Parada - Retornando a Floriano via Quatis, seguindo pela Rodovia Presidente Dutra, rumo a Resende; 300 m após a ponte sobre o Rio Paraíba entra-se à direita nas proximidades da Seagram's, percorrendo cerca de 4 km por estrada de terra pela várzea do Rio Paraíba; atinge-se uma região de relevo colinoso sustentado por sedimentos terciários.

Sedimentos fanglomeráticos fortemente basculados.



Fig. 12 - Sedimentos fluviais com estratificações cruzadas do tipo acanalada de grande a pequeno corte; notar a geometria plano côncava com lente de material síltico argiloso laminado com restos vegetais.

O afloramento está situado junto à borda norte da bacia adjacente a uma da crista de rocha silicificada do embasamento. São observados estratos decimétricos de conglomerado polimítico, com seixos de rochas alcalinas e miloníticas silicificadas intercalados com sedimentos mais finos. Todo o conjunto apresenta forte basculamento de até 50° .

Este conjunto de sedimentos está relacionado a leques aluviais e sua inclinação à tectônica do "Alto Estrutural de Resende".



FIG. 13 - Alternância de camadas de conglomerados polimíticos e arenitos, fortemente basculados.

4ª Parada - Rodovia Presidente Dutra, cerca de 300 m após o marco do km 302; vala do lado direito da estrada de terra paralela à rodovia, cerca de 50-100 m antes da Engemix.

Lamitos arenosos com caliche em fendas de ressecção nas porções mais lamosas e nodular nas porções mais arenosas.

Observar neste local a relação entre o tipo de caliche e a litologia que o contém. Nos lamitos mais argilosos, predomina o caliche em fendas, ao passo que nos mais arenosos o caliche é nodular. Comparar a exposição deste local com as das paradas 6 e 28.



FIG. 14 - Detalhe da ocorrência de caliche da 4ª parada. Notar à esquerda da foto, caliche em fendas de ressecção, e à direita o tipo nodular.

5ª Parada- Rodovia Presidente Dutra, Km 302,5, sentido São Paulo- Rio de Janeiro.

Falhas relacionadas ao Alto Estrutural de Resende.

Parada para observação de sedimentos falhados pela atividade tectônica do Alto Estrutural de Resende.

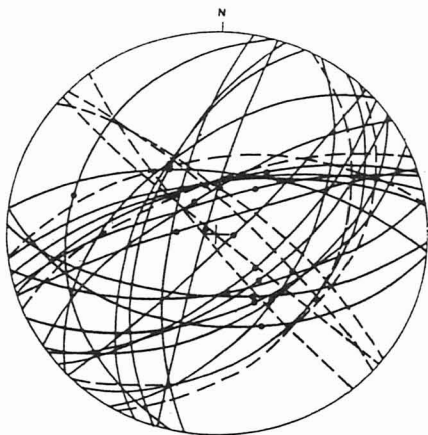


Fig.15- Planos de falhas (círculos máximos) e estrias (pontos) de falhas na área do Alto Estrutural de Resende. Círculos máximos tracejados representam planos de falha sem estrias visíveis (Rede de Schmidt, hemisfério inferior).

6ª Parada- Corte na EFCB cerca de 2Km a leste de Resende.

Alto Estrutural de Resende.

Contato por falha entre sedimentos conglomeráticos e rochas miloníticas do embasamento. Os sedimentos estão basculados segundo N28W/35NE e são constituídos por camadas arenosas de espessura métrica, contendo seixos e grânulos com matriz argilosa. Existe uma camada de conglomerado com seixos de talco-xisto. Este talco acha-se exposto in situ na porção baixa do corte, o que sugere a existência de um pequeno alto do embasamento já durante a sedimentação. A orientação geral da soleira dá-se segundo NE, oblíqua ao eixo da bacia e localizada em sua porção central.

Seguindo-se para E, em corte do lado direito da ferrovia, ocorre espessa camada de caliche nodular associada aos lamitos arenosos.

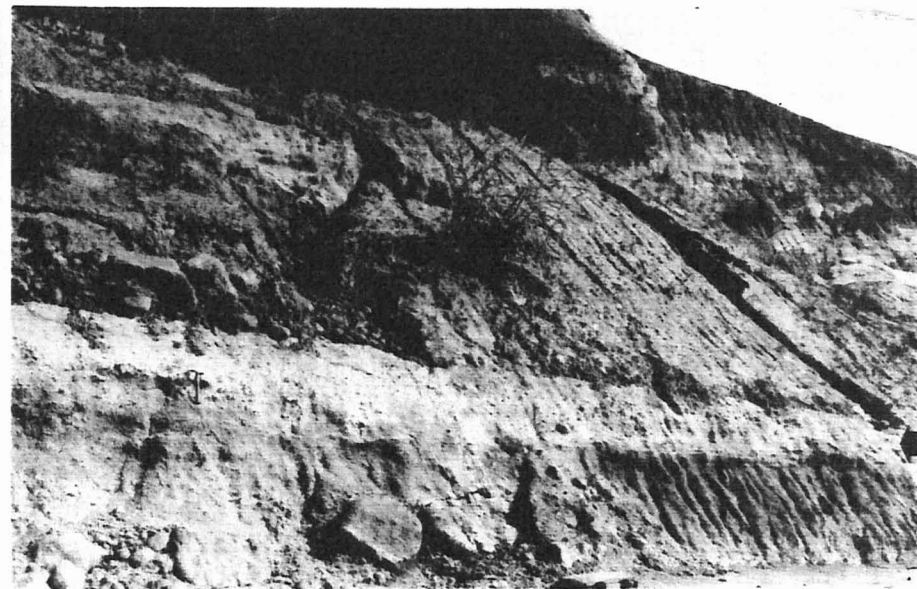


Fig.16- Camada de caliche nodular em lamitos.

7ª Parada - Corte na estrada Agulhas Negras a Pedra Selada, a cerca de 7 km da Rodovia Presidente Dutra.

Faixa de rocha silicificada da borda norte da bacia.

