

Provável Significado Geológico de Idades LOE (Luminescência
Opticamente Estimulada) da Formação Itaquaquetuba, SP
*Probable Geological Significance of the OSL (Optically Stimulated Luminescence)
Ages of the Itaquaquetuba Formation, SP*

Kenitiro Suguio^{1,2} (kenitirosuguio@hotmail.com), Claudio Riccomini¹ (riccomin@usp.br),
Alethéa Ernandes Martins Sallun³ (alethea@igeologico.sp.gov.br),

William Sallun Filho³ (wsallun@igeologico.sp.gov.br), Pedro Aronchi Neto¹

¹Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental - Instituto de Geociências - USP
R. do Lago 562, CEP 05508-080, São Paulo, SP, BR

²Centro de Pós-graduação Pesquisa e Extensão - UnG, Guarulhos, SP, BR

³Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, BR

Recebido em 23 de abril de 2010; aceito em 02 de junho de 2010

RESUMO

A Formação Itaquaquetuba pode ser considerada como relativamente bem conhecida sob o ponto de vista paleontológico. O seu rico conteúdo fóssilífero, representado por macrorrestos (troncos, sementes e folhas de árvores) e microrrestos (palinórfos) vegetais, foi estudado com bom nível de detalhe e permitiu que diferentes autores sugerissem sua provável idade e as condições do sítio deposicional em termos de paleoclima e paleoambiente, embora ainda restem grandes controvérsias sobre estes temas. No atual estágio de conhecimento, são admitidas idades do Paleógeno (Eoceno Superior a Oligoceno Inferior) ou do Neógeno (Mioceno). Entretanto, recentes datações por LOE (Luminescência Opticamente Estimulada) das areias amostradas na cava da Itaquareia, em Itaquaquetuba, SP, fornecem idades deposicionais variáveis de 47.000 ± 6.000 a 89.000 ± 12.000 anos. Essas idades correspondem ao Pleistoceno (Quaternário) e são correlacionáveis ao tempo da glaciação Wisconsiniana da América do Norte. Em função desses novos dados e considerando-se alguns aspectos estratigráficos praticamente ignorados até o momento, grande parte da Formação Itaquaquetuba, aflorante em Itaquareia, é aqui interpretada como depósito de paleocanal fluvial do Quaternário.

Palavras-chave: Quaternário; Paleógeno; Formação Itaquaquetuba; Bacia de São Paulo; Datação por LOE; Depósitos fluviais.

ABSTRACT

The Itaquaquetuba Formation can be considered as relatively well-known from a paleontological viewpoint. Its fossil content, which is very rich and represented by plants (tree trunks, seeds and leaves) and palynomorphs, has been studied in detail, allowing several authors to suggest different ages and depositional conditions for this unit in terms of paleoclimate and paleoenvironment. At the present state of knowledge, the age assumed of this formation is Paleogene (upper Eocene to lower Oligocene) or Neogene (Miocene), although controversies still remain about the depositional paleoclimate and paleoenvironment. More recently, OSL (Optically Stimulated Luminescence) depositional ages between $47,000 \pm 6,000$ and $89,000 \pm 12,000$ years were obtained from samples of sands from the Itaquareia sand pit located in the city of Itaquaquetuba (São Paulo state). These ages correspond to the Pleistocene (Quaternary) and are correlatable with the time of the Wisconsin Glaciation in North America. Considering these new data and some stratigraphic aspects which were unknown before this study, great part of the Itaquaquetuba Formation, which outcrops in the Itaquareia sand pit, is here interpreted as a Quaternary fluvial channel deposit.

Keywords: Quaternary; Paleogene; Itaquaquetuba Formation; São Paulo basin; OSL age; Fluvial deposits.

