

A FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA: EVIDÊNCIAS DE TECTONISMO NO QUATERNÁRIO PAULISTA

Armando Márcio Coimbra*

Claudio Riccomini**

Mário Sérgio de Melo**

* Instituto de Geociências-Universidade de São Paulo

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.-IPT
Agrupamento de Geologia GeralABSTRACT

The Itaquaquecetuba Formation, proposed in this paper, corresponds to the sedimentary deposits early denominated as ancient alluviums of the Pinheiros and Tietê rivers. Such coarse grained sands and conglomerates deposits, with small clay intercalations, roughly follow the valleys of the present Pinheiros and Tietê rivers, as a band 1 km wide and 50 m thick.

Despite its presence in the geographic area of occurrence of tertiary sediments of the São Paulo Basin (São Paulo Formation), the Itaquaquecetuba Formation is not part of this tecto-sedimentary unit. It clearly is a later episode of sedimentation. Erosional processes prior to its deposition eroded the tertiary sediments, so this formation usually rests on precambrian rocks.

It was certainly laid down in an environment of anastomosed rivers. We are not sure whether the paleoclimate was humid or semi-arid. The abundance of incarbonized plant trunks, favored the age determination of these sediments by radiocarbon method, being a bit over 50.000 years B.P. A system of faulting younger than the Itaquaquecetuba Formation at tests recent tectonism younger than 50.000 years in the Greater São Paulo area.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos aqui descritos, para os quais propõe-se, neste trabalho, a denominação formal de Formação Itaquaquecetuba, ocorrem sob as planícies atuais dos rios Tietê e Pinheiros, podendo ser observados nas escavações dos portos de areia presentes ao longo destes vales (FIGURA 1).

Ao longo do Rio Tietê, as melhores exposições estão situadas nos portos de areia da região de Itaquaquecetuba e Carapicuíba, constituindo-se em um corpo litológico com a forma de "cordão de sapato" com cerca de 40 km de comprimento, até 2 km de largura e espessura máxima da ordem de 50 m.

No vale do Rio Pinheiros, tais depósitos podiam ser observados na antiga cava de extração de areia, hoje ocupada pela raia olímpica da Cidade Universitária. Tal exposição foi objeto de estudo de JUNQUEIRA (1969), SUGUIO (1971) e SUGUIO *et alii* (1971), BIGARELLA (1971) entre outros. Na margem direita do Rio Pinheiros, estes depósitos também podiam ser observados em cavas situadas entre a Av. Nações Unidas e a Av. Pedroso de Moraes, estando atualmente entulhadas.

AB'SABER (1980), em bases essencialmente geomorfológicas, denominou esses depósitos de "camadas cruzadas da fase Butantã".

Estes depósitos, presentes na área geográfica de ocorrência dos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo (Formação São Paulo), não fazem parte desta unidade tecto-sedimentar, pois são nitidamente posteriores.

Esta formação jaz normalmente sobre o embasamento pré-cambriano, pois os processos erosivos que a precederam escavaram total ou parcialmente os sedimentos terciários. Tal situação teria conduzido, em alguns casos, à interpretação errônea de que estes sedimentos constituiriam a porção basal da Formação São Paulo.

TRABALHOS ANTERIORES

Nos últimos quatorze anos, vários autores se detiveram na descrição e interpretação destes depósitos. Sob ponto de vista essencialmente estratigráfico e sedimentológico, têm-se os trabalhos de JUNQUEIRA (1969), SUGUIO & TAKAHASHI (1970), SUGUIO *et alii* (1971), SUGUIO (1980), PETRI & FÚLFARO (1983) e MELO & PONÇANO (1983). Estudos de cunho paleontológico, paleoclimático e geocronológico foram realizados por BIGARELLA (1971), SUGUIO (1971), BIGARELLA (1975) e SUGUIO & MUSSA (1978), além de AB'SABER (1980), este marcadamente geomorfológico. Podem ser destacados ainda, as contribuições de COIMBRA *et alii* (1980) e ATENCIO *et alii* (1982), referentes aos sulfatos secundários provenientes da alteração da marcassita presente nestes sedimentos.

CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E MINERALÓGICA

Predominam as areias grossas mal selecionadas com grãos angulosos a subarredondados e pouca matriz siltico-argilosa. O arcabouço é constituído de quartzo monocristalino e feldspatos (microclínio e plagioclásio), ocorrendo, secundariamente, grãos de quartzo policristalino (quartzito) e os seguintes minerais pesados: zircão, monazita, turmalina, silimanita, estauroлита, granada e traços de cianita, espinélio, andaluzita e hornblenda.

A assembléia mineralógica do conteúdo pesado, principalmente no que se refere a presença de turmalinas (prismáticas com inclusões), silimanita, estauroлита e granada, são indicativas de uma derivação a partir de rochas metamórficas de médio a alto grau. Cabe ressaltar o fato destes minerais se apresentarem angulosos, preservando, muitas vezes, a forma euédral (como por exemplo, as turmalinas e zircões prismáticos), o que demonstra condições de curto transporte e proximidade de área-fonte, caracterizando, então, uma derivação direta de rochas metamórficas e não um retrabalhamento de sedimentos preexistentes.

Salienta-se, também, a presença de zircões prismáticos, alguns metamitizados, além de turmalinas prismáticas ricas em vacúolos e micrólitos, granadas com estrutura sagenítica (inclusões de agulhas de rutilo) e estauroлитas euédrais, algumas geminadas.

Destaca-se, nestes depósitos arenosos, a presença de estratificações cruzadas tabulares e tangenciais de médio porte (FIGURA 2a), com mergulhos para NW e SW, demonstrando paleocorrentes deposicionais provenientes de E (NE e SE). A análise estatística de paleocorrentes, a partir de estratificações cruzadas, mostra baixos valores de consistência (aproximadamente 0,30) resultante da distribuição bimodal (uma moda com direção NW e a outra SW). É comum observar-se, ao longo dos estratos cruzados, a presença de seixos e de troncos vegetais, alguns podendo atingir dimensões de 2 a 3 metros de comprimento e diâmetros decimétricos (até 0,5 m). Estes troncos podem apresentar-se incarbonizados, marcassitizados ou silicificados (estes últimos presentes nos pontos de areia da margem esquerda do Rio Tietê na área de Itaquaquecetuba).

O estudo de paleocorrentes a partir da orientação dos seixos confirma a existência de paleocorrentes provenientes de E. Mostra também, baixos valores de consistência (em torno de 0,35); a imbricação dos seixos marca a orientação do mergulho do eixo maior dos mesmos com rumo contrário ao sentido da paleocorrente.