Neste afloramento pode ser observado o efeito da silicificação em rochas do embasamento da área sustentando proeminente feição topográfica em forma de crista.

Os milonitos do embasamento apresentam coloração esbranquiçada, devida à silicificação, com feldspatos oclares por vezes orlados por quartzo.

Ccorre também intrusão de rocha alcalina porfirítica (pórfiros idiomórficos sub-centimétricos de plagioclásio em massa fundamental afaní-

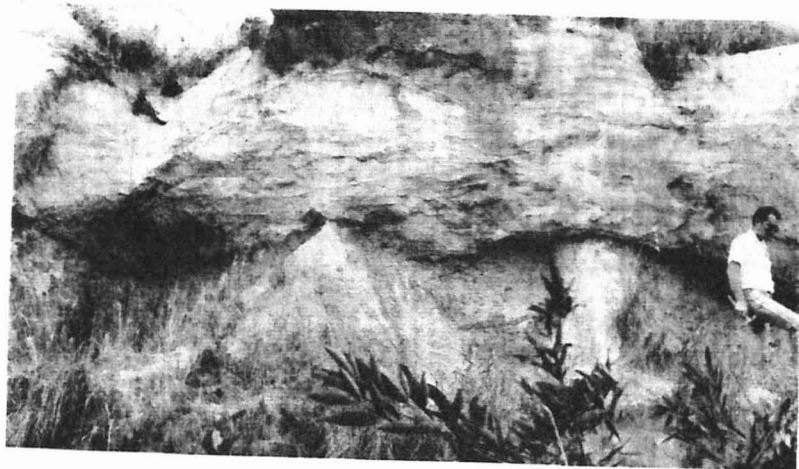


FIG.18 - Detalhe da porção inferior do corte. Na base pode ser observada a fácies de lamitos argilosos maciços esverdeados com laminações mal definidas no topo com raros grânulos dispersos, capeados por arenitos esbranquiçados mal selecionados, conglomeráticos, com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte, ocasionalmente maiores. Na base do arenito estão incluídos fragmentos do lamito inferior.

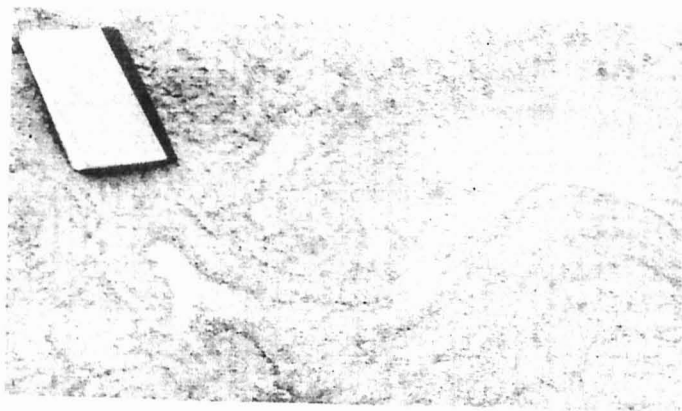


FIG.19- Estruturas de fluidização em arenitos.

tica acinzentada), com cerca de 5 metros de espessura, orientada segundo N70E/45SE (aproximadamente concordante com a encaixante).

8ª Parada - Rodovia Presidente Dutra, km 308, corte do lado direito da estrada rumo a São Paulo.

Sistema fluvial e de leques aluviais (porções mediana e distal).

A nível geral, no corte (Fig.17) pode ser observada alternância de bancos que apresentam conglomerados na base, passando para areias grossas conglomeráticas com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte e, para o topo, predominam sedimentos progressivamente mais finos, como areias finas. Correm também intercalações de lamitos maciços com raros grânulos e estratificação plano-paralela pouco definida (Fig. 18).

Esta associação de fácies caracteriza um sistema de leques aluviais, em sua porção mediana, com os lamitos representando fluxos gravitacionais e os sedimentos mais grossos estratificados, transporte em meio aquoso por tração.

A deposição dos arenitos sobre os lamitos além de promover nestes certa deformação (de carga e retrabalhamento) favorece a expulsão de água contida nos poros dos lamitos gerando nos arenitos feições de fluidização (Fig.19).



FIG.17- Vista geral do corte da 8ª parada.

9ª Parada - Corte na estrada que liga a Rodovia Presidente Dutra em direção a Mauá; afloramento situado no lado direito da estrada, logo após o entroncamento para Penedo.

Fácies fanglomerática vizinha à Falha de Queluz, na borda norte da Bacia de Resende.

Corpos de diamictitos de um sistema proximal de leque aluvial. Para o norte, há predomínio de seixos e matacões angulosos, com dimensões até métricas, de rochas do embasamento pré-cambriano (gnaisses, milonitos, xistos, quartzitos, rochas granitóides, pegmatitos). Rochas alcalinas são menos comuns e aparecem sob a forma de seixos e matacões bem arredondados, indicando maior transporte que as litologias anteriores. Os leitos rudáceos adelgaçam-se no sentido N-S, acompanhado da diminuição no tamanho de seus fragmentos e aumento na porcentagem de matriz. Nota-se leve caimento de cerca de 2° a 3° de todo o depósito no sentido S-N, com área-fonte situada a norte.

10ª Parada - A caminho do Bairro de Penedo, cerca de 200 m antes da Praça central.

Crista de rocha silicificada do embasamento.

Parada para observação do Pico do Penedo (Penedinho), uma crista em seção transversal, sustentada por faixa de rocha silicificada da borda norte da bacia. Associadas à Falha de Queluz, estão as rochas milonito-gnaissicas silicificadas.

11ª Parada - Rodovia Presidente Dutra, sentido Rio-São Paulo; corte do lado esquerdo da estrada, cerca de 1,3 km após a entrada para Mauá e Penedo.

Tectônica compressiva pós-deposicional.

Falha inversa orientada segundo N35E/42NW, com estrias de atrito N62W/40NW, próximas à reta de maior declive do plano de falha, com rejeito de cerca de 70cm. Esta estrutura é correlacionada ao evento tectônico compressivo.