INTRODUÇÃO

A descoberta e a subsequente exploração comercial das areias e cascalhos dos “Aluviões Antigos dos Rios Pinheiros e Tietê” (Suguio e Takahashi, 1970), atualmente designados de Formação Itaquaquecetuba (Coimbra, Riccomini, Melo, 1983), tiveram início provavelmente na mesma época em que foram implantadas as olarias para fabricação da cerâmica vermelha (tijolos e telhas), que usaram como matéria-prima as argilas das planícies de inundação daqueles rios, para atender ao grande aumento da demanda de material de construção civil. Esta necessidade teria surgido do enorme progresso econômico gerado no Estado de São Paulo pela cafeicultura dos primórdios do século XX, quando a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) passou por formidável expansão urbana. As primeiras extrações de areia e cascalho foram desenvolvidas nas áreas dos atuais municípios de Carapicuíba e Osasco, onde deixaram passivos ambientais representados por grandes escavações e pilhas de rejeitos, que certamente propiciaram processos de erosão e sedimentação acelerados, além de inundações.

Certamente a primeira referência científica a um material proveniente da Formação Itaquaquecetuba deve ser atribuída a Tolentino (1965), que denominou de linhito xiloide aos fósseis de madeira carbonizada encontrados no meio de sedimentos clásticos grossos. A seguir, essas areias e cascalhos associados com conspícuas estratificações cruzadas foram descritos por Junqueira (1969), quando foram revelados pela escavação para construção da raia olímpica de remo na margem esquerda do Rio Pinheiros, situada no campus da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) da Universidade de São Paulo (USP), no bairro de Butantã (São Paulo, SP). Entre 1970 e 1971, Suguio e colaboradores (Suguio e Takahashi, 1970; Suguio et al., 1971; Suguio, 1971) realizaram estudos sedimentológicos, além da identificação genérica preliminar das madeiras carbonizadas.

Suguio e Mussa (1978) executaram descrição sistemática de várias lignoespécies provenientes de uma cava de extração de areia e cascalho para material de construção civil da empresa Itaquareia em Itaquaquecetuba, SP. Esta ocorrência situa-se na margem do Rio Tietê, mas pelas naturezas dos sedimentos, estruturas sedimentares e graus de diagênese e dos restos vegetais (madeiras fósseis) é correlacionável a do CUASO-USP. Posteriormente, Coimbra, Riccomini e Melo (1983) propuseram a unidade litoestratigráfica denominada Formação Itaquaquecetuba para designar esses depósitos, cuja seção-tipo seria representada pela sequência exposta na cava de Itaquareia, em Itaquaquecetuba, SP, que representa a localidade-tipo (Figura 1).

Com o enchimento com água e conseqüente dificuldade de acesso à sequência sedimentar antes exposta na raia

olímpica de remo da CUASO-USP e também pela contínua expansão da área ocupada pela cava da Itaquareia, praticamente todas as pesquisas subsequentes limitaram-se ao município de Itaquaquecetuba. Fittipaldi et al. (1989) e Fittipaldi (1990 e 2002) estudaram folhas e frutos fósseis coletados na cava de Itaquareia e Arai (1986) realizou um estudo petrográfico convencional de tronco carbonizado com utilização de luz refletida e fluorescência. Zanão, Castro e Saad (2006) executaram um estudo faciológico na Formação Itaquaquecetuba. Entre os estudos paleopalínológicos mais alentados podem ser mencionados os de Yamamoto (1996) e Bento-dos-Santos (2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

Na seção-tipo da Formação Itaquaquecetuba, situada na cava ITAQUAREIA, Indústria Extrativa de Minérios Ltda (porto matriz), foram coletadas 2 amostras para datação pelo método Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE), com 2 (IT-1: 46°19'55"W/23°28'22,8"S) e 35 m (IT-2: 46°19'59,3"W/23°28'23,6"S) de profundidade em relação ao topo da cava, conforme Figura 2.

Antes das amostragens as superfícies foram submetidas à limpeza de eventuais materiais caídos de níveis superiores. As coletas foram feitas em tubos opacos de PVC a aproximadamente 2 m e 35 m da superfície local do terreno, para as amostras IT-1 e IT-2, respectivamente. Os tubos de PVC foram introduzidos aproximadamente na horizontal até cerca de 0,30 m de profundidade por percussão com marreta. Logo após a extração, os tubos foram fechados para evitar a entrada de radiação solar e enviados imediatamente ao laboratório, para evitar o mínimo de perda de umidade natural.

As datações pelo método LOE foram executadas no “Automated Systems, Model 1100-series Daybreak Nuclear Instruments Inc.”, pertencente ao LVD (Laboratório de Vidros e Datação) da FATEC-SP (Faculdade de Tecnologia de São Paulo). A taxa de aquecimento utilizada foi de 10°C/s. e a DA (Dose Anual) foi obtida com o equipamento “Canberra Inspector Portable Spectroscopy Workstation (NaI-Tl)”.