Além dos depósitos arenosos ocorrem níveis conglomeráticos, que podem ser subdivididos em dois tipos:

TIPO 1 - de forma lenticular, pequena espessura, caracterizando a base de paleocanais, onde "seixos" de argila com dimensões de 20 até 30 cm são frequentes (FIGURA 2a). Estes depósitos são formados basi

camente por fragmentos da própria bacia (intraclásticos) por es cavações das pequenas lentes argilosas. Pode-se notar, em alguns fragmentos argilosos, a presença de restos vegetais, inclusive folhas inteiras;

TIPO 2 - é formado por conglomerados "clast supported" (FIGURA 2b), constituído de seixos de até 10-20 cm, embricados localmente, apresentando estrutura gradacional (granodecrescência ascendente), com pouca matriz de areia grossa. Destaca-se, na matriz arenosa, a abundância de minerais pesados (granada e turmalina). Estes níveis conglomeráticos formam paleopavimentos detríticos, com espessuras de 10 cm a pouco mais de 1 m, e extensão lateral de algumas dezenas de metros. Sobre estes níveis (paleopavimentos), desenvolvem-se as barras arenosas com estratificação cruzada. Os seixos são principalmente de quartzo e quartzito, estando presentes, ainda, seixos de milonito e rocha de composição granítica (quartzo-feldspática) rica em turmalina. Quanto à forma, os seixos podem ser predominantemente esféricos ou discóides, sendo os alongados e tabulares mais raros. Apresentam arredondamento médio entre 0,50 a 0,60 e esfericidade média entre 0,60 a 0,70. Nestes conglomerados é mais rara a presença de fragmentos de argila, mostrando, então, uma contribuição principal de áreas fontes situadas fora da bacia (extraclásticos).

Cabe ressaltar, ainda, os seguintes fatos:

- para corpos arenosos lenticulares, situados acima dos conglomerados do Tipo 1, preenchendo, pois, os paleocanais, é comum a presença de estratificações cruzadas acanaladas;

- a existência de pequenas lentes argilosas, localmente ricas em restos vegetais, de pequena espessura (menos de 1 m) e pouca expressão lateral. Estas lentes argilosas tornam-se mais espessas e contínuas no sentido de Itaquaquecetuba para Carapicuíba. Normalmente são rompidas por estruturas de escavação e preenchimento;

- os conglomerados "clast supported" são mais freqüentes, mais espessos (até 1,5 m) e com seixos maiores na base do depósito, enquanto os níveis argilosos e as estruturas de escavação e preenchimento são mais freqüentes no topo. Portanto, na base predominam os depósitos de barras transversais e paleopavimentos, enquanto que, no topo, encontram-se com maior freqüência, as fácies de preenchimento de paleocanais;

- nas exposições da margem esquerda do Rio Tietê, os conglomerados e estratificações cruzadas de porte médio são menos freqüentes, aparecendo camadas argilosas mais espessas e contínuas. A cimentação é ferruginosa com desenvolvimento de crostas limoníticas. São encontrados ainda, nestas exposições da margem esquerda, troncos silicificados, enquanto que os incarbonizados e a presença de marcasita se restringem ao topo do depósito. Acredita-se que estas exposições representam depósitos marginais do sistema fluvial anastomosado com sedimentação sob condições de baixa energia.

Tanto as areias como os conglomerados de todos os níveis descritos acima mostram imaturidade textural (baixa seleção e angulosidade dos seixos) e mineralógica (presença de seixos de rochas graníticas, abundância em feldspatos e presença de minerais pesados instáveis como, por exemplo, a granada). É comum a ocorrência de cimento de marcassita, tanto nos arenitos como nos conglomerados. Nestas rochas, quando sujeitas a exposição, a marcassita é facilmente alterada para diferentes tipos de sulfatos (COIMBRA *et alii*, 1980 e ATENCIO *et alii*, 1982).

AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO E CLIMA

A imaturidade textural dos depósitos denota curto transporte e condições de rápida sedimentação, enquanto que a imaturidade mineralógica pode ser resposta às condições de sedimentação acima, ou ainda, oriunda

da existência de condições de aridez climática, com pouco intemperismo químico atuando na área fonte, possibilitando a preservação de materiais instáveis. Salienta-se que esta preservação de materiais instáveis pode ser produto da somatória dos dois processos.

Alguns autores têm admitido condições redutoras de sedimentação, responsáveis pela presença de troncos vegetais. Entretanto, condições redutoras implicam em águas estagnadas, paradas, sem a presença de correntes e tais condições certamente não existiram durante a gênese destes depósitos, pois a abundância das estratificações cruzadas inclusive nos níveis com troncos vem demonstrar justamente o contrário, isto é, a existência de correntes no meio deposicional.

A abundante presença de troncos é interpretada como resposta às condições de rápida sedimentação em que estes depósitos foram formados, favorecendo, então, a sua preservação. Segue-se neste trabalho, as idéias de COIMBRA *et alii* (1980) quando admitem condições redutoras na diagênese dos sedimentos, responsáveis pela marcassita como cimento.

Os autores que se dedicaram ao estudo anatômico dos troncos vegetais (SUGUIO, 1971 e SUGUIO & MUSSA, 1978) têm defendido a hipótese de condições climáticas úmidas para a gênese destes sedimentos. Entretanto, a presença dos troncos não obrigatoriamente evidencia condições regionais de clima úmido, pois os troncos podem estar relacionados apenas à existência de matas galerias, mesmo sob condições regionais de aridez, como já admitiram SUGUIO, 1980 e AB'SABER, 1980.

Segundo SUGUIO *et alii* (1971), a presença de caolinita nos aluviões antigos, em sedimentos da várzea atual do Rio Pinheiros e na Formação São Paulo, caracteriza, para estes, uma sedimentação sob condições úmidas com alta lixiviação. Contudo SUGUIO (1980) admite condições de semi-aridez para os depósitos da Bacia de São Paulo, onde a caolinita é o argilo-mineral presente. Acredita-se que a ausência de um estudo sistemático de composição de argilo-minerais da Formação Itaquaquecetuba, principalmente quanto a sua natureza detrítica ou autógena, impede a sua utilização como indicadores paleoclimáticos.

O tipo de depósito, os tipos litológicos e as estruturas presentes são taxativos para caracterizar uma sedimentação fluvial anastomosada, como já fora admitida por vários autores desde JUNQUEIRA (1969). A abundância de níveis arenosos ricos em estratificações cruzadas de médio porte onde os conglomerados são secundários, leva à conclusão de que a Formação Itaquaquecetuba, na sua área tipo, caracteriza-se, então, por condições mais distais dentro de um complexo anastomosado de sedimentação fluvial. As estratificações cruzadas de médio porte nos níveis arenosos caracterizam a existência de barras transversais.