Embora os sedimentos estejam intemperizados, podem ser reconhecidas intercalações de lamitos argilosos com arenitos conglomeráticos / conglomerados. Cs conglomerados representam depósitos residuais de canais.



FIG.20 - Falha inversa de pequeno rejeito afetando sedimentos da fase III.

12ª Parada - Estrada para o Parque Nacional de Itatiaia a 1,5 km da Via Dutra entrando 500m a esquerda.

Sedimentos areno-conglomeráticos de leques aluviais.

Neste afloramento pode se observar uma camada de siltito/argilito laminado cinza-escuro com restos vegetais e matéria orgânica, intercalada em um sistema areno-conglomerático monomítico (rochas alcalinas).

13ª Parada - Corte na EFCB, no cruzamento com o Km 323,5 da Rodovia Presidente Dutra; afloramento situado do lado direito da ferrovia, em direção ao Rio de Janeiro, 50 a 100 metros do viaduto.

Restos de plantas fósseis.

Sedimentos da fácies de lamitos, com porções mais arenosas contendo estratificação cruzada e camadas argilosas, onde ocorrem pequenos fragmentos de vegetais.

14ª Parada - Rodovia Presidente Dutra, km 326,5, sentido Rio de Janeiro-São Paulo.

Sistema de leques aluviais.

Corte frontal em fanglomerados, mostrando alternância entre camadas com seixos/ matacões e lamitos arenosos.

A grande contribuição de fragmentos de rochas alcalinas é proveniente do Maciço de Itatiaia.

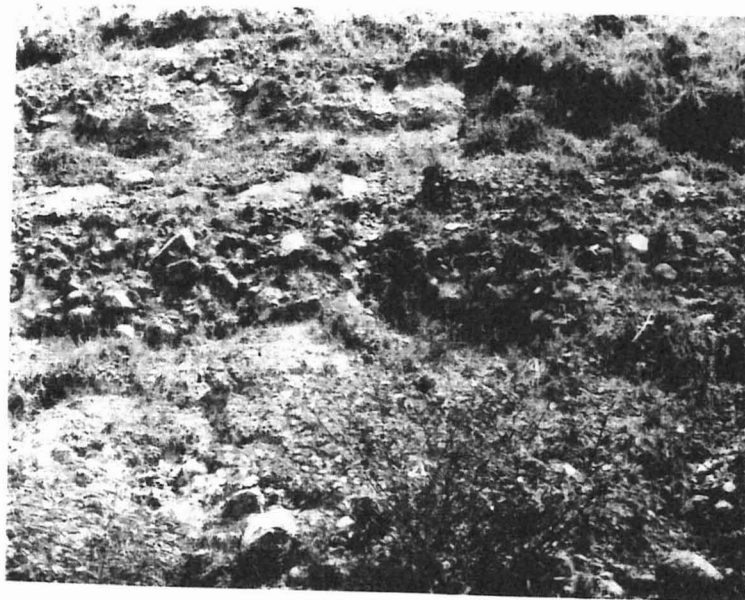


Fig. 21- Corte frontal em leque aluvial.

Esta exposição mostra as variações litológicas ligadas ao distanciamento a área-fonte, em um sistema de leques aluviais.

15ª Parada- Corte na estrada das estâncias (trecho Engenheiro Passos-Itamonte), a cerca de 5,3 Km da Rodovia Presidente Dutra; afloramento do lado esquerdo da estrada.

Falha de empurrão (2ª fase tectônica) colocando rochas do embasamento pré-cambriano sobre sedimentos.

Falha de empurrão colocando rochas do embasamento sobre lamitos. A superfície de falha não é muito regular, mas apresenta orientação geral NW, com estrias de baixo ângulo.

Na porção central do corte (Fig.22) pode ser observada cunha de rocha do embasamento embutida nos sedimentos.

Para noroeste observa-se o contato inferior dos sedimentos com gnaisses bandados.



Fig. 22- Falha de empurrão colocando rochas do embasamento (A) sobre sedimentos (B). Notar cunha (C) de rocha do embasamento embutida nos sedimentos.

16ª Parada- Seguindo pela Rodovia Presidente Dutra, rumo a São Paulo, toma-se a estrada para Lavrinhas, passando por esta localidade. Em direção Pinheiros, do lado esquerdo da estrada, 300 m antes de Pinheiros.

Gnaisses do embasamento empurrados sobre conglomerados da Bacia de Taubaté.

Falha de empurrão com superfície de orientação geral ENE com mergulhos baixos para SE. Há estrias salientes, com mergulhos muito baixos (inferiores a 10°) para SSE, indicando transporte tectônico de SSE para NNW, durante o evento compressivo.



Fig.23- Contato entre sedimentos (A) e gnaisses do embasamento (B) por falha de empurrão.

17ª Parada- Extremo leste da Bacia de Taubaté; corte na estrada de acesso para Cruzeiro, a 4 Km da Rodovia Presidente Dutra; afloramento do lado esquerdo da estrada.

Falha normal e inversa afetando sedimentos, orientada segundo NNE e mergulhos para SE, justapondo blocos de sedimentos a rochas miloníticas com foliação N32/30NW. Para sul ocorre falha inversa, orientada segundo N71E/25NW com estrias de baixo ângulo, colocando biotita gnaisses sobre lamitos.

Esta falha inversa e a de empurrão da parada anterior são indicativas de esforços compressivos posteriores à sedimentação terciária.

18ª Parada- Corte na estrada velha Rio-São Paulo, trecho Cachoeira Paulista-Silveira, a 1,5 Km da Rodovia Presidente Dutra.

Falha de Jataí evidenciando tectônica distensiva pós sedimentar.

Contato entre sedimentos conglomeráticos (para SE) e rochas do embasamento (para NW), por falha normal com pelo menos 6 metros de rejeito. A falha orienta-se segundo N77E (sub paralela à foliação do embasamento) com mergulho subvertical para SE, com estrias inclinadas de 70° para WSW. O bloco de rocha do embasamento (milonítico) acha-se brechado até uma distância de 2 a 3 metros da falha, ao passo que os sedimentos não apresentam perturbações, encontrando-se horizontalizados mesmo junto à falha.