Os sedimentos das extremidades dos tubos foram descartados e das porções centrais, separados por peneiramento das frações com diâmetros entre 88 - 180 µm, foram tratadas com HF (ácido fluorídrico) e HCl (ácido clorídrico) concentrados para remoção de matéria orgânica, carbonatos e hidróxidos de ferro, segundo Mejdahl (1979), mediante a dissolução da porção superficial, que contribui para a redução das doses de partículas α recebidas.

Os minerais pesados e os feldspatos, eventualmente existentes nas amostras, foram eliminados por tratamento com $3\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 9\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (politungstato de sódio ou

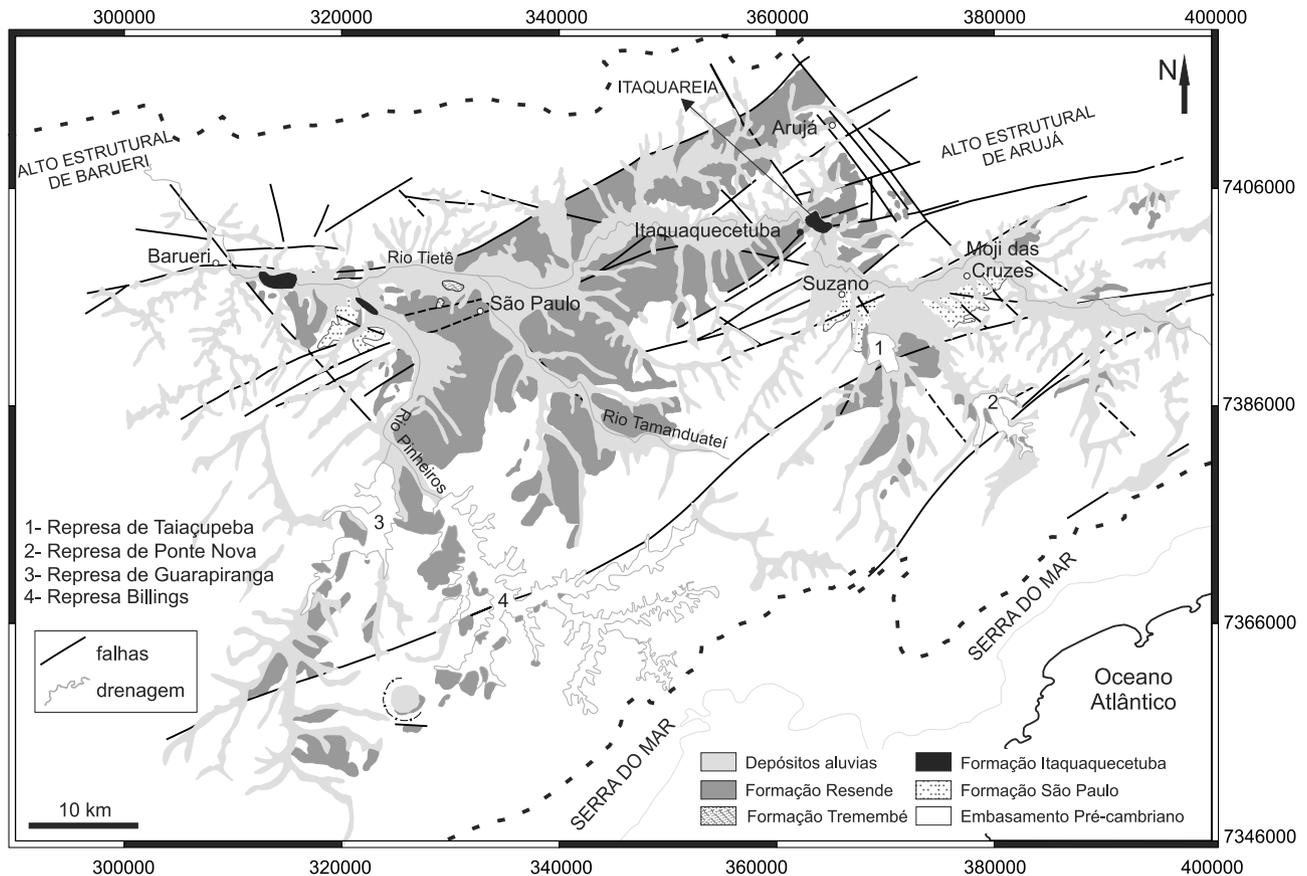


Figura 1. Mapa geológico da Bacia de São Paulo na porção central do RCSB (Continental Rift Continental do Sudeste do Brasil) (segundo Riccomini, Coimbra, Takiya, 1992; Riccomini, Sant'Anna, Ferrari, 2004; modificado).

SPT em inglês). A seguir as amostras foram separadas em aproximadamente seis alíquotas, que foram expostas à radiação solar por cerca de 16 horas para obtenção da luminescência natural. Subsequentemente, cerca de 40 mg de grãos foram enviados para o IPEN-CNEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Comissão Nacional de Energia Nuclear) para serem submetidos a doses conhecidas de radiações ionizantes de ^{60}Co (cobalto-60).

As idades das amostras foram calculadas a partir de P (paleodose = energia total absorvida pelos cristais de quartzo por incidência de radiações ionizantes) em Gy (gray = dose absorvida em J/kg), e das DA (doses anuais) de radiações- γ (DA_{γ}), partículas- β (DA_{β}) e raios cósmicos ($DA_{\text{r.c.}}$) em Gy/ano. As doses anuais foram calculadas a partir da determinação dos teores de $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$, ^{232}Th em ppm (partes por milhão), e de ^{40}K em porcentagem, por espectroscopia- γ da amostra natural sem nenhum tratamento. Os valores de DA (razão de dose anual) foram avaliados pelo uso dos conteúdos de radioisótopos e pela equação de Bell (Aitken, 1998) e as contribuições devi-