Pode-se pois, separar a existência de dois processos de sedimentação FIGURA 3:

1 - formação de barras arenosas transversais (fácies areia com estratificação cruzada de médio porte) construídas sobre paleopavimentos detríticos (fácies de conglomerado "clast supported");

2 - escavação e preenchimento com areias apresentando estratificação cruzada acanalada, desenvolvida sobre os conglomerados de seixos de argila de base de canal.

O padrão anastomosado, apesar de típico de ambiente sob condições de aridez climática, não é exclusivo destas condições, podendo aparecer em climas úmidos, desde que os rios sejam ricos em cargas de fundo, com alto declive e descargas espasmódicas. Cabe ressaltar que a aridez climática com precipitações violentas e longos períodos de estiagem favorecem a formação de canais anastomosados (SUGUIO & BIGARELLA, 1979). Sob condições de aridez climática com cobertura vegetal pouco desenvolvida, tem-se intenso escoamento superficial, com denudação rápida do terreno e fornecimento de muitos detritos para sistemas fluviais.

O acima exposto sugere que o depósito tenha sido formado sob condições semi-áridas, onde a vegetação responsável pela presença dos troncos teve apenas caráter climático local. Tal vegetação pode ter-se desenvolvido sobre barras arenosas estabilizadas pela deposição de sedimentos mais finos. Em um período posterior de enchente, a destruição des

tas barras levou ao transporte e rápido soterramento dos troncos vege-
tais.

A polêmica referente a que condições climáticas reinaram durante a sedimentação, poderá, eventualmente, ser resolvida com a intensificação de trabalhos de natureza paleontológica, principalmente no que concerne ao estudo do conteúdo palinológico dos níveis argilosos. Tal conteúdo palinológico, pela sua própria natureza, poderá, eventualmente, caracterizar a vegetação regional e não apenas de natureza local como evidenciada pelos troncos.

DEFINIÇÃO DE UMA NOVA UNIDADE ESTRATIGRÁFICA: A FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

As características dos depósitos aqui descritos preenchem todos os requisitos necessários, definidos pelo Guia Estratigráfico Internacional (HEDBERG, editor, 1980) e pelo Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (PETRI, *et alii*, 1982), para a definição de uma nova unidade estratigráfica.

Para a denominação desta formação, julgou-se a princípio, que o nome mais adequado seria Rio Pinheiros, local onde foram inicialmente descritos estes sedimentos (raia olímpica da Cidade Universitária, JUNQUEIRA, 1969). Entretanto, esta denominação foi julgada inconveniente, pois os depósitos ali descritos já não estão mais expostos, aliado ao fato de que Pinheiros é uma denominação atribuída por ISSLER *et alii* (1964, *apud* DNPM, 1983) para um conglomerado de idade holocênica que ocorre nos "Altos do Rio Pinheiros" em Santa Catarina. O nome Rio Tietê não foi empregado, pois já existe na literatura o termo Formação Tietê, de BARBOSA & ALMEIDA (1949), que designa uma unidade sobreposta à Formação Gramadinho dos mesmos autores, ambas partes integrantes da "Série Tubarão". Embora este termo esteja atualmente em desuso, pela dificuldade de se estender a subdivisão da "Série Tubarão" de BARBOSA & ALMEIDA (*op.cit.*) para todo o Estado de São Paulo, apontada por PETRI (1964) e outros autores, é aqui descartado para se evitar confusões.

Também a denominação de "camadas cruzadas da fase Butantã" de AB'SABER (1980) é inconveniente por referir-se unicamente a uma fase na evolução geomorfológica da bacia.

Assim, restam como denominações, Carapicuíba e Itaquaquetuba. Como, no primeiro local, os portos de areia encontram-se atualmente em processo de alagamento, optou-se pela denominação Formação Itaquaquetuba, município no qual ocorrem, atualmente, as melhores exposições (FIGURA 4). Destaca-se, entretanto, que sob a área urbana mais central do município de Itaquaquetuba, ocorrem rochas do embasamento pré-cambriano e também manchas de sedimentos terciários da Formação São Paulo.

A seção-tipo desta formação é aqui substituída por uma seção integrada representativa da formação (FIGURA 3), pois, devido à rapidez com que são conduzidos os trabalhos de desmonte para a extração de areia, qualquer seção que fosse definida como tipo, certamente não será preservada. Entretanto, são incluídas várias fotos representativas do depósito.

IDADE E CORRELAÇÕES

A grande quantidade de troncos fósseis incarbonizados-linhitos xilóides segundo TOLENTINO (1965) - presentes nos sedimentos, possibilitou a datação da Formação Itaquaquetuba.

BIGARELLA (1971), analisando pelo método do radiocarbono, uma amostra proveniente da Cidade Universitária (Butantã), obteve idade maior que 40.000 anos (análise SI-430 efetuada no Smithsonian Institution-EUA, TABELA 1), não se conhecendo entretanto sua idade absoluta.

Novas determinações foram divulgadas por SUGUIO (1971), resultantes de análises efetuadas também pelo método de radiocarbono no Illinois State Geological Survey - ISGS (EUA) e University of Tokyo TK (Japão). Este autor obteve idades situadas no limite superior de aplicabilidade do método (~ 50.000 anos) (TABELA 1). Nestas duas instituições, foi possível apenas a determinação da idade mínima destes materiais. Entretanto, segundo SUGUIO (*op.cit.*) "os técnicos do ISGS acreditam que a

idade máxima não seria superior a 50.000 anos, bastando para comprovar esta hipótese trabalhar com maior quantidade de amostra".

Com base nas datações de SUGUIO (*op.cit.*) e na sua própria determinação (BIGARELLA, *op.cit.*), BIGARELLA (1975) posiciona estes troncos no período de 40.000 a 50.000 anos. Apesar das idades obtidas pelos dois autores serem um tanto discrepantes, pelo maior número de análises e pelas considerações expostas, dar-se-á aqui preferência à hipótese de SUGUIO (1971), ou seja, de que estes troncos são pouco mais velhos que 50.000 anos, até que novos estudos confirmem ou, eventualmente, alterem estes valores.

Estas idades possibilitaram a correlação dos sedimentos da Formação Itaquaquetuba com o período glacial Wisconsin (EUA) BIGARELLA, 1971 e 1975) ou Wisconsin (EUA) e Würm (Europa) (SUGUIO, 1971 e MELO & PONÇANO 1983). Para BIGARELLA (1971), "estes depósitos, talvez, se relacionem com os baixos terraços de cascalheiros referidos como Tc por BIGARELLA e MOUSINHO (1965)". MELO & PONÇANO (*op.cit.*), estabeleceram ainda, de forma tentativa, a correlação essencialmente geomorfológica do que denominaram "aluviões antigos dos rios Tietê e Pinheiros" (= Formação Itaquaquetuba) com outros depósitos cenozóicos do Estado de São Paulo, conforme a TABELA 2.