19ª Parada- Km 333 da EFCB.

Fácies de argilas esverdeadas da fase II recoberta por sedimentos fluviais neoceno-zóicos.

Pacote de argilitos esverdeados, com abundantes restos de ostracodes, truncados por conglomerados com seixos de quartzo na base, gradando para arenito com estratificação cruzada acanalada e siltitos e argilitos para o topo.

As argilas representam a fase II da evolução da bacia, ao passo que os depósitos fluviais a partir do conglomerado, seriam mais modernos, provavelmente neoceno-zóicos.

20ª Parada- Estrativa Santa Fé na cidade de Tremembé.

Fácies lacustre da fase II.

Ciclos de marga e folhelhos papiráceos com presença de fósseis de peixe e níveis de ostracoiditos (Fig. 24).

21ª Parada - Corte na rodovia SP-123, Quiririm-Campos do Jordão, lado esquerdo da estrada rumo a Campos do Jordão.

Fases de atividade tectônica distensiva e direcional cenozóica.

Zonas de falhas cenozóicas desenvolvidas em rochas gnáissicas, migmatíticas e miloníticas, estas relacionadas a zonas de cisalhamento do Pré-Cambriano a Eo-Paleozóico.

Estas estruturas apresentam-se sob a forma de "caixas-de-falha", ou seja, faixas com inúmeros planos de falha com estrias de atrito, configurando megabrecha, em meio a rochas pouco deformadas.

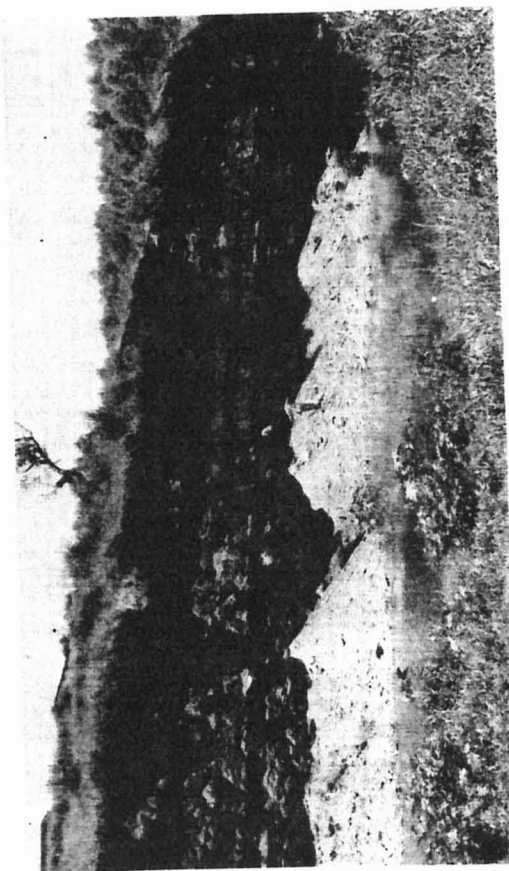
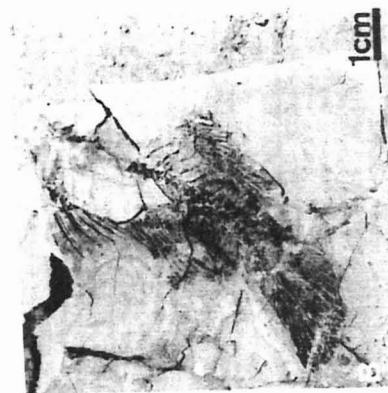


Fig. 24 - Panorâmica da Extração Santa Fé mostrando alternâncias de camadas claras (margas e calcário) (A) e escuras (folhelhos papiráceos) (B) com fósseis de peixes. Abaixo do nível d'água com camada de calcário tipo Caliche correlacionável ao das outras extrações.

A observação do calcário em seções delgadas, revelou a existência de microfendas de ressecção indicando um período de exposição subaérea. Esta camada pode ser usada como um marco de correlação na área.

Os folhelhos betuminosos são indicativos de ambiente lacustre anóxico, das fases em que o lago apresentava nível d'água relativamente mais alto (Fig. 29).

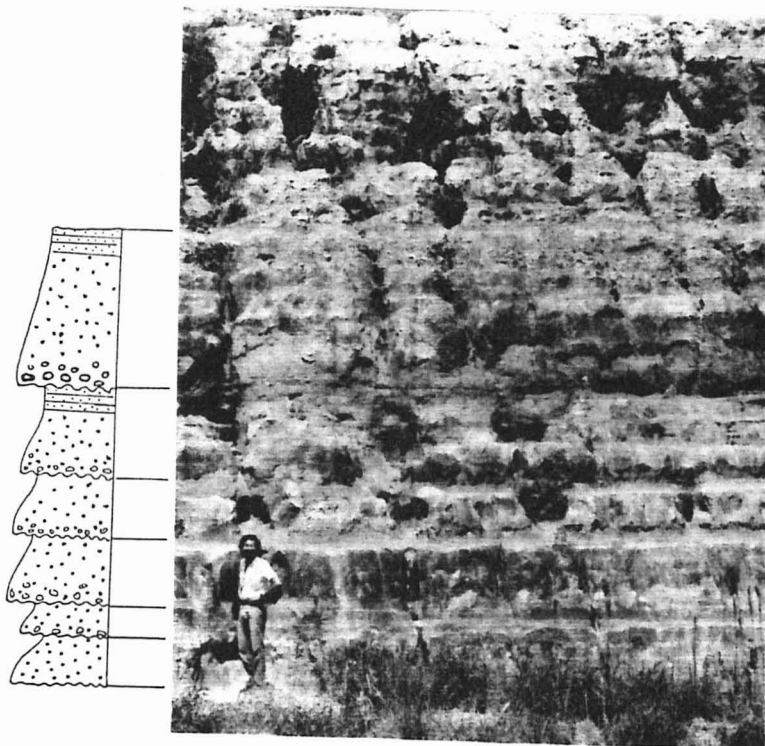


Fig. 25 - Fácies de arenitos com gradação normal e inversa, com geometria tabular, as sociada a porção distal dos leques aluviais.