das aos raios cósmicos foram calculadas segundo Prescott e Stephan (1982) para cada localidade, com cerca de 10% de incerteza.

Com esses resultados foi delineada a “curva de calibração” para cada amostra, que representa a resposta da luminescência do material às doses de radiações (Li e Wintle, 1992). Para os cálculos das idades foram obtidos os valores de DA e de P, através do método da regeneração total, pela intersecção da curva de calibração com a linha que representa a luminescência natural.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os sinais de LOE das amostras analisadas apresentaram curvas de decaimento que cresceram proporcionalmente com as doses, portanto, as idades obtidas devem ser consideradas confiáveis (Figure 3).

Quando comparados aos teores de elementos radioativos (^{232}Th , $^{235}\text{U} + ^{238}\text{U}$ e ^{40}K) dos depósitos aluviais e coluviais do Alogruppo Alto Rio Paraná dos estados de São



Figura 2. Sítios de amostragem de areias grossas com estratificação cruzada para datação pelo método LOE, na cava ITA-QUAREIA, Indústria Extrativa de Minérios Ltda (porto matriz), em Itaquaquecetuba (SP). **(A)** IT-01; **(B)** IT-02.

Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, por exemplo, estudados por Sallun e Suguio (2007), as areias da Formação Itaquaquecetuba caracterizam-se por teores muito mais altos desses elementos (Tabela 1).

As idades quaternárias do Pleistoceno tardio, fornecidas por datações pelo método LOE de areias da Formação Itaquaquecetuba, não são nada surpreendentes. A idade mínima de 40 mil anos A.P. (antes do presente) pelo mé-

todo do radiocarbono já era sugestiva de que a sua idade estava além do alcance máximo do método convencional, mas ainda poderia situar-se relativamente próxima a este limite. Somam-se a este fato o grau de diagênese muito incipiente dos sedimentos clásticos associados e as profundidades relativamente rasas, comumente de apenas poucos metros, de ocorrência da madeira carbonizada semelhante à submetida para datação.

Tabela 1. Código das amostras, isótopos naturais, dose anual (DA), paleodoses (P) e idades (anos A.P.) obtidas por LOE em amostras da Formação Itaquaquecetuba.