TECTÔNICA

Menções sobre a existência de uma atividade tectônica sin-sedimentar à Formação Itaquaquetuba já haviam sido feitas por SUGUIO & TAKAHASHI (1970), SUGUIO *et alii* (1971), e SUGUIO (1971), de modo a explicar certas características dos sedimentos. SUGUIO (1980) conclui inclusive pela existência de uma subsidência tectônica, pelo menos contemporânea à sedimentação, com base na comparação das cotas da Soleira de Barueri com as cotas de base dos aluviões depositados a montante.

A Soleira de Barueri atuante durante a sedimentação da Formação São Paulo (HASUI e CARNEIRO, 1980), teria sido reativada no Pleistoceno Superior, condicionando a deposição da Formação Itaquaquetuba que vem preencher os paleovales a montante.

Em excursões didáticas, realizadas nos últimos anos pelo primeiro autor do presente trabalho, foram localizados pequenos falhamentos normais, que colocaram, lado a lado, blocos de rochas do embasamento com a Formação Itaquaquetuba, nas exposições dos portos de areia da cidade homônima. Entretanto, mais recentemente verificou-se a continuidade destas estruturas até o topo das exposições da Formação Itaquaquetuba (FIGURAS 2c e 2f).

No porto de areia da cidade de Itaquaquetuba, ocorrem, na sua porção baixa central (FIGURA 4) exposições de rocha do embasamento, heterogênea, bandada, com faixas decimétricas e métricas gnáissicas porfiroblásticas, granitóides e cataclásticas. Este local situa-se nas vizinhanças (pouco a norte) do Falhamento do Alto da Fartura, pelo mapa da EMPLASA (COUTINHO, 1980), ou de Taxaquara, segundo o mapa do IPT (BISTRICHI *et alii*, 1981).

Os falhamentos observados são praticamente todos de caráter normal, com superfícies orientadas segundo N70-80E e mergulhos para NW maiores que 65° e até subverticais, atitudes estas coincidentes com a foliação do embasamento vizinho. Como feições de campo, indicativas destas estruturas, são observados deslocamentos de camadas, contatos lado a lado entre sedimentos e rochas do embasamento através de superfícies persistentes, e até "seixos" de argila truncados (FIGURA 2d). São Falhas com planos bem definidos, ocorrendo, eventualmente, uma película argilosa milimétrica ao longo dos mesmos, nos casos em que truncam camadas argilosas. Apresentam rejeitos verticais de dimensões decimétricas até mais de 5 m (FIGURAS 2c e 2f). Ocorrem sob a forma de planos paralelos separados por distâncias até métricas. Podem ser mapeadas em toda a extensão do porto de areia. Não foram observadas estrias nos planos de falha.

Em alguns casos, rumo ao topo do pacote sedimentar e próximo à superfície, observa-se tendência a desmembramento dos planos, sob a forma de feixes de planos de falha (FIGURA 2d), ocorrendo inclusive alguns planos com caimento para sudeste. Esta situação vem demonstrar dissim

pação do esforço sob condições de menor carga, ou seja, o falhamento aparentemente truncou, originalmente, toda a sequência. Ocorrem também, de forma localizada, falhas de pequeno rejeito, com mergulhos para su- deste, antitéticas em relação às falhas principais. Entretanto, todas estas estruturas mantêm a mesma direção.

A continuidade destas falhas normais, aliada à coincidência estrutural das mesmas com a foliação do embasamento, foliação esta por vezes nitidamente cataclástica, indica serem as primeiras produtos de reativação tectônica de falhas transcorrentes por mecanismos essencialmente tracionais. Num estágio anterior, estes mecanismos que foram comuns na porção leste do Estado de São Paulo, foram responsáveis pela geração das bacias tafrogênicas no início do Terciário (MELO *et alii*, 1983).

Por outro lado, o fato destas falhas truncarem todo o pacote (até cerca de 50m) de sedimentos da Formação Itaquaquetuba ali exposto, indica que são pós-sedimentares em relação a esta. A ausência de exposições favoráveis não permitiu a verificação da relação destas falhas com os sedimentos da várzea atual do Rio Tietê.

A relação entre os falhamentos aqui descritos e aqueles que afetam os sedimentos terciários não pôde ser estabelecida na área de Itaquaquetuba, pois ali não estão expostas situações de contato entre os sedimentos da Formação São Paulo e a Formação Itaquaquetuba, mais jovem. Entretanto, em princípio, não se pode descartar a hipótese de que alguns falhamentos normais que truncam a Formação São Paulo tenham sido reativados, afetando os sedimentos da Formação Itaquaquetuba em outras partes de sua área de ocorrência.

Situações sugestivas de atividade tectônica sin-sedimentar à Formação Itaquaquetuba são observadas, como brechas basais (sobre o embasamento e na base dos sedimentos) polimíticas com blocos de dimensões até decimétricas (granitídeos, gnaisses, quartzo, quartzito, milonitos, e argila). Cunhas clásticas junto às falhas, também foram verificadas, constituindo-se em evidências inequívocas de atividade tectônica sin-sedimentar.

Basculamentos de blocos também foram verificados (FIGURA 2c), pois observam-se, lado a lado, sedimentos arenosos conglomeráticos com níveis de conglomerado, em posição aproximadamente horizontal, em contato com sedimentos arenosos com numerosas intercalações milimétricas de material argiloso (pelo menos em parte orgânico), basculados em cerca de 50°. Esta situação é sugestiva de basculamento sintectônico, pois o ângulo de repouso deste sedimento basculado não poderia ter sido outro senão próximo a horizontalidade.

As situações descritas são portanto, conclusivas para se admitir a hipótese de uma tectônica sin- e pós-sedimentar à Formação Itaquaquetuba, representada pelos basculamentos e falhamentos normais aqui descritos.

Uma vez que estas estruturas truncam todo o pacote sedimentar, que por sua vez contém os troncos incarbonizados datados do Pleistoceno Superior, tem-se que a idade destas falhas normais é mais jovem que pouco mais de 50.000 anos, caracterizando a manifestação tectônica mais recente na área da Grande São Paulo.

CONCLUSÕES

Neste trabalho caracteriza-se uma nova unidade estratigráfica do Quaternário Paulista, a Formação Itaquaquetuba, que embora esteja presente na área geográfica de ocorrência dos sedimentos da Bacia de São Paulo (Formação São Paulo), dela é distinta, como o é também dos sedimentos mais jovens sobrejacentes (aluviões atuais).

Esta formação apresenta idade pouco mais antiga que 50.000 anos, obtida pela datação radiométrica de troncos fósseis incarbonizados, presentes na mesma.