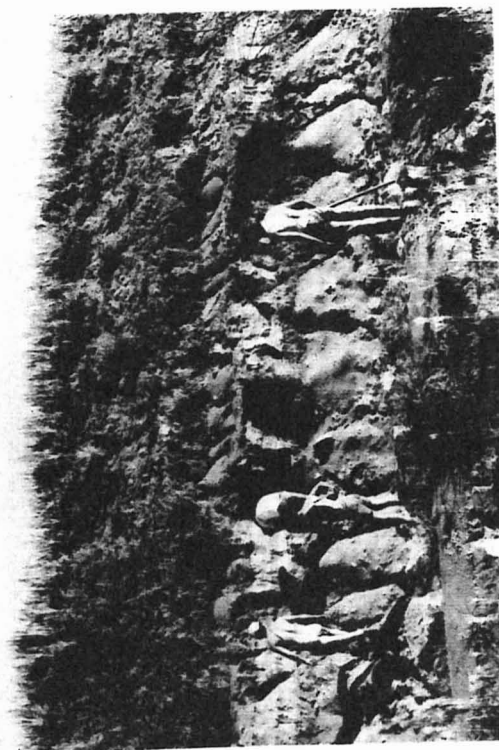
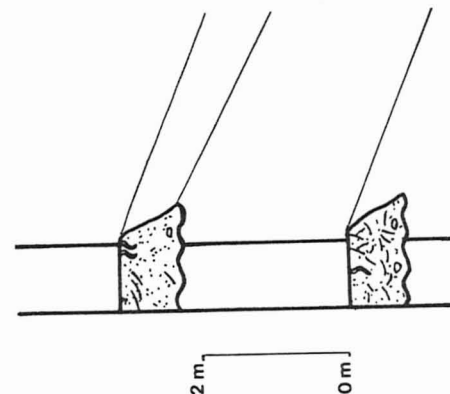


Fig. 26- Panorâmica dos arenitos tabulares da fácies de inunditos intercalados a argilitos lacustres.



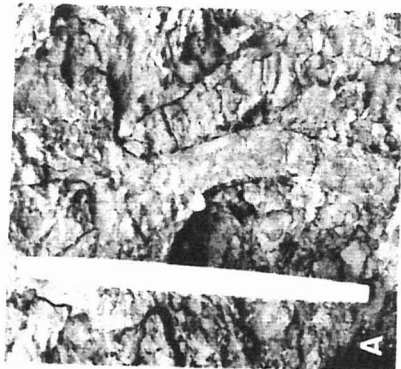


Fig. 27 - Detalhe de inundito apresentando clastos de argila na base e gradando de arenito grossos a siltito para o topo com laminações cruzadas de pequeno porte.

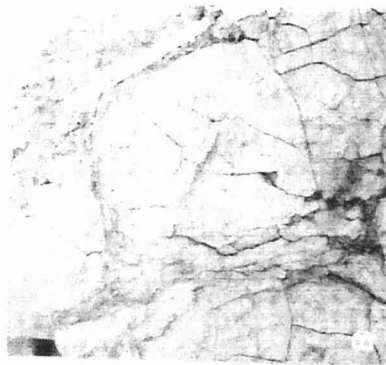
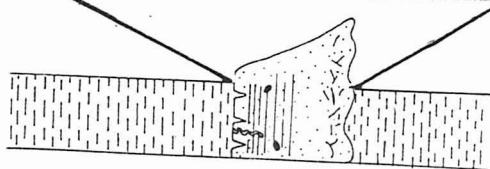


Fig. 28 - (lado direito). Detalhe da foto anterior. Topo camada de inundito mostrando: (A) bioturbações e (B) gretas de ressecção.



A espessura destas faixas atinge até pouco mais de 1 metro. As lineações de estrias de atrito, impressas nos planos de falha ora apresentam mergulhos com tendência à reta de maior declive do plano ora são subhorizontais. Em alguns planos pode-se notar a impressão das estrias sub-horizontais sobre aquelas próximas ao rumo de mergulho do plano, indicando relação com as duas fases tectônicas da área.

A medição sistemática das estruturas aqui presentes indicou uma tendência geral dos planos segundo ENE, com mergulhos predominantes para SSE.

22ª Parada - Rodovia SP-123, sentido Campos do Jordão-Quiririm, km 19; afloramento do lado esquerdo da estrada.

Fácies de arenitos com gradação normal e inversa, e fácies fanglomerática.

Camadas decimétricas de arenitos lateralmente muito contínuas com gradação inversa e normal, esta iniciada com arenito conglomerático, por vezes com raros seixos, passando para o topo a siltito bioturbado (Fig. 25).

Na porção sul do corte ocorrem diamictitos polimíticos, com seixos angulosos e aspecto brechóide, apresentando certa organização, com matriz lamítica arenosa, e camadas com seixos e matações tendendo a arredondados localmente imbricados, com matriz areno-conglomerática a lamítica arenosa. Esta matriz constitui também camadas intercaladas com os diamictitos.

Estas fácies estão provavelmente relacionadas a um sistema de leques aluviais, com os diamictitos na porção mais proximal e os arenitos/siltitos bioturbados na porção mediana a distal.

23ª Parada - Rodovia SP-123, sentido Campos do Jordão-Quiririm, km 12,8; afloramento do lado esquerdo da estrada.

Intercalações tabulares de arenitos do sistema da fácies de inunditos, com argilitos lacustres.

Os arenitos, de granulação média, apresentam gradação normal com aspecto maciço na base, tênues estratificações plano paralelas na porção média, e estratificações cruzadas de pequeno porte no topo da camada (aqui mais siltosa, com gretas de contração), sugerindo sequência do tipo Ta,b,c de Bouma.

Correm alternadas com os arenitos camadas de argilito esverdeado maciço, com contatos abruptos (Figuras 26 a 28).

24ª Parada - Extração de argila ALIGRA em Taubaté.

Fácies de argilas maciças, calcários e folhelhos papiráceos da fase de implantação lacustre (Fase II).