Amostra	$^{235}\text{U} + ^{238}\text{U}$ (ppm)	^{232}Th (ppm)	^{40}K (%)	DA ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	P-LOE (Gy)	Idade LOE (anos A.P.)
IT-1	$6,231 \pm 0,106$	$24,688 \pm 0,889$	$3,106 \pm 0,450$	6.900 ± 560	325	47.000 ± 6.000
IT-2	$3,522 \pm 0,361$	$15,425 \pm 0,555$	$1,849 \pm 0,268$	4.200 ± 400	375	89.000 ± 12.000

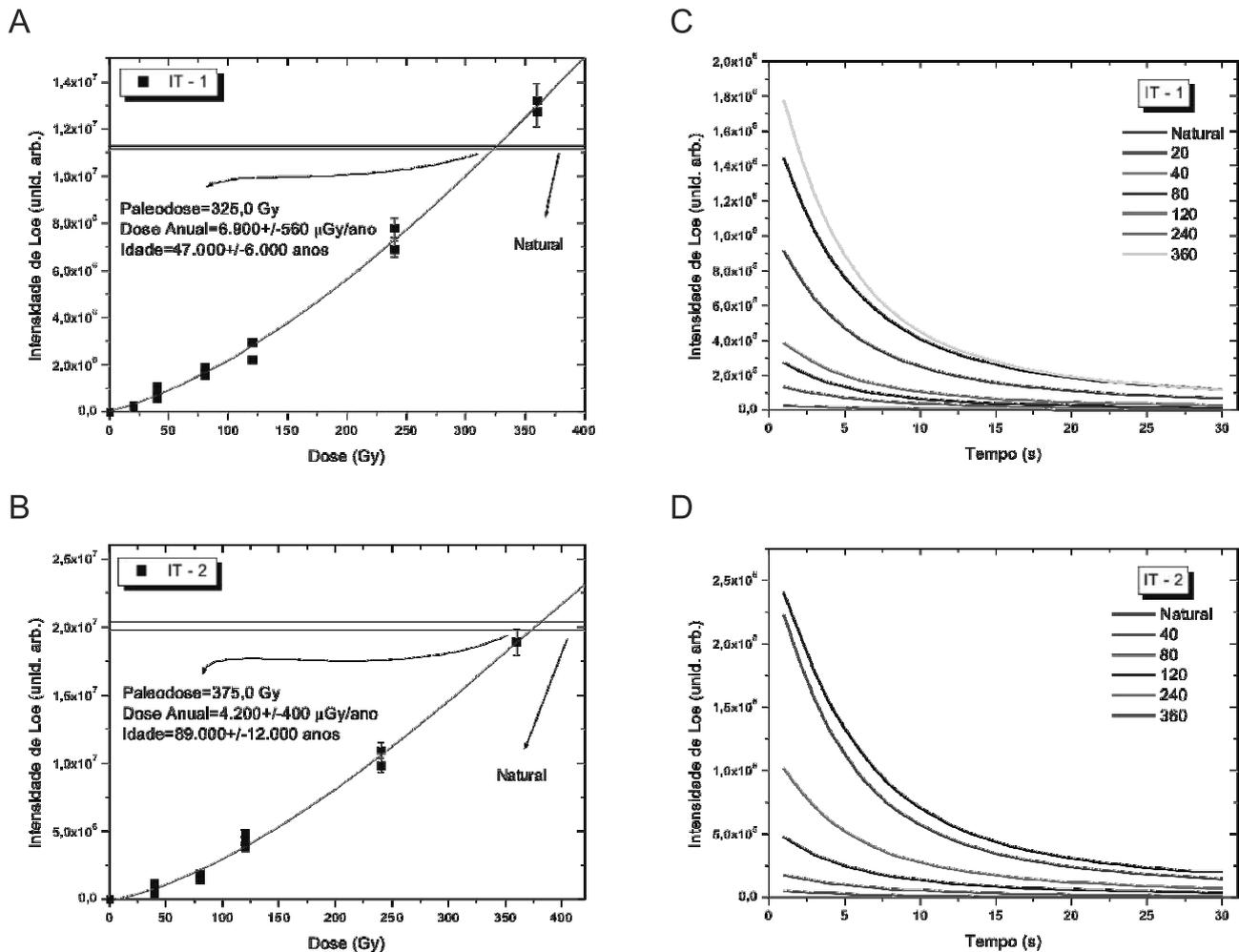


Figura 3. Curvas de calibração da intensidade LOE x DA (**A** e **B**) e curvas de brilho de decaimento LOE (**C** e **D**) de grãos de quartzo dos sedimentos arenosos da Formação Itaquaquetuba, SP (**A** = amostra IT-01 e **B** = amostra IT-02).