A existência de falhamentos normais truncando toda a espessura exposta da formação na área de Itaquaquetuba, indica que estas estruturas são pós-sedimentares, portanto mais jovens que pouco mais de 50.000 anos, constituindo-se no registro mais novo de tectonismo no Quaternário do Estado de São Paulo.

AGRADECIMENTOS

São devidos aos colegas Lauro Kazumi Dehira, Professor Setembrino Petri, Antonio Gonçalves Pires Neto, Mauricio Olivieri de Lima, Carlos Alberto Bistrichi e Edson Eyji Sano, pela colaboração em diferentes etapas deste trabalho e à ITAQUAREIA, por ter facilitado o acesso aos seus pontos de areia.

POST SCRIPTUM

Após a elaboração deste trabalho, os autores em companhia do geólogo Lauro K. Dehira, tiveram a oportunidade de visitar novas exposições na área de Itaquaquecetuba, onde constataram a presença de um sistema de falhamentos normais orientado aproximadamente segundo N20W, com mergulhos em geral superiores a 65° sistemáticos para NE. Constituem-se de planos bastante persistentes, por vezes isolados, ou em conjuntos com até mais de 10 planos por metro linear. Estas estruturas afetam as rochas do embasamento pré-cambriano e, em um único local onde foi possível a observação dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba sobrepostos, pôde ser observada que uma destas falhas aparentemente condiciona uma cunha clástica nos sedimentos, sugerindo atividade tectônica sin-sedimentar à formação.

Os rejeitos individuais ao longo de cada plano de falha são decimétricos. Entretanto, desconhecemos até o momento qual a importância do rejeito total destes conjuntos de estruturas se considerarmos a somatória dos rejeitos individuais. Assim, não se pode descartar que a atividade destas falhas de direção NNW, em associação com aquelas de direção ENE já descritas, tenha sido responsável pela grande espessura dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba na área.

Esta associação de falhas poderá também, eventualmente, elucidar a questão da evolução do alto que separa as bacias de São Paulo e Taubaté.

As novas observações que serão realizadas no local poderão esclarecer estes pontos ainda em aberto.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A.N. - 1980 - Súmula Geomorfológica da Região de São Paulo. In: Mesa Redonda sobre Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo. São Paulo, 1980. Anais. São Paulo. ABGE/SBG, pp. 33-36, (Publicação Especial, 3).
- ATENCIO, D.; COIMBRA, A.M.; BRANDT NETO, M. - 1982 - Mineralogia de ocorrências brasileiras de sulfatos secundários: considerações genéticas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 32º Salvador. Anais. Salvador, SBG, 1982, 2: 660-668.
- BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M. - 1949 - A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê. Estado de São Paulo. Notas Preliminares e Estudos. Rio de Janeiro. DGM/DNPM, 48, p.16.
- BIGARELLA, J.J. - 1971 - Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do carbono 14. Bol. Inst. Geogr. e Geol., São Paulo, 1: 1-22, (Série Paleoclimas).
- BIGARELLA, J.J. - 1975 - Topics for Discussions. Bol. Paran. de Geocien. Curitiba, 33: 171-276.
- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L.; PONÇANO, W.L., CAMPANHIA, G.A.C.; NAGATA, N.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; CREMONINI, O.A. - 1981 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. São Paulo. IPT. 2f.
- COIMBRA, A.M.; ATENCIO, D.; BRANDT NETO, M. - 1980 - Sulfatos secundários associados às aluviões antigas do Rio Tietê (Itaquaquecetuba-SP). In: Congresso Brasileiro de Geologia 31º. Camboriú. Anais. Camboriú. SBG. 1980. 4: 1970-1981.
- COUTINHO, J.M.V. - 1980 - Mapa Geológico da Grande São Paulo, 1:100.000.

São Paulo, EMLASA. 2f.

- HASUI, Y & CARNEIRO, C.D.R. - 1980 - Origem e Evolução da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: Mesa Redonda sobre Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo. São Paulo. 1980. Anais. São Paulo, ABGE/SBG, pp. 5-13. (Publicação Especial, 3).
- HEDBERG, H.D. (editor) - 1980 - Guia Estratigráfico Internacional - Editorial Reverté S.A. Espanha. 205 pp.
- DNPM - 1983 - Léxico Estratigráfico Brasileiro. MME/DNPM. Brasília. 2v. (preliminar).
- JUNQUEIRA, C.B. - 1969 - Camadas cruzadas de areia, gravas e cascalhos fluviais do Vale do Pinheiros ("Campus" da Cidade Universitária). Geomorfologia, São Paulo. 10: 7-9.
- MELO, M.S. & PONÇANO, W. L. - 1983 - Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo. São Paulo, DMGA. 140 p. (IPT, Relatório 16 869).
- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; CAMPANHA, G.A.C.; MIOTO, J.A.; ALMEIDA, F.F. M.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; GIMENEZ, A.F. - 1983 - Estudos 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. 1l. (IPT, Relatório 17 737).
- PETRI, S. - 1964 - Grupo Tubarão. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, 41: 56-63.
- PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA y OJEDA, H.A.; FÚLFARO, V. J.; PONÇANO, W.L. - 1982 - Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. SBG/Núcleo São Paulo. São Paulo. 55 pp.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1983 - Geologia do Brasil (Fanerozóico). T. A. Queiroz. Ed. da Universidade de São Paulo. 631 pp.
- SUGUIO, K. - 1971 - Estudo dos troncos de árvores "linhitificados" dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo), significado geocronológico e possivelmente paleoclimático. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25º. São Paulo. Anais. São Paulo. SBG, 1971. 1: 63-65.
- SUGUIO, K. - 1980 - Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da Bacia de São Paulo. In: Mesa Redonda sobre Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, São Paulo. 1980. Anais. São Paulo, ABGE/SBG, pp. 25-32 (Publicação Especial, 3).
- SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.J. - 1970 - Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, SP. An. Acad. Bras. Ci., Rio de Janeiro, 42(3): 555-570.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R. RAMPAZZO, L. - 1971 - Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo) e seu significado na interpretação do ambiente deposicional. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25º. São Paulo. Anais. São Paulo, SBG, 1971. 2: 219-226.
- SUGUIO, K & MUSSA, D. - 1978 - Madeiras fósseis dos aluviões antigos do Rio Tietê, SP. Bol. Inst. Geoc., São Paulo, Instituto Geociências. USF 9: 25-45
- SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. - 1979 - Ambiente fluvial. Ed. Univ. Fed. Paraná, Assoc. Defesa e Educ. Ambiental, Curitiba. 183 pp.
- TOLENTINO, M - 1965 - Algumas considerações sobre um carvão da Bacia de São Paulo. Publ. Esc. Eng. S. Carlos, USP. 135: 29-33. (Geol. 13).