No piso da extração observa-se folhelho bem laminado, capeado por espesso pacote de argilitos verdes maciços; para o topo, ocorre camada decimétrica de calcário e logo acima desta, é iniciada nova sequência pelítica, com pequena espessura de argilas verde-acinzentadas na base e folhelhos cinza-escuro, rítmicos, papiráceos, betuminosos no topo (Fig. 29).

As argilas maciças são interpretadas como representativas de períodos com maior aporte sedimentar com o nível d'água relativamente mais baixo.

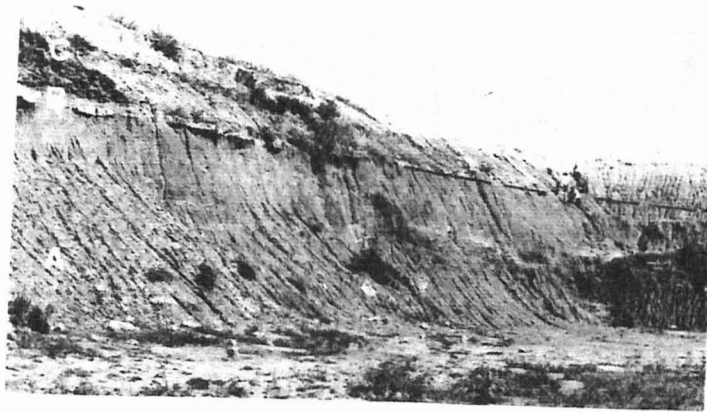


Fig. 29- Vista geral da extração de argila ALIGRA com argilas maciças na base (A), separadas por camada de calcário (B), tipo caliche, de folhelhos betuminosos (C).

25ª Parada - Seguindo pela SP-123, rumo a Quiririm, toma-se a última entrada à direita, antes da ponte sobre o Rio Paraíba; percorre-se por estrada de terra cerca de 4,8 km; o afloramento está situado no lado direito da estrada.

Dobras em sedimentos da fácies de folhelhos lacustres da fase II.

Presença de dobras aproximadamente cônicas, de dimensões decimétricas, em folhelhos acinzentados lacustres, com desenvolvimento de clivagem de fratura ao longo das superfícies axiais. As charneiras das dobras estão orientadas segundo NW-SE, com mergulhos predominantes para NW.

Estas dobras estariam relacionadas com falhamentos de rejeito direcional da segunda fase tectônica.

26ª Parada - Corte na Rodovia Presidente Dutra, km 149,5 sentido São Paulo-Rio.

Sedimentos fluviais neoceno-zóicos.

Arenitos finos, com as estratificações cruzada, níveis de "climbing ripples" até decimétricos, gradando para siltitos com laminação plano-paralela e restos de vegetais e argilitos caolínicos esbranquiçados.

27ª Parada - Corte na Rodovia Presidente Dutra, Km 188 sentido Rio-São Paulo.

Tectônica compressiva associada à falha do Parateí.

Gnaisses do embasamento sobrepostos a sedimentos fanglomeráticos através de falha com deslocamento lateral.

Notar a presença de estrias com predomínio da componente de mergulho horizontal.

28ª Parada - Afloramento em corte na Rodovia Presidente Dutra, sentido São Paulo-Rio, Km 187.

Caliche em fendas de ressecação.

Lamitos argilosos com fendas de ressecação preenchidas por crostas de carbonatos com espessura centimétrica.

Aqui mais uma vez pode ser verificada a relação entre o tipo de caliche e o sedimento.

Podem ser encontrados alguns cristais de lantanita (Nd), no contato do caliche com o lamito. Este mineral apresenta-se sob a forma de pequenas placas rosadas transparentes e de dimensões milimétricas com aspecto micáceo.

29ª Parada - Tomando-se a Rodovia dos Trabalhadores a partir da Rodovia Presidente Dutra no sentido Rio-São Paulo, logo após o viaduto sobre essa última, entrar a direita por estrada de terra, percorrendo cerca de 500 m, entrar novamente a direita na extração Itaquarema.

Camadas decimétricas de sedimentos argilosos ricos em restos vegetais, datado por palinologia como de idade Oligoceno.

30ª Parada - Corte em estrada secundária de terra, situado em frente as instalações do Aeroporto Internacional de Guarulhos, do lado norte.

Tectônica compressiva.

Falha com componente reversa dominante colocando milonito-gnaisses do embasamento sobre lamito seixoso com camadas de conglomerados.

Os conglomerados são polimíticos, contendo entre outros constituintes, seixos de rochas metavulcânicas e metassedimentares, bem arredondados, com formato predominantemente discóide e tabular.

A compressão no local vizinho à falha foi tão intensa que reorientou os seixos, paralelizando-os à falha segundo o seu achatamento, originando uma foliação. Ocorre também arrasto da camada de conglomerado vizinho à falha, invertendo-a.

Notar a ausência de seixos do milonito-gnaisse vizinho no sedimento, indicando que a justaposição destes blocos foi pós-sedimentar.

As feições aqui observadas estão relacionadas à reativação direcional dextral ao longo da Zona de cisalhamento do Rio Jaguari durante a segunda fase tectônica da área.

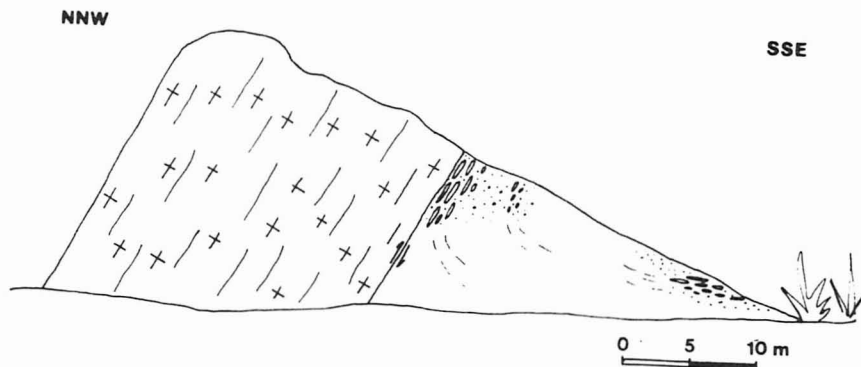


Fig.30- Seção esquemática mostrando o efeito de compressão nos sedimentos.