Além disso, por estudo petrográfico dos troncos carbonizados, provenientes da areia cascalhosa situada a cerca de 20 m da superfície atual do terreno, Arai (1986) encontrou valor médio representativo de reflectância $R_0 \cong 0,15\%$, que é sugestivo de que a sua profundidade de soterramento nunca poderia ter sido muito superior a que é atualmente encontrada. Por outro lado, segundo este mesmo autor, a matéria orgânica desta formação teria passado, por algum tempo, por condições propícias aos processos de humificação iguais ou semelhantes aos de ambientes de turfeira, no qual, antes do soterramento, teria atingido maturação orgânica praticamente igual à atualmente verifica-

da que, segundo Coimbra, Riccomini e Melo (1983), teria sido subsequentemente submetida ao rápido soterramento.

PROVÁVEL HISTÓRIA DEPOSICIONAL

Antes de esboçar a possível história deposicional da Formação Itaquaquetuba, que coadune geologicamente com o contexto geológico conhecido da Bacia de São Paulo, devem ser discutidos aspectos geológicos pouco enfatizados até agora.

As relações estratigráficas laterais entre a Formação Itaquaquetuba e os demais depósitos cenozoicos da Ba-

cia de São Paulo permanecem obscuras, pois a exploração de seus sedimentos como fonte de matéria prima para construção civil revelou somente os contatos superior (de topo) e inferior (da base). Na base ocorre discordância erosiva com fragmentos rudáceos (blocos de diversos tamanhos) de rochas cristalinas e de sedimentos mais antigos. Ainda não se conhecem contatos laterais com os demais depósitos cenozoicos da Bacia de São Paulo, excetuando-se os depósitos holocênicos superpostos (Takiya, 1997). Entretanto, ao considerar os conhecimentos prévios, deve-se admitir que eles sejam mais antigos e geralmente estejam sotopostos à unidade litoestratigráfica em questão.

As distribuições espaciais das unidades litoestratigráficas cenozoicas, com exceção desta formação, jamais revelaram quaisquer relações com as principais drenagens atuais, ou mesmo com as eventuais drenagens pretéritas. Enquanto isso, como já foi sugerido há cerca de 40 anos, a distribuição espacial da Formação Itaquaquetuba estaria ligada ao eixo das drenagens atuais mais importantes, representadas pelos rios Tietê e Pinheiros. Esta é a principal razão porque Suguio e Takahashi (1970) já se referiam a esses depósitos como “aluviões antigos dos rios Tietê e Pinheiros”. Esta ideia sugerida em 1970, seria confirmada, de maneira muito contundente, por Aronchi Neto (1999), que estudou as paleocorrentes deposicionais da Formação Itaquaquetuba em três sítios da localidade tipo. As estratificações cruzadas extremamente conspícuas, utilizadas neste estudo, correspondem às estruturas hidrodinâmicas mais representativas das paleocorrentes deposicionais. Os sentidos ou rumos médios de fluxo variaram para NW, W ou SW, em concordância com a orientação atual de fluxo do Rio Tietê em duas seções medidas. Porém, na terceira seção o rumo médio foi para NNE, provavelmente distorcido localmente por um alto do embasamento.

Riccomini (1989) propôs a atuação de sucessivas fases de tectonismo transcorrente, a primeira sinistral e a outra dextral, ambas com orientação na direção EW, que poderiam ter gerado microbacias alongadas transtracionais associadas a esses eventos tectônicos. Segundo os padrões de paleocorrentes encontrados por Aronchi Neto (1999), e também de acordo com as idades quaternárias pleistocênicas por LOE, os sedimentos arenosos e/ou cascalhosos com conspícuas estratificações cruzadas acanaladas desta formação teriam sido originadas pelo antigo Rio Tietê, que se encaixou na microbacia tectônica entre o Neógeno e o Quaternário, na qual posteriormente, durante o Pleistoceno, ocorreu a deposição da Formação Itaquaquetuba.