TABELA 1 - DETERMINAÇÕES DE IDADE DOS TRONCOS INCARBONIZADOS PELO MÉTODO DO RADIOCARBONO.

| AMOSTRAS | IDADES (anos) | REFERÊNCIAS |
|----------|---------------|------------------|
| SI-430 | > 40.000 | BIGARELLA (1971) |
| ISGS-43 | > 44.600 | SUGUIO (1971) |
| ISGS-34 | > 43.500 | SUGUIO (1971) |
| TK-91 | > 43.300 | SUGUIO (1971) |
| TK-92 | > 43.500 | SUGUIO (1971) |

TABELA 2 - CORRELAÇÕES DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA COM OUTRAS UNIDADES DO CENOZÓICO PAULISTA (BASEADO EM MELO & PONÇANO, 1983).

| PROVÍNCIAS GEOMORFOLÓGICAS | UNIDADES CORRELATIVAS | FASE E CLIMA |
|----------------------------|---|--|
| Plataforma Continental | Depósitos de cascalhos biotriticos na borda da plataforma | WISCONSIN (EUA) ou WÜRM (EUROPA) clima semi-árido |
| Província Costeira | Linhas de seixos e cascalhos em baixo terraço. Depósitos rudáceos em cones no sopé da Serra do Mar. | |
| Planalto Atlântico | Depósitos rudáceos em cones do maciço do Passa Quatro e Serra da Mantiqueira. Linhas de seixos e baixos terraços com cascalhos e solos policíclicos podzolizados de Campos do Jordão. Formação Itaquaquetuba. | |
| Depressão Periférica | Depósitos em cones no sopé da escarpa de cuesta. Linhas de seixos e baixo terraço com cascalhos. | |
| Cuestas Basálticas | Linhas de seixos e baixo terraço. | |

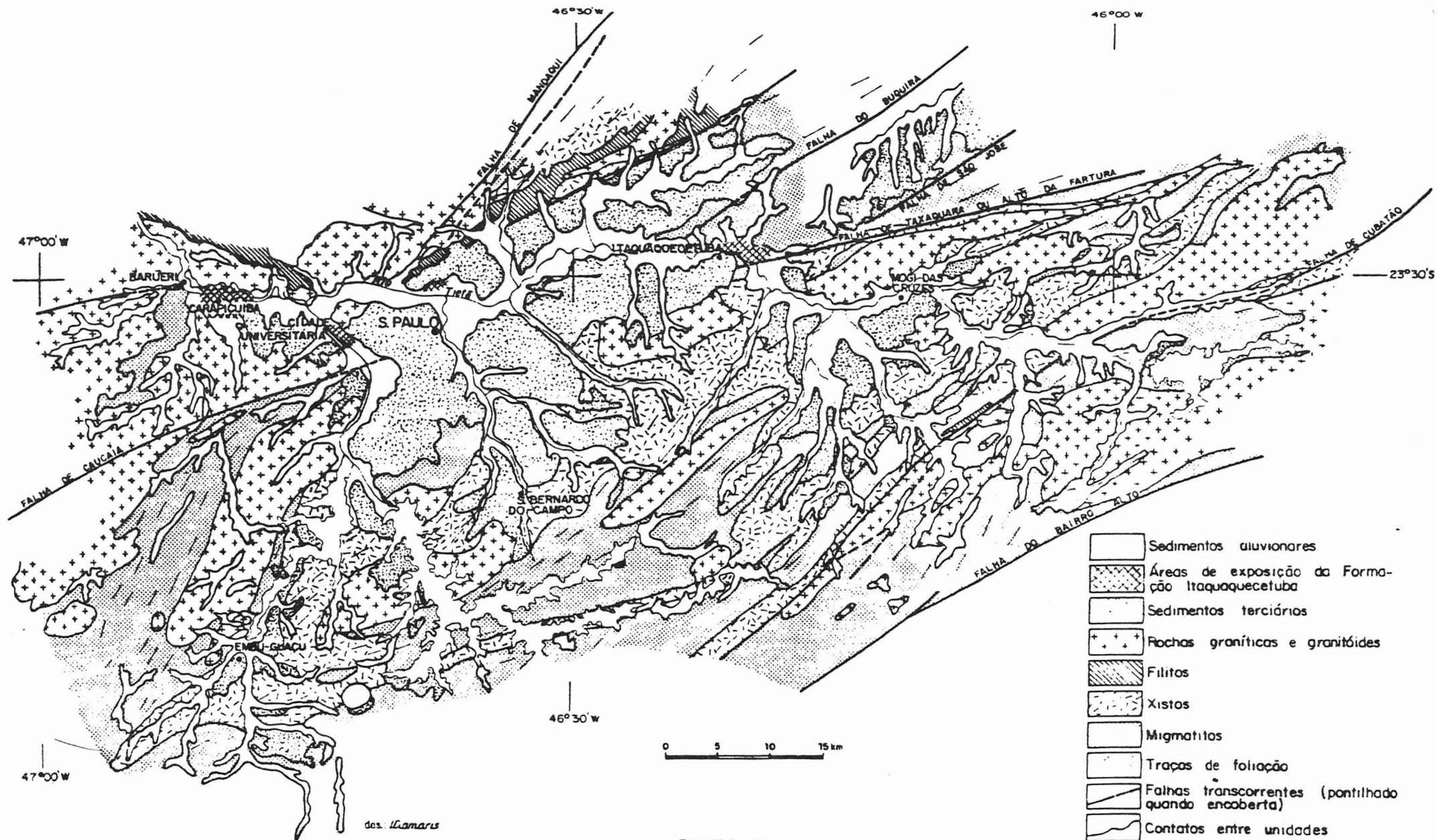
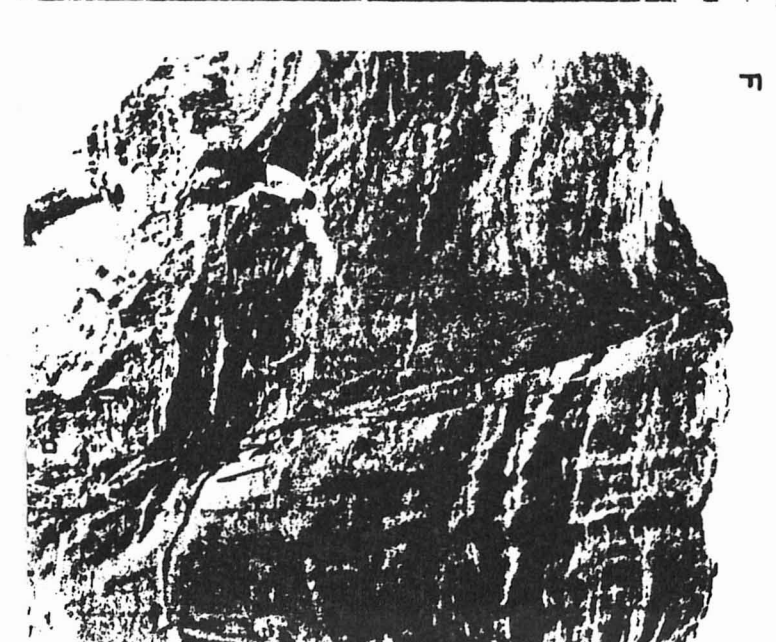
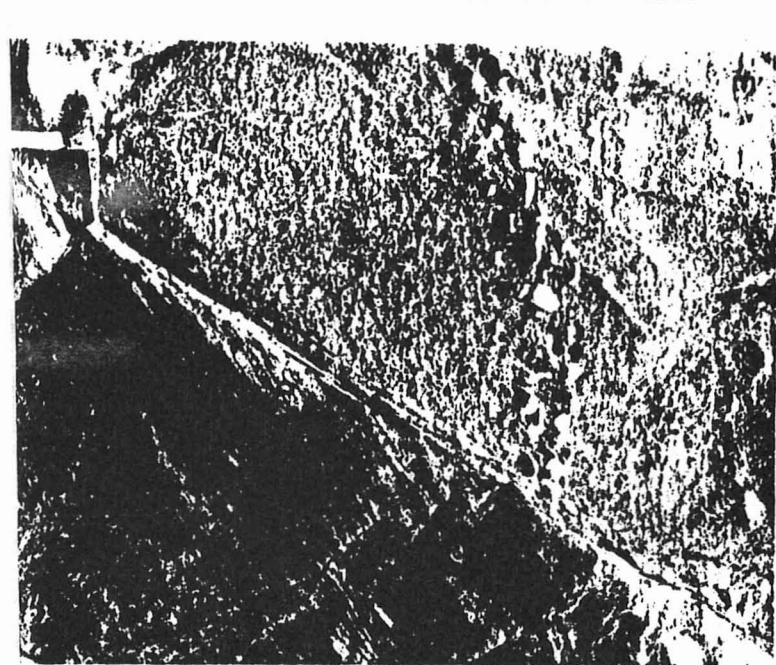
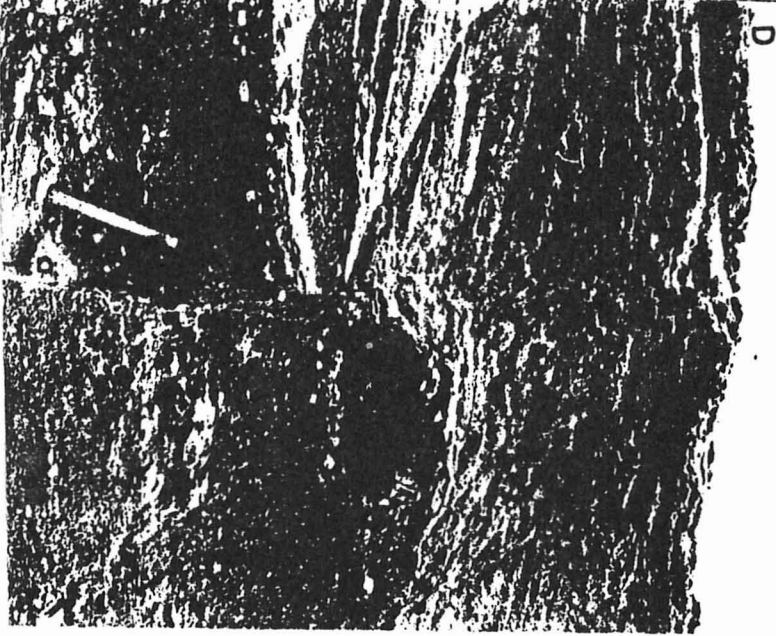