Fig.31- Detalhe da reorientação imposta aos seixos pelo efeito compressivo.

31ª Parada - Extração da Itaquareia, em Itaquaquecetuba, na margem direita do Rio Tietê; acesso pela rodovia dos Trabalhadores.

Sistema Fluvial com tectônica sin e pós-deposicional.

Na exposição da fig 32 são observados ciclos que se repetem tendo na base níveis decimétricos de conglomerados com seixos e blocos arredondados e pouca matriz, com gradação normal e geometria tabular,

sobrepostos por corpos arenosos decimétricos e centimétricos com estratificações cruzadas do tipo acanalada e festonada que estão assentadas sobre leitos centimétricos de conglomerados com geometria acanalada.

Os conglomerados com gradação normal, pouca matriz e geometria plana que limitam os ciclos, podem representar depósitos em lençóis do sistema de leques aluviais.

Os ciclos arenosos com estratificações cruzadas representariam barras fluviais que migram durante as cheias sobre o leito do rio, indicados pelos finos níveis de conglomerados de depósitos residuais.

Digna de nota é a presença abundante de troncos vegetais fósseis nesses sedimentos.

Nas porções marginais dos depósitos, vizinhos ao embasamento, associados a falhas normais, desenvolvem-se termos mais grossos, diamictíticos, contendo blocos angulosos de rochas: gnáissicas, miloníticas, quartzíticas; restos de troncos vegetais fósseis e fragmentos que chegam a atingir alguns metros de folhelhos escuros ricos em restos vegetais (Fig.33).

Falhas normais orientadas segundo ENE afetam os sedimentos e o embasamento (Fig.34), tendo algumas delas atividade durante a sedimentação, o que é atestado pela presença de maior espessura de cunhas clásticas próximas a ela.

A segunda fase tectônica tem aqui seu registro marcadamente impresso como desenvolvimento de estruturas-em-flor (Fig.34), atribuídas a movimentos subhorizontais dextrais no substrato, ao longo da falha do Alto da Fartura, de direção ENE (fig. 35).

32ª Parada - Ainda na extração da Itaquareia, na porção mais a sul dos pontos anteriores.

Tectonismo afetando sedimentos da fase III.

Cunhas clásticas com seixos a matações angulosos de lamitos (litologia do substrato no local, associada a uma das zonas principal de cisalhamento da Falha do Alto da Fartura) intercalados em arenitos conglomeráticos, ligados a reativações de direção ENE de falhas do embasamento (Fig.36).

Pode ser notadas zonas de cisalhamento de estágio dúctil-rúptil orientados N-NNW, com mergulhos subverticais conjugados às anteriores.

33ª Parada- Corte situado em frente à sede da prefeitura da Cidade Universitária (Universidade de São Paulo).

Sedimentos fluviais da fase III.

Sedimentos de transbordamento constituídos por argilitos e siltitos a areias finas, com estratificações plano paralela truncando sedimentos subjacentes (Fig.37).

Na porção situada a W do corte pode ser observado o contato com milonito-gnaissico do embasamento, decomposto, com presença de fragmentos de rochas do embasamento, quartzitos, argilito cinza (proveniente do embasamento) e acumulações de caulim. Falha normal de pequeno rejeito, está presente na porção média do afloramento.

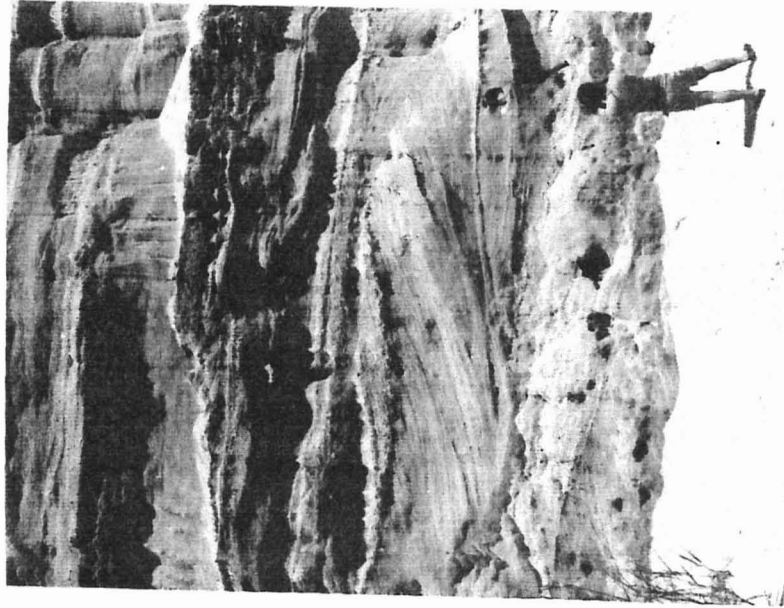


Fig. 32 - Fácies fluvial Arenitos com estratificação cruzada de grande porte com níveis de conglomerados residuais e fragmentos de tronco fóssil.



Fig. 33 - Fácies de leques aluviais Conglomerados e diamictitos com seixos polimífticos, notar a presença de um nível de folhelho aloctone (F).

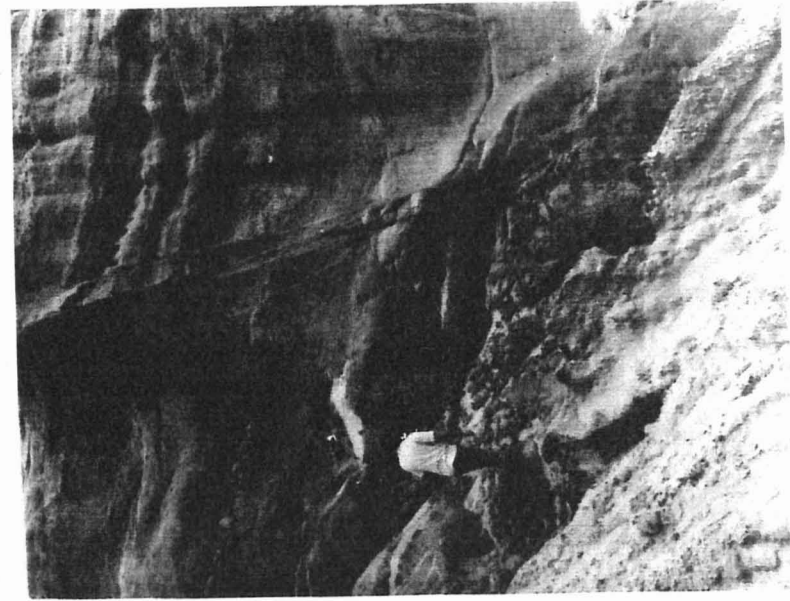


Fig. 34 - Falha normal afetando os sedimentos.

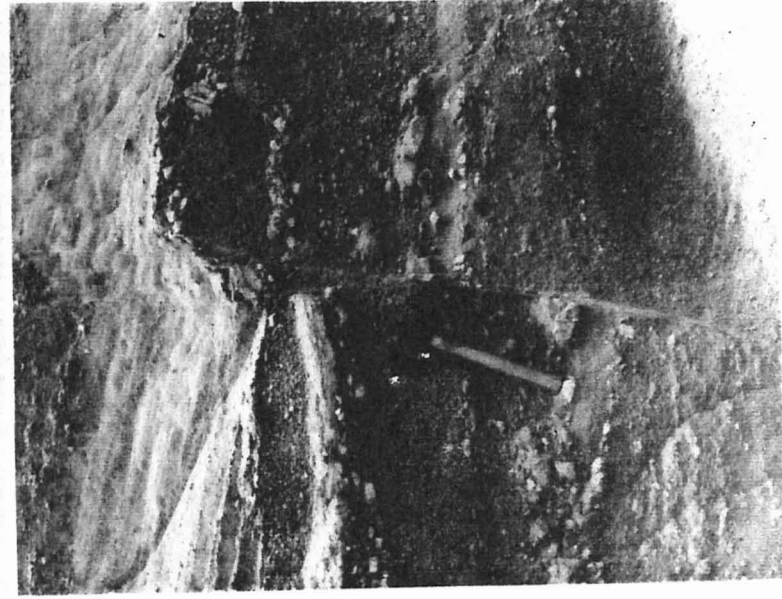


Fig. 35 - Estrutura-em-flôr.



Fig.36- Vista frontal de cunhas clásticas com seixos e matacões angulosos de milonitos, intercalados em arenitos.

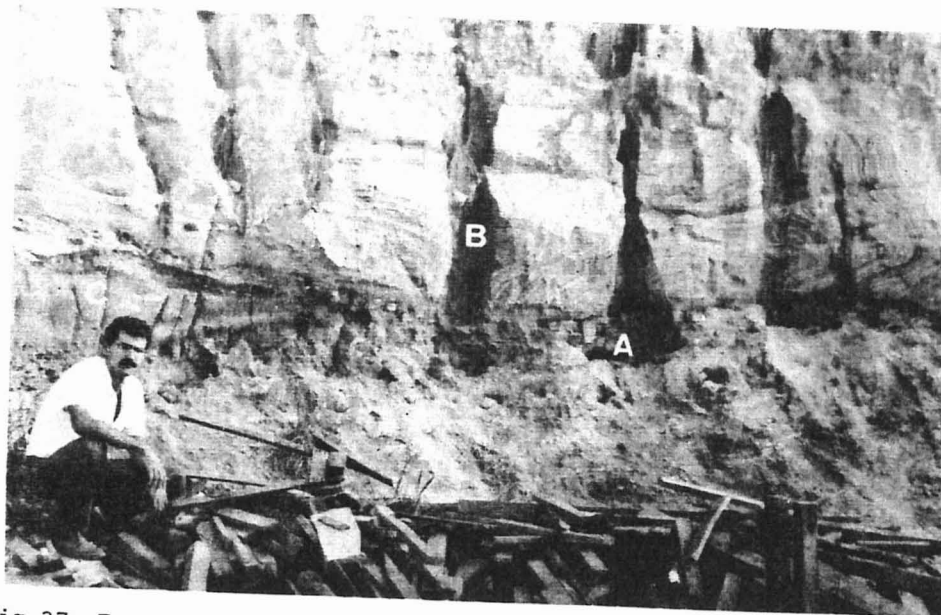


Fig.37- Estrutura de escavação em camada argilosa (A) com preenchimento por sedimentos arenosos (B), apresentando anéis de Liesegang; em (C) ocorre camada arenosa sobre a argila (A).

34ª Parada - Corte situado ao final da Avenida Nova Jaguaré.

Facies fluvial da fase III

No primeiro afloramento, situado ao lado do oleoduto da Petrobrás (vizinho ao conjunto residencial) observa-se da base para o topo sucessão de lamitos arenosos esverdeados, mais grossos na base, com diques clásticos, sobre os quais assenta-se de forma abrupta, camada de arenito conglomerático-branco, apresentando vários ciclos com estrutura gradacional, cujo constituinte marcante são feldspatos róseos praticamente inalterados, derivados do embasamento milonito-gnáissico vizinho. Na porção superior do corte estão presentes areias esbranquiçadas de granulação fina, que gradam para siltitos esverdeados.

Cerca de 200m a frente, em corte situado à esquerda da estrada de terra, na porção inferior do corte, aparecem lamitos arenosos com alguns grânulos de feldspatos róseo, situados em posição estratigráfica imediatamente superior aos siltitos do topo do corte anterior; acima ocorrem arenitos rosados grossos com estratificação cruzada de fácies de canal com clastos de argilas.

Retornando à estrada de terra e seguindo cerca de 100m rumo a um loteamento em implantação, temos em cortes baixos da estrada, à esquerda, sedimentos arenosos rosados, gradacionais, com estratificações plano paralelas e climbing, no topo.