A distribuição aparentemente compartimentada desta formação nas áreas de Carapicuíba-Barueri, a montante da Soleira de Barueri no Rio Tietê, na CUASO-USP à margem esquerda do Rio Pinheiros e em Itaquaquetuba, ainda desconhecida em sua extensão total, mas provavelmente

descontínua, poderia ser explicada pela origem supracitada. A espessura relativamente grande, 40 - 50 m, não obstante a área restrita de ocorrência, poderia ser explicável pela origem tectônica ligada aos traçados dos rios Tietê e Pinheiros que, no Holoceno teriam adquirido padrão meandrante, até serem retificados com a ocupação urbana. Finalmente, as paleocorrentes encontradas por Aronchi Neto (1999) vêm também de encontro à ideia de idade Neógena a Quaternária para a Formação Itaquaquetuba.

Nesse contexto geológico, as litofácies não representativas de sistema fluvial entrelaçado, até com possíveis depósitos de transbordamento (v.g. Aronchi Neto, 1999), poderiam estar relacionados aos níveis mais ricos em palinomorfos do Paleógeno. Tentativamente podem-se interpretar esses depósitos fossilíferos como megablocos métricos a decamétricos, isto é, grandes fragmentos exóticos originários de sedimentos antigos mobilizados por escorregamentos, semelhantes a olistólitos (Abbate, Bortolotti, Passerini, 1970) embora de dimensões reduzidas. Segundo esses autores os olistólitos são comumente estratificados e os tamanhos são variáveis, mas podem apresentar alguns quilômetros de comprimento e a espessura máxima pode atingir algumas centenas de metros. Com essas dimensões os olistólitos dificilmente sofreriam movimentos de rotação, mas apenas ocorreria transladação com manutenção de topo e base das camadas. Deste modo, não haveria inversão de posição vertical nem retrabalhamento dos sedimentos. O termo olistostroma do grego *olistomai* (escorregar) e *stroma* (camada) foi proposto por Flores (1959), como depósito sedimentar mapeável, que ocorre no meio de sequências geológicas normais, com características geológicas diferenciadas do resto do maciço, acumulado como corpo semifluido, que também explicaria parte das feições encontradas por Aronchi Neto (1999).

CONCLUSÕES

A Formação Itaquaquetuba representa um depósito sedimentar de sistema fluvial entrelaçado, originado provavelmente sob paleoclima seco, que foi depositado no Pleistoceno pelas drenagens precursoras dos rios Tietê e Pinheiros. O estabelecimento dessas drenagens pretéritas foi controlado pelas microbacias alongadas, nas quais restos vegetais (troncos de madeira fóssil) da fase úmida imediatamente precedente foram incorporados aos depósitos da Formação Itaquaquetuba, sob regime fluvial torrencial.

Os microrrestos vegetais (grãos de pólen e esporos) e alguns macrorrestos vegetais (folhas, frutos e sementes), sugestivos de paleoclima quente e úmido do Paleógeno, estão contidos em megablocos exóticos de rochas representativas de fácies de meandro abandonado e/ou planície de inundação de sistema fluvial meandrante. Seriam por-

tanto megablocos semelhantes a olistólitos, embora de dimensões mais reduzidas, derivados de rochas sedimentares muito mais antigas do que a Formação Itaquaquecetuba que, como blocos transladados por atividades sismotectônicas durante a deposição desta formação, foram incorporados aos seus sedimentos sem modificar a sua posição em relação ao topo e base. Desta maneira, as informações prévias de idade e de paleoambiente deposicional estariam relacionadas ao olistólito paleogênico e não à Formação Itaquaquecetuba, que provavelmente é pleistocênica.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de produtividade em pesquisa para Kenitiro Suguio e Claudio Riccomini.