FIGURA 01
 MAPA GEOLÓGICO REGIONAL COM AS ÁREAS DE EXPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA
 (modificado de Bistrichi et alii, 1981)



EXPLANAÇÃO DA FIGURA 2

- 2A** Observa-se banco de arenito com estratificação cruzada (a), truncado por paleocanal preenchido por conglomerado com seixos de argila na base (b) e, mais acima, troncos incarbonizados (c).
- 2B** Nível de conglomerado "clast supported" (paleopavimento detrítico).
- 2C** Falhas normais (a e b) cortando todo o pacote de sedimentos da Formação Itaquaquacetuba. Observar o contato entre rochas do embasamento pré-cambriano (c) e os sedimentos (d) com rejeito superior a 5 metros.
- 2D** Falha normal truncando sedimentos da Formação Itaquaquacetuba. Observar seixo de argila truncado (a e a'). Rumo ao topo do pacote sedimentar ocorre desmembramento do plano de falha, que passa a constituir um feixe de planos de falhas (b).
- 2E** Falha normal e sedimentos basculados da Formação Itaquaquacetuba. O bloco basculado (a) contém níveis milimétricos de material argiloso orgânico (linhas escuras).
- 2F** Detalhe da foto 2C, onde é bem visível o contato por falha entre rochas pré-cambrianas (a) e sedimentos da Formação Itaquaquacetuba (b).

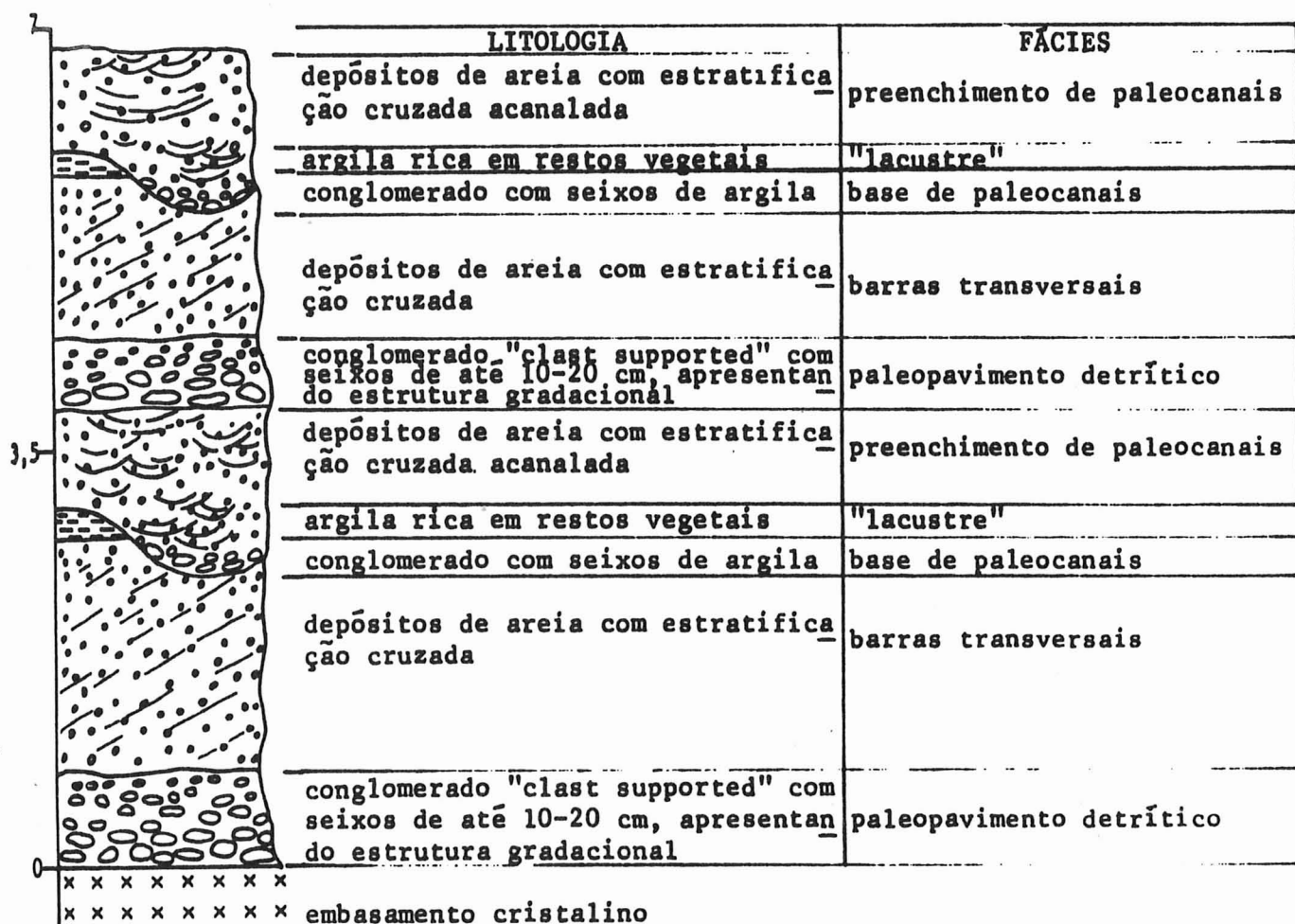


FIGURA 3 - SEQUÊNCIA VERTICAL INTEGRADA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

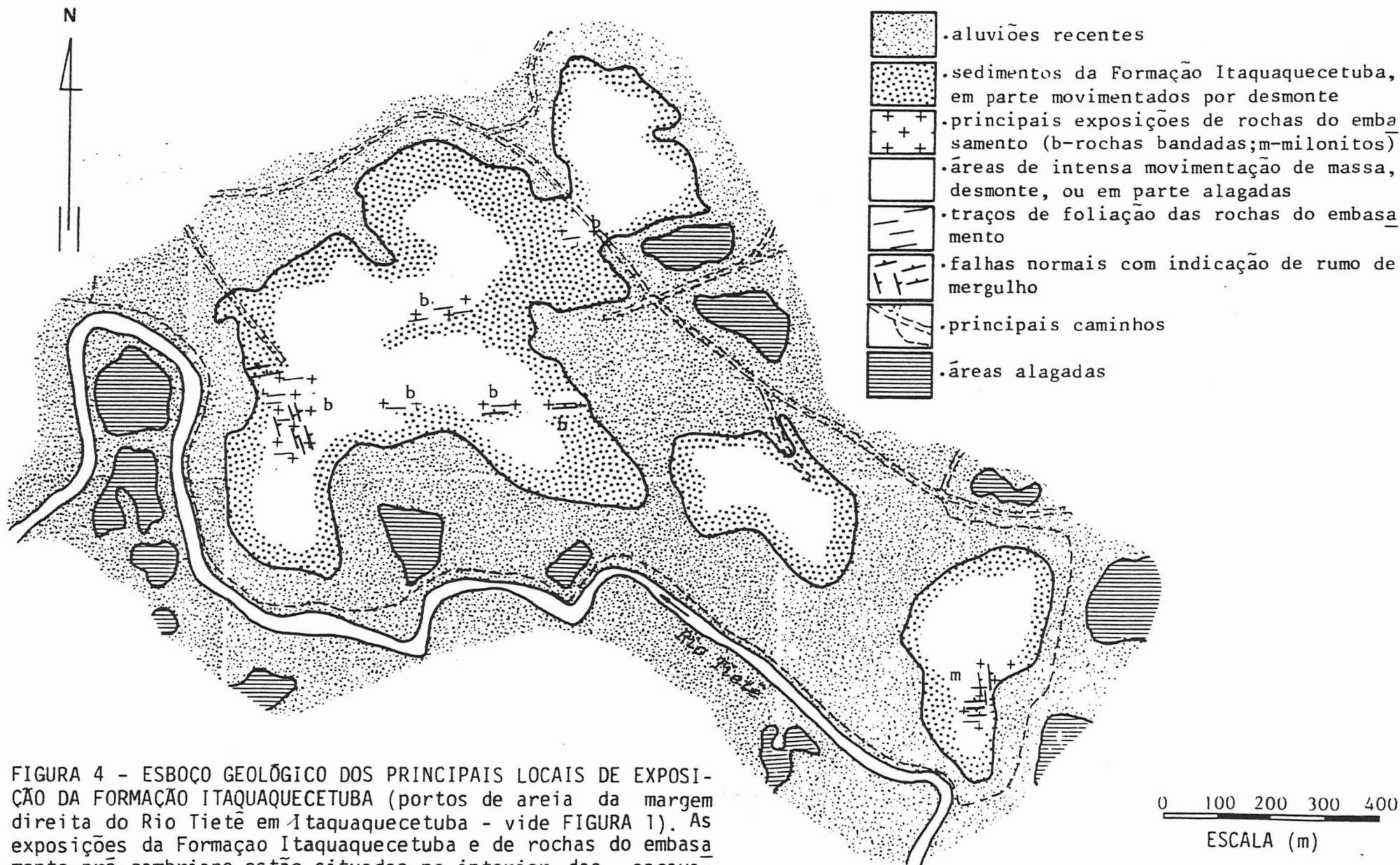


FIGURA 4 - ESBOÇO GEOLÓGICO DOS PRINCIPAIS LOCAIS DE EXPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA (portos de areia da margem direita do Rio Tietê em Itaquaquetuba - vide FIGURA 1). As exposições da Formação Itaquaquetuba e de rochas do embasamento pré-cambriano estão situadas no interior das escavações dos portos de areia, abaixo dos aluviões atuais.

MAPA BASE: EMPLASA (1981) - escala 1:10.000

996