REFERÊNCIAS

- ABBATE, E. V.; BORTOLOTTI, V.; PASSERINI, P. Olistostromes and olistoliths. *Sedimentary Geology*, v. 4, p. 521-557, 1970.
- AITKEN, M. J. *An introduction to optical dating*. London: Oxford University Press, 1998. 230 p.
- ARAI, M. Estudo petrográfico preliminar dos troncos carbonificados da Formação Itaquaquecetuba, São Paulo, SP. *Boletim IG-USP*, v. 17, p. 1-147, 1986.
- ARONCHINETO, P. *Fácies sedimentares e paleocorrentes da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo)*. 1999. 22 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BENTO-DOS-SANTOS, D. *A paleopalínologia na reconstituição da paisagem paleógena na Formação Itaquaquecetuba (Mineradora Itaquareia I). Bacia de São Paulo, Brasil*. 2009. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2009.
- COIMBRA, A. M., RICCOMINI, C., MELO, M. S. A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4., 1983. São Paulo. *Atas...* São Paulo: SBG, 1983. p. 253-266.
- FITTIPALDI, F. C. *Vegetais fósseis da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo)*. 1990. 146 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- FITTIPALDI, F. C. Primeira ocorrência de briófitas na Bacia de São Paulo (Cenozóico). *Revista do Instituto Geológico*, v. 23, n. 2, p. 19-22, 2002.
- FITTIPALDI, F. C., SIMÕES, M. G., GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R. Fossil plants from the Itaquaquecetuba Formation (Cenozoic of the São Paulo Basin) and their possible paleoclimatic significance. *Boletim IG-USP. Publicação Especial*, v. 7, p. 183-203, 1989.
- FLORES, G. Evidence of slump phenomena (olistotromes) in areas of hydrocarbon exploration in Sicily. In: WORLD PETROLEUM CONGRESS, 5., 1959, New York, USA. *Proceedings...* New York, USA, 1959. p. 259-275.
- JUNQUEIRA, C. B. Camadas cruzadas de areias, gravas e cascalhos fluviais do Vale do Pinheiros ("Campus" da Cidade Universitária). *Geomorfologia*, v. 10, p. 79, 1969.
- LI, S. H.; WINTLE, A. G. Luminescence sensitivity change due to bleaching of sediments. *Nuclear Tracks Radiation Measurement*, v. 20, n. 4, p. 567-573, 1992.
- MEJDAHL, V. Thermoluminescence dating: beta-dose attenuation in quartz grains. *Archaeometry*, v. 21, p. 61-72, 1979.
- PRESCOTT, J. R.; STEPHAN, L. G. The contribution of cosmic radiation to the environmental dose for thermoluminescent dating, latitude, altitude and depth dependences. *PACT*, v. 6, p. 17-25, 1982.
- RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 1989. 285 f. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- RICCOMINI, C.; COIMBRA, A. M.; TAKIYA, H. Tectônica e sedimentação na Bacia de São Paulo. In: SEMINÁRIO PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE/ABAS/SBG, 1992. p. 21-45.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. DAL RÉ.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Datação por luminescência do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). *Revista do Instituto Geológico*, v. 27-28, p. 13-29, 2007.

SUGUIO, K. Estudo dos troncos de árvores linhitificados dos aluviões antigos do Rio Pinheiros (SP): significados geocronológico e possivelmente paleoclimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971. São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBG, 1971. v. 1, p. 63-69.

SUGUIO, K.; TAKAHASHI, L. Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, São Paulo, SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 42, n. 3, p. 555-570, 1970.

SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J. H.; GUARDADO, L. R.; RAMPAZZO, L. Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do Rio Pinheiros (SP) e seus significados na interpretação do ambiente deposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971. São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBG, 1971, v. 1, p. 219-225.

SUGUIO, K.; MUSSA, D. Madeiras fósseis dos aluviões antigos do Rio Tietê, São Paulo. *Boletim IGc-USP*, v. 9, p. 25-45, 1978.

TAKIYA, H. *Estudo da sedimentação neogênico-quadernária no Município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana*. 1997. 152 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

TOLENTINO, M. Algumas considerações sobre um carvão da Bacia de São Paulo. *Publicação da Escola de Engenharia de São Paulo-USP*. Geologia, 13, v. 135, p. 29-33, 1965.

YAMAMOTO, I. T. *Palinologia das bacias tafrogênicas do Sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental*. 1996. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Universidade Estadual de São Paulo, 1996.

ZANÃO, R.; CASTRO, J. C.; SAAD, A. R. Caracterização geométrica de um sistema fluvial, Formação Itaquaquecetuba, Terciário da Bacia de São Paulo. *Geociências*, v. 25, p. 307-315. 2